Journal of Engineering Sciences and Information Technology
Volume (6), Issue (2) : 30 Mar 2022
P: 1 - 24

ISSN: 2522-3321

مجلة العلوم الهندسية وتكنولوجيا المعلومات
المجلد (6)، العدد (2) : 30 مارس 2022م
ص: 1 - 24

The Importance of Monitoring Urban Sprawl in Cities, And the Appropriate Ways to Measure It

Hadeel Khanji

Abed Elkader Hariri

Faculty of Architecture || Aleppo University || Syria

Maad El-Madlaji

Faculty of Civil Engineering || Aleppo University || Syria

Abstract: Urban sprawl is a common phenomenon in both developed and developing countries and most city planners agree that urban sprawl threatens the sustainability of urban growth. There is a clear contradiction between the benefits achieved by a small group who benefit from urban sprawl to improve their level of living, and the problems of the majority that are affected by their quality of life due to arrivals to the sprawl areas (environmental, traffic and planning problems and other problems).

Therefore, it was necessary to monitor measure and analyze urban sprawl and land-use maps' change, in order to prioritize planning policies and solutions necessary to be addressed.

This situation attracted more attention and modern and advanced studies using geographic information systems and remote sensing techniques, which proved to a large extent to be an effective and valuable tool for monitoring and evaluating urban sprawl over a period of time.

There are several measures and methods used to determine the changes of land use and to measure the urban sprawl of cities; However, many of them suffer from many limitations and difficulty in accessing data for its application.

In this research, we first provide a definition of urban sprawl, its characteristics, causes, and measurement techniques that have been applied in many countries from decades to the present. The research will discuss its advantages and disadvantages, in addition to explaining the most appropriate way to measure and monitor land use changes in the vicinity of cities, so that planners can implement the appropriate policies to effectively reduce this phenomenon.

Keywords: Urban Sprawl. Entropy. Weighted urban proliferation (WUP).

أهمية مراقبة الزحف العمراني في المدن والطرق المناسبة لقياسه

هديل هيثم خانجي

عبد القادر حريري

كلية الهندسة المعمارية || جامعة حلب || سوريا

معد المدلجي

كلية الهندسة المدنية || جامعة حلب || سوريا

المستخلص: الزحف العمراني ظاهرة شائعة في البلدان المتقدمة والنامية، ويتفق معظم المخططون للمدن على أن الزحف يهدد استدامة النمو العمراني. وهناك تعارض واضح بين المنافع التي تحققها فئة قليلة تستفيد من الزحف العمراني لتحسين مستوى معيشتها، وبين المشاكل التي تعود على الغالبية التي تتأثر بجودة الحياة لديها بسبب الوافدين إلى مناطق الزحف (البيئية والمشاكل المرورية والتخطيطية وغيرها من مشاكل هذه الظاهرة.

لذلك كان لابد من مراقبة وقياس وتحليل الزحف العمراني ورسم خرائط التغير لاستخدام الاراضي، من أجل تحديد أولويات السياسات التخطيطية والحلول اللازمة للمعالجة.

مما اجتذب المزيد من الاهتمام والدراسات الحديثة والمتطورة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بعد الذي أثبت إلى حد كبير أنه الأداة الفعالة والقيمة لرصد الزحف العمراني وتقديره على مدى فترة زمنية.

فقد وجد العديد من المقاييس والطرق المستخدمة لتحديد تغيرات استعمالات الأرضي وقياس الزحف العمراني للمدن؛ ومع ذلك، يعاني الكثير منهم من العديد من القيود وصعوبة التوصل إلى البيانات لتطبيقه.

في هذا البحث، نقدم بدايةً تعريف للزحف العمراني وخصائصه وأسبابه وتقنيات قياسه التي تم تطبيقها في الكثير من الدول منذ عشرات السنين إلى وقتنا الحاضر وسيناقش البحث محاسنها وسلبياتها بالإضافة إلى شرح الطريق الأنسب للقياس ورصد تغيرات استعمالات الأراضي في محيط المدن، ليتمكن المخططون من القيام بتطبيق السياسات المناسبة للحد من هذه الظاهرة بشكل فعّال.

الكلمات المفتاحية: الزحف العمراني، الانتروبيا، مؤشر الانتشار العمراني WUP.

المقدمة.

تعاني الكثير من المدن حول العالم من مشكلة الزحف العمراني. ومع أن أشكال الزحف العمراني وخصائصه قد تختلف من مدينة إلى أخرى ومن دولة إلى دولة، إلا أن آثاره تبدو متشابهة في البلدان المتقدمة والنامية على حد سواء. حيث يؤدي النمو السكاني والهجرة إلى الزحف على طول الطرق السريعة وفي المنطقة المجاورة مباشرة للمدينة لتوفير مساحة أفضل. نتيجةً لذلك، يحدث التطوير المتناثر، خارج المدن، ويطلق على هذا النمو خارج حدود المدينة الزحف العمراني. تمثل البيئة العمرانية عادةً تباينًا كبيرًا وخليطًا من أنواع استخدام / تغطية الأراضي، وبالتالي، فإن النجاح في مراقبة الانتشار العمراني وتغير المساحات الخضراء يتطلب فهمًا مناسبًا لميزات المناظر الطبيعية واختيار البيانات المناسبة والتغيير المناسب. وذلك يبدأ من الحصول على صور جوية دقيقة للمنطقة (Landsat) في فترات زمنية متباعدة ثم حساب مصفوفة التغيير لفئات استخدام الأراضي (بناء، زراعة، غطاء نباتي، غطاء مائي، أراضي بور...الخ) ويتم في المرحلة التالية رسم خرائط تغير استعمالات الأرضي في كل عام من الأعوام المطلوبة. وملاحظة التجاوزات العمرانية على حدود المدينة وأخيرا يتم حساب مقدار الزحف بالطرق المناسبة التي سيتم شرح أهمها في هذه الدراسة.

مشكلة الدراسة:

تكمن مشكلة الدراسة في اختيار المقياس الأنسب والأدق وترجيح الطريقة الفاعلة في تحديد تغير استعمالات الأراضي في المدينة المختارة بالمعلومات المتاحة في المدينة وسهولة تطبيقها من قبل المخططين والإداريين. ويمكن للدراسة الإجابة على الأسئلة التالية:

1. ما المؤشرات التي تثبت حدوث الزحف العمراني في المدن؟
2. ما الأساليب والأدوات المناسبة للقياس؟
3. كيف يتم تقييم تطور هذه الظاهرة في أطوار زمنية مختلفة؟
4. ما معايير ملاءمة المقياس المناسب؟

أهداف الدراسة:

1. تسليط الضوء على أهم مؤشرات وطرق قياس الزحف العمراني في المدن مع أمثلة لشرحها.
2. ترجيح المقياس الأنسب في تحديد تغير استعمالات الأراضي على حدود المدن للمخططين الذي يتوافق مع طبيعة مدنهم والبيانات المتاحة لديهم.

أهمية الدراسة:

كثيرا ما يبحث المخططون والإداريون عن الأسلوب المناسب لضبط حدود المدن وقياس مدى انتشار العمران على الأطراف والأراضي الزراعية المحيطة بها، مما يسبب الخلل في تطبيق خطط التنمية الاستراتيجية التي تقرها الإدارة المحلية للمدينة. تكمن أهمية هذه الدراسة بجمع وشرح عدة طرق للقياس وايضاح الفرق بينها لكي يستطيع المخطط بشكل مباشر بتطبيق الطريقة المثلى لرصد ومراقبة تغير حدود مدينته والتحقق فيما إذا حدث تعدي العمران على حدودها أو على أراضيها الزراعية.

منهجية الدراسة وخطتها.

تعتمد الدراسة المنهج الكمي الوصفي مع الأسلوب التحليلي كما تستخدم الاستقرائي لبيانات لواقع الحالي ف استشراف المستقبل؛ وصولا للنتائج والتوصيات. وتتألف الدراسة من مبحثين:

- المبحث الأول النظري: يعتمد بشكل رئيسي على جمع المعلومات التي سيتم الحصول عليها من المراجع والمصادر المختلفة ذات الصلة بموضوع الدراسة.
- المبحث الثاني التحليلي: سيتم التطرق إلى دراسة حالات عالمية ظهرت فيها مشكلة الزحف العمراني وتم تحليل أسبابه وكيفية رصد ومراقبة تغير حدود المدن واختلاف استعمالات الأراضي في أعوام متفاوتة.

مجالات وفرضيات الدراسة:

تندرج مجالات البحث ضمن المحددات التالية:

المحددات الزمنية:

حيث تم اختيار تجارب لبلدان عديدة تعرضت لمشكلة الزحف العمراني في مدنها لأسباب مختلفة، وتمت مراقبة تغير استعمال الأراضي فيها بحسب تطور هذه الظاهرة وفق أطوار زمنية مختلفة ومتباعدة.

فرضيات الدراسة:

- تفترض الدراسة أن معظم المدن تعاني من مشكلة الزحف العمراني على حدودها باستثناء تلك التي تحدها حدود مادية وطبيعية (جبال وأنهار وغيرها) وهذه الظاهرة تتسبب بالعديد من المشاكل التخطيطية التي تلحق بالمدن وتؤثر سلباً على خططها التنموية وتخطيطها الاستراتيجي.
- تفترض الدراسة أيضاً وجود صعوبة في تحديد فيما إذا كانت المدينة المدروسة قد تعرضت فعلا لحدوث الزحف وتجاوزات عمرانية على حدودها، واختيار الطريق المناسبة فعلاً للمراقبة والقياس بشكل دقيق.

المبحث الأول- الإطار النظري.

1- مفهوم الزحف العمراني وتعريفه:

- الزحف: أحد أشكال الأحياء منخفضة الكثافة التي تتميز بالاعتماد الواضح على المواصلات، القطاعات السكنية الواسعة، والقطاعات التجارية المنعزلة. توصف المنطقة بأنها منطقة زحف عندما يتم استهلاك الأراضي بمعدل أعلى من معدل نمو السكان (Thadani, Krier, Aurbach,2010)
- الزحف منطقة حول المدينة يتم فيها بناء المنازل والمناطق التجارية وما إلى ذلك، ويقطن فيها عدد قليل من الناس ويعيشون فيها(https://www.merriam-webster.com).
- الزحف: زيادة في المساحات العمرانية في المناطق التي تحد المدن، وهو انتشار المناطق العمرانية كالمنازل ومراكز التسوق على الأراضي غير المؤهلة بالقرب من حدود المدين (https://www.merriam-webster.com).
- الزحف: نمط نمو غير مخطط له، مدفوعًا بالعديد من العمليات ويؤدي إلى استخدام غير فعال للموارد وإلى تغيير في استخدام الأراضي للمنطقة وإلى زيادة المساحة المبنية (Banai, DePriest,2010).

الشكل (1) يوضح أمثلة عن الزحف العمراني في العديد من المدن العالمية والمحلية.

<table>
<tr>
<td>
الزحف العمراني في سيدني
المصدرhttps://www.abc.net.au</td>
<td>
الزحف العمراني في شمال إقليم القاهرة الكبرى المصدر(Gouda،Hosseini ، Masoumi،2016)</td>
</tr>
<tr>
<td>
الزحف العمراني في كندا
المصدر(Arbury،2005)</td>
<td>
الزحف العمراني في دمشق
المصدر(Eissa،2015)</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="2">الشكل (1) أمثلة عن الزحف العمراني في مدن محلية وعالمية.</td>
</tr>
</table>

2- أسباب الزحف العمراني (Carruthers،Ulfarsson ،2003):

- اختيار الأسر: الأسر المقيمة في مناطق الزحف غالباً ما تكون في سن الشباب (40-25) ومعظمهم لديهم سيارة خاصة.
  - الإسكان: هدف هذه الأسرة أن تمتلك منزل خاص به بدلا من الأسعار الخاصة في المدن.
  - بيئة المعيشة: يبحث الناس عن أماكن هادئة خضراء مع مساحات لعب للأطفال بدلا من الضجيج وحركة المرور ونقص المساحات الخضراء في المدن.
  - سهولة الوصول: معظم السكان يعملون في المدن فهم يحتاجون إلى شبكة طرق سريعة وجيده وكلاهما قريب لمنازلهم.
  - معرفة الحي والجوار: يلجأ الناس إلى اللحاق بمن يعرفونهم كأسرهم وأصدقائهم والانتماء إليهم.
- النقل: يلعب النقل الدور الأكثر أهمية في عملية الزحف من خلال تطوير شبكة النقل العام انتشار السيارات الشخصية.
  - سهولة اقتناء السيارات الخاصة.
  - الازدحام والاختناقات المرورية في مراكز المدن.
  - سياسات التنمية في مجال نظام الطرق وإنشاء البنى التحتية على محاور التنمية.
- انخفاض سعر الأراضي والعقارات في المناطق الزراعية المحيطة بالمدن.
- سياسات تخطيط الأراضي الغير مناسبة.
- سياسات الإسكان: منح القروض للسكان لشراء المنازل وتملكها.

3- خصائص الزحف العمراني (Carruthers،Ulfarsson ،2003):

- استهلاك الأراضي الزراعية التي تكون أرخص من الأراضي المعدة للتطوير العمراني داخل المدن.
- الاعتماد على السيارات باعتبارها وسيلة الوصول إلى مناطق الزحف
- تفتقر مناطق الزحف إلى التخطيط المتكامل لاستعمال الأراضي
- يتيح بتدخلات عمرانية غير مخطط لها تكون منخفضة الكثافة ،منفصلة ومعزولة.
- الكثافة المنخفضة في مناطق الزحف العمراني.
- يشير الزحف إلى نوع من أنواع النمو المحيطي التي تنتشر على حدود المدن.
- يشمل الزحف المناطق السكنية وغير السكنية وقد يكون سكن للأغنياء والفقراء على حد سواء.
- يمتد على طول الطرق الشريانية والمجتمعات الصناعية والمكاتب والمباني الصناعية والمدارس وغيرها.

4- قياس الزحف العمراني (Ginet, 2007):

لا توجد طريقة متفق عليها لقياس الزحف ويحتاج قياسه إلى ربط البيانات لإظهار آليات هذه الظاهرة ولكن يحاول المؤلفون قياس الزحف من منظور المناظر الطبيعية باستخدام مسح استعمالات الأراضي. يمكن قياسه اعتمادا على أهم المؤشرات التالية:

- معدلات النمو: تقاس بحصص الزحف، أي النسبة بين معدل نمو المناطق المبنية ومعدل نمو السكان.

- الكثافة: هي مقياس الزحف الأكثر استخداما - هناك العديد من أنواع الكثافات والعديد من الطرق لقياسه. هنا يُنظر إليه على أنه نسبة بين نشاط عمراني معين والمنطقة التي يوجد فيها. النشاط العمراني هو الوحدات السكنية، وعدد من السكان والموظفين.
- إمكانية الوصول: إن حالة ضعف إمكانية الوصول يتبعها الاستخدام المكثف للمركبات الخاصة.
- التدابير الجمالية: الزحف هو شكل ممل من التطور العمراني من الناحية الجمالية، ما يصعب قياسه.

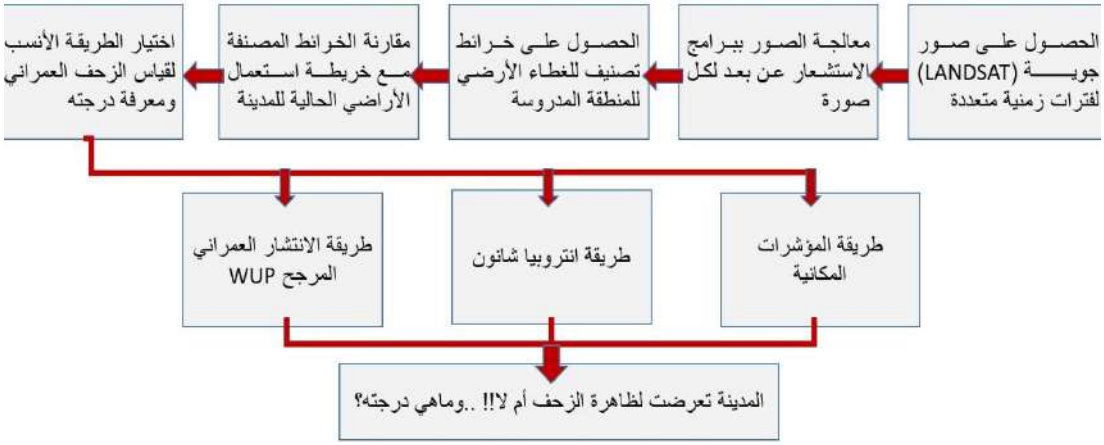
1-4- مراحل قياس الزحف العمراني (Maier،Franz ،.. Schrock ،2006):

يجب أن نعرف عدداً من الجوانب العامة في مرحلة قياس الزحف لمدينة معنية:

أولاً: ماهي المنطقة التي يجب قياسها (صورة فضائية يتم من خلالها تحديد حدود المدينة وتحديد مركزها والكثافة السكانية فيها والمناطق الأقل كثافة في المناطق المحيطة بها. يجب أن نعرف المركز.

ثانياً: عامل الوقت: يتم قياس الزحف عن طريق عنصر ثابت وهو الوقت، يتم قياس منطقة عمرانية في فترات زمنية معينه متباعدة لمراقبة تطور الزحف ورسم سيناريوهات التغيرات للمنطقة، وعندما نقوم بضبط الصورة الجوية نقوم بإضافة مناطق جديدة إلى المدينة التي يتم تحليها حتى نتمكن من مقارنتها قبل وبعد.

ثالثاً: المقاييس النسبية والمطلقة: حيث يمكن قياس الزحف في المقاييس النسبية والمطلقة، أما المقاييس المطلقة قادرة على خلق تمييز بين الأبيض والأسود (بين مدينة حدث فيها الزحف العمراني ام لم يحدث) في حين أن المقاييس النسبية تحدد العديد من سمات النمو الحضري التي يمكن مقارنتها بين المدن، أو بين مناطق مختلفة داخل المدينة، أو بين الأوقات المختلفة للمدينة. ومن المهم أن نذكر أن معظم تقنيات قياس الزحف بشكل عام هي مقاييس نسبية يمكن استخدامها كمؤشرات للزحف. يوضح الشكل (2) الخطوات المتبعة لقياس الزحف العمراني للمدن.



الشكل (2) الخطوات المتبعة لقياس الزحف العمراني للمدن. المصدر: عمل الباحث

المبحث الثاني- الإطار التحليلي.

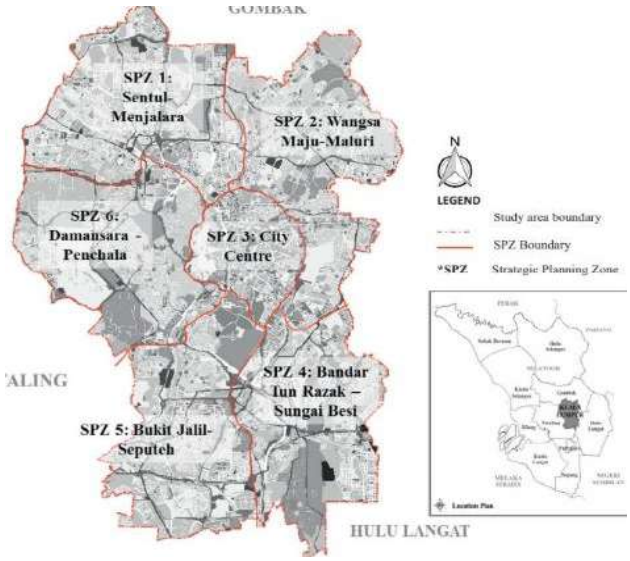
أهم الطرق والتقنيات المتبعة في القياس:

تم استخدام العديد من المقاييس والإحصاءات لتحديد الامتداد. تُعرف هذه المقاييس عمومًا بالمقاييس المكانية. وهي قياسات رقمية تحدد الأنماط المكانية لبقع الغطاء الأرضي أو فئات الغطاء الأرضي، سوف تتطرق هذه الدراسة لتحليل وشرح أهم ثلاث طرق قد تم تطبيقها على بعض المدن العالمية التي عانت من ظاهرة الزحف وتغير استعمالات الأراضي فيها.

وهذه الطرق هي (1-طريقة المؤشرات المكانية.2-طريقة إنتروبيا شانون.3- طريقة الانتشار العمراني المرجح WUP). سيتم شرح كل طريقة على حدىً:

أولاً: طريقة المؤشرات المكانية _مدينة كوالالمبور –ماليزيا_ (Noor, Rosni, Hashim, Abdullah،2016): تم العمل بهذه الطريقة بعدة مدن في الدول المتقدمة كما في الولايات المتحدة الأميركية والصين وماليزيا _مدينة كوالالمبور_ وهذه الحالة التي سيتم استعراضها في هذا البحث.

أدى النمو السريع لمدينة كوالالمبور إلى قيادة ضخمة لظاهرة الزحف العمراني وربما هددت الجهد المبذول لتحقيق استدامة ومرونة التنمية المستقبلية للمدينة، افترضت الدراسة أن الترتيب المكاني للتنمية سيكون له عواقب اجتماعية واقتصادية وبيئية على مدى نطاقات زمنية متباعدة. تم اقتراح المؤشرات المتنوعة لتقييم وقياس الزحف العمراني في كوالالمبور، استند البحث في قياس الزحف إلى فهم أن الزحف العمراني نفسه هو ظاهرة متعددة الأبعاد ويجب أن يستند توصيف حدوثه إلى عوامل مختلفة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية منطقة الدراسة هي منطقة عمرانية _ مدينة كوالالمبور _تتضمن العديد من المناطق المبنية الرئيسية كالسكنية والتجارية والمؤسسات وبعض المناطق غير المبنية مثل المساحات الخضراء والمسطحات المائية. كوالالمبور هي المنطقة العمرانية الأسرع نموًا في ماليزيا وهي المدينة الاقتصادية والمالية والثقافية للبلاد، وهي مقسمة إلى ست مناطق تخطيط استراتيجي.



الشكل (3) موقع مدينة كوالالمبور في ماليزيا والأقسام الستة للتخطيط الاستراتيجي.

المصدر (Noor, Rosni, Hashim, Abdullah،2016)

الأدوات والطريقة: تبدأ عملية القياس بجمع بيانات الاستشعار عن بعد ثم معالجتها بالبرامج والطرق المناسبة للحصول على الكشف عن استخدام الأراضي لتصوير السلاسل الزمنية للأعوام -2005-2010-2015. تم تضمين إجرائيين رئيسيين في هذه المرحلة:

الأول إعداد نظام المؤشرات والثاني حسابها وقد اختارت الدراسة خمسة مؤشرات رئيسية تمثل نمط استخدام الأراضي لقياس الزحف لمنطقة الدراسة ويتم قياس المؤشرات الجغرافية المكانية لاستخدام الأراضي داخل مناطق التخطيط الاستراتيجي في منطقة الدراسة.

- **المرحلة الأولى**: اعداد نظام المؤشرات وفق إداريين ومخططين في الدولة بالاعتماد على البيانات المتاحة في بلادهم وعلى المعطيات التي تفرضها تلك المدينة من تطورات عمرانية واتجاهاتها وأنماطها وسرعة انتشارها.

الجدول (1) توجيه مؤشرات تطوير الأراضي الجغرافية المكانية Land Use Geospatial Indices (LUGI)

المؤشرات الجغرافية المكانية	حساب قيمة المؤشرات	المؤشرات	شروح
استخدام الأراضي المختلط Segregated land use indicator	عدد الخلايا الشبكة لأنواع مختلفة من استعمالات الأراضي	use ≤2 types of land use ≥3 types of land	sprawl Non-sprawl
تناسق خطط التنمية Development planning consistency	عدد خلايا الشبكة {0 = ثابت ، 1 = غير متناسق}	النواة العمرانية قلب المنطقة حافة المدينة المنطقة الزراعية	Non-sprawl Non-sprawl sprawl sprawl
الكثافة العمرانية Urban density indicator	عدد المساكن / المساحة الإجمالية للتطوير الجديد	كثافة الوحدات السكنية العمودية كثافة الوحدة السكنية الأفقية	Non-sprawl sprawl
تنمية الطريق الشرياني Strip development indicator	عدد خلايا الشبكة القيمة {0 = داخل المنطقة العازلة، 1 = خارج المنطقة العازلة}	130>م طريق شرياني عازل 130 <م من الطريق الشرياني العازلة	Sprawl Non-sprawl
تنمية البقع leapfrog indicator	عدد خلايا الشبكة المختلفة التدرج في التباعد	التوجه نحو نمو ذكي زحف الضواحي	Non-sprawl sprawl

المصدر (Noor, Rosni, Hashim, Abdullah، 2016)

- **المرحلة الثانية**: إنشاء حساب المؤشرات الجغرافية المكانية LUGI بناءً على المؤشرات التي تم تحديدها:

استخدام الأراضي المختلط: Segregated land use indicator	
حساب المؤشر بناء على البقع السكنية الجديدة التي تطورت بين 2005 و2015. تم تحويل الخرائط إلى شكل خلايا شبكة باستخدام GIS.	المؤشر 1 : يشير إلى فسيفساء استخدام الأراضي أي: تقييم الزحف على إجمالي أنماط استخدامات الأراضي لكل منطقة.

تقسيم اجمالي خلايا الشبكة التي تحتوي أقل من نوعين من استعمالات الأراضي والخلايا التي تحتوي على أكثر من 3 أنواع.

use ≥3 types of land لا يوجد زحف

use ≤2 types of land يوجد زحف

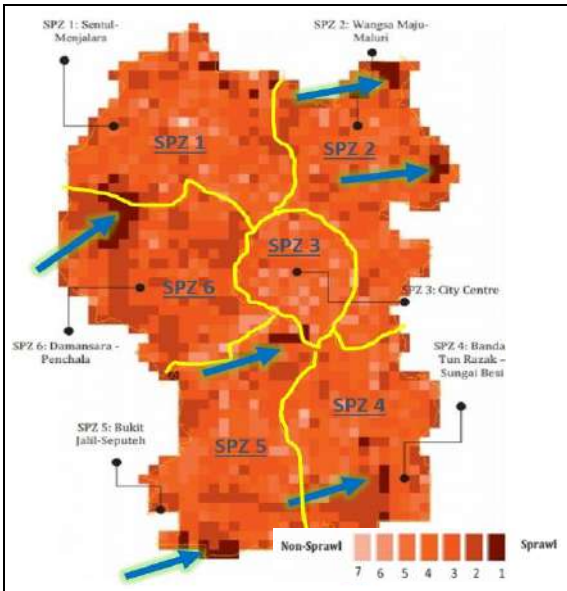
يتم حساب قيمة النسبة المئوية لمنطقة استخدام الأرض المختلطة بالمعادلة التالية:

$$(SL_{bua}) = \frac{\sum GC_{Ind} \times 100}{\sum GC_{Unit}}$$

(SL_{Bua}) منطقة منفصلة لاستخدام الأراضي

(GC_{Ind}) عدد مؤشرات خلية الشبكة التي تتكون من أنواع استخدامات الأراضي

(GC_{Unit}) عدد وحدات خلايا الشبكة



نتيجة: SPZ 6تشكل أعلى نسبة من استخدام الأراضي المختلط بنسبة 20.31% مقارنة ب المناطق SPZ الباقية، وأن 53.92 % مناطق SPZأصغر من نمطين من استخدام الأراضي و46.08 % تكون أكبر من ثلاثة أنماط من استخدام الأراضي (لا يوجد زحف).

تناسق خطط التنمية:Development planning consistency

عبارة عن طبقتين من البيانات المطلوبة تتكون من استخدامات الأراضي الحالية في عام 2015 والاستخدام المقترح للأراضي تقسيم المناطق لعام 2020.

. تم إجراء تحليل التراكب لخلايا الشبكة المحددة باستخدامات الأرض التي تتوافق أو تتعارض مع تقسيم المناطق الصادر عن السلطة المحلية.

خلايا الشبكة ذات الاستخدام الأراضي المتوافقة مع تقسيم المناطق القيمة 0 (عدم الزحف).

خلايا تحتوي على استخدام للأرض متعارضة مع تقسيم استخدام الأراضي ستعطى القيمة 1 (الزحف).

تم حساب قيمة امتداد اتساق التخطيط التنموي كما هو موضح أدناه

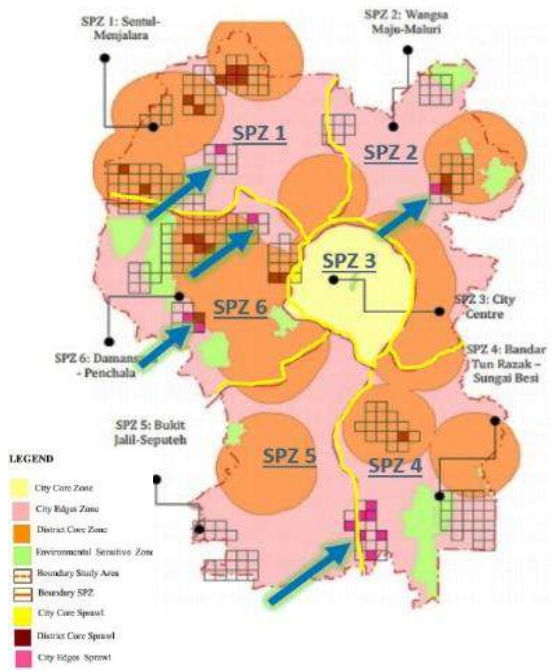
$$(DPI_{spz}) = \frac{\sum GC_{wx} \times 100}{\sum GC_{Unit}}$$

(DPI_{SPZ}) تناسق تخطيط التنمية حسب المنطقة العمرانية

(GC_{wx}) عدد خلايا الشبكة حسب مناطق استخدام الأراضي في المخطط الاستراتيجي.

(GC_{Unit}) عدد وحدات خلايا الشبكة

المؤشر 2 : يحدد مدى الاختلاف او التطابق بين التنمية الفعلية وبين سياسات التخطيط العمراني التنموية.



نتيجة: تظهر النتيجة الإجمالية أن النسبة المئوية من اتساق التخطيط التنموي أكثرتناسقاً بنسبة 87.11٪ و 12.89٪ غير متناسق

الكثافة العمرانية Urban density indicator

اعتمد مؤشر الكثافة العمرانية على كثافة التطوير مع الأخذ في الاعتبار التطوير الأفقي الذي يمثل منطقة سكنية.

المؤشر 3 : يقيس كفاءة استخدام الأراضي للوحدة السكنية أي كثافة الوحدات السكنية الأفقية والعمودية.

أنشأنا منطقة سكنية جديدة بمساحة تتراوح من 1 إلى 10 وحدات / فدان كمنطقة منخفضة الكثافة تُعرف بأنها امتداد (زحف عمراني). بينما تعتبر أي منطقة سكنية جديدة يبلغ إجمالي عدد سكانها 12-100 لكل فدان منطقة تطوير متوسطة الكثافة عالية الكثافة ويتم تعريفها أيضًا على أنها منطقة غير ممتدة

كثافة الوحدات السكنية الشاقولية (لا يوجد زحف).

كثافة الوحدات السكنية الأفقية (يوجد زحف)

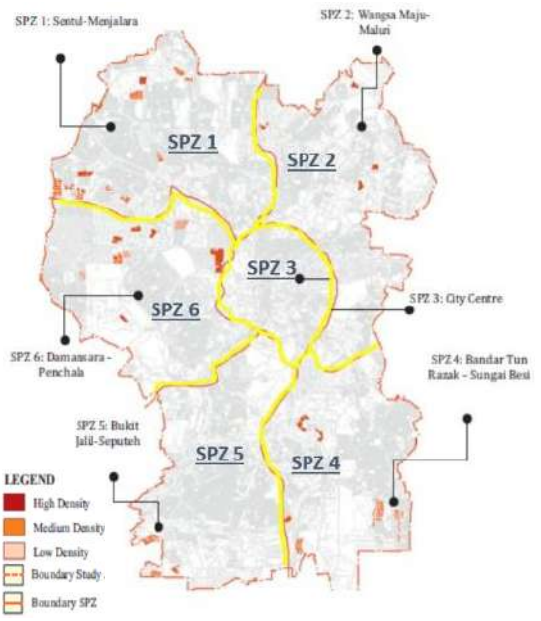
تم تقييم بقع التطوير الجديدة لكل منطقة تخطيط استراتيجي لحساب قيمة الكثافة الحضرية (UD_{SPZ})

$$(UD_{spz}) = \frac{\sum SPZ_x \times 100}{\sum ND_{SPZ}}$$

(UD_{SPZ}) قيمة الكثافة العمرانية

(SPZ_x) عدد الوحدات السكنية (أفقية أو شاقوليه).

(ND_{SPZ}) مجال التطوير الجديد في SPZ



نتيجة: كثافة شاقوليه بنسبة 97.49٪ مقارنة بالتطور منخفض الكثافة الذي يمثله التطور الأفقي بنسبة 2.51٪ في جميع مناطق SPZ.

تنمية الطريق الشرياني Strip development indicator

اعتمدت الدراسة على إجراء فحص دقيق باستخدام طريق شرياني يوزع بشكل أساسي الحركة داخل مدينة كوالالمبور ويربط طرق التجميع بالطريق الشرياني والطرق السريعة

تم ربط جميع استخدامات الأراضي بشبكة 400 × 400 متر وأي بقع تطوير جديدة داخل منطقة عازلة 130 مترًا من طريق شرياني تعتبر زحف ومُصنَّفة على أنها 1.

أي تطوير جديد خارج المنطقة العازلة يعتبر غير زحف ويعتبر 0.

للحصول على قيمة تطوير الشريط، تم تقسيم العدد الإجمالي لقيمة الخلية (GC_x) للزحف (1) وغير الزحف (0) مع إجمالي وحدات خلايا الشبكة في توليد النسبة المئوية النهائية لكلتا القيمتين وفقًا لكل SPZ

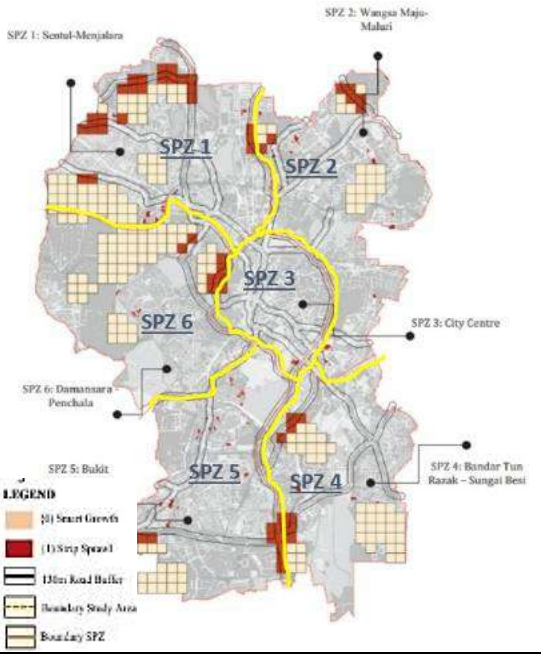
$$(SS_{spz}) = \frac{\sum GC_x \times 100}{\sum GC_{Unit}}$$

(SS_{SPZ}) قيمة تطوير الشريط

(GC_x) عدد قيم خلايا الشبكة (0.1)

(GC_{Unit}) إجمالي وحدات خلايا الشبكة.

المؤشر 4 يحدد التطور في الاتجاه الشعاعي خطيا على طول الطرق السريعة خلال فترة زمنية معينة.

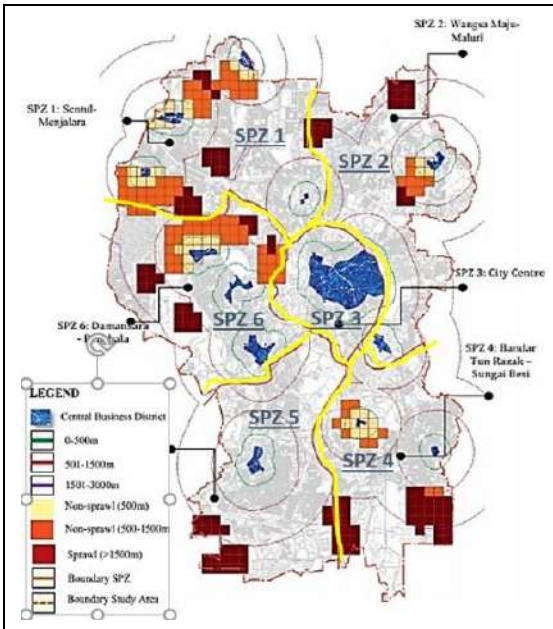


تظهر النتائج أن 77.73%من جميع مناطق SPZ تقع خارج 130م و22.27 تقع ضمن 130 م أي 22.27 تشكل زحف فقط

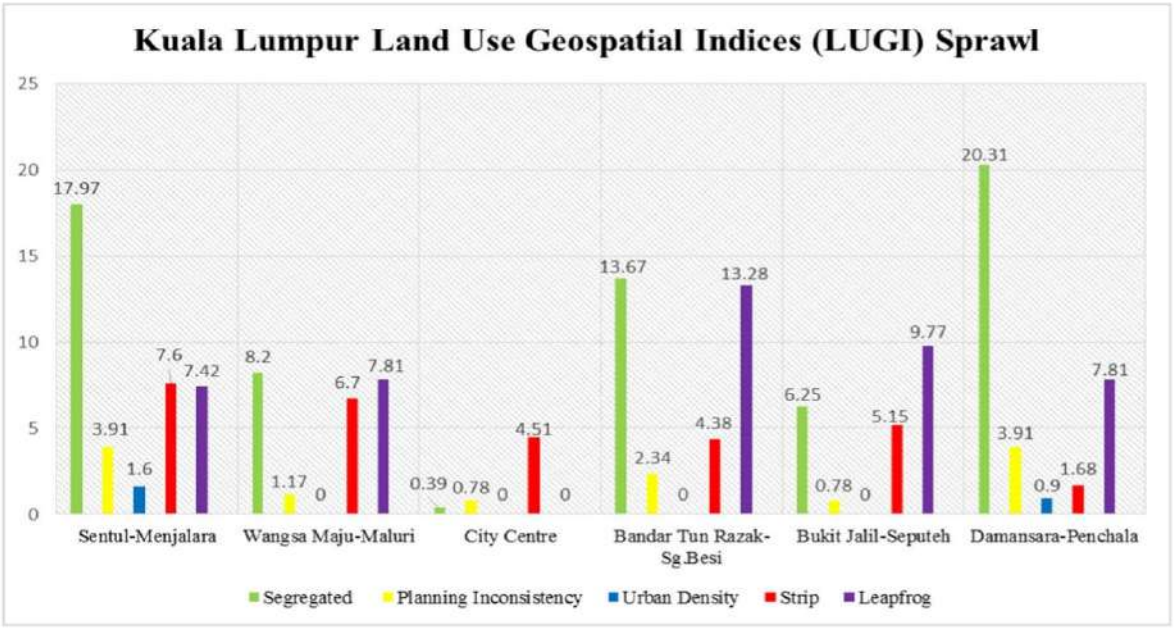
تنمية البقع :leapfrog indicator

اعتمدت الدراسة على تحويل SPZ بين السنوات 2005-2015 إلى خلايا الشبكة مغطاة بنطاق بنصف قطره 1500 متر

المؤشر 5 مدى وجود بقع مطورة جديدة على حافة المدينة.

أي تطوير يقع ضمن ذلك النطاق لا يعتبر زحف إذا حدث تطور خارجه يعتبر زحف عمراني تعتمد قيمة النسبة المئوية الإضافية على العدد الإجمالي لخلايا الشبكة للتطوير الجديد التي تقع داخل أو خارج 1500 متر. . تم حساب قيمة تطوير قفزة(LF_{GX}) باستخدام الصيغة التالية: $$(LF_{Gx}) = \frac{\sum GC_{Gx} \times 100}{\sum GC_{Unit}}$$ (SS_{SPZ}) قيمة تطوير البقع (GC_x) عدد خلايا الشبكة ضمن نطاق دائري نصف قطره 1500 متر أو خارجه (GC_{Unit}) إجمالي وحدات خلايا الشبكة.	
تظهر النتائج أن 53.91% أصغر من 1500 م (ليس زحف) و 46.09% أكبر من 1500 م (حدث الزحف)	
المصدر (Noor, Rosni, Hashim, Abdullah,2016)	

لتلخيص النتيجة النهائية للمؤشر المتعدد الأبعاد LUGI في SPZ كوالالمبور المكون من المؤشرات الخمسة التي تم شرحها في الدراسة يظهر الشكل (4) النتائج الإجمالية للمؤشرات الخمس في المناطق SPZ ومركز المدينة:



الشكل (4) توزيع مؤشر LUGI حسب مناطق SPZفي مدينة كوالالمبور المصدر (Noor, Rosni, Hashim, Abdullah،2016)

تظهر النتائج أن المؤشر الأول هو المؤشر السائد الذي حدث في جميع مناطق SPZوخاصة SPZ 6,SPZ1,SPZ4يثبت هذا أن غالبية مناطق كولالمبور فيها أقل من نوعين من استخدام الأراضي وهذا يعود إلى سياسات التنمية السابقة، ونلاحظ أيضا أن المنطقة المركزية City Center SPZ3 نفسها لم يلاحظ فيها المؤشرات 2و3و4 و5 ذلك لأن سياسات التخطيط في المركز كانت صارمة وحدود المدينة واضحة فيها.

إذاً: لقد طورت الدراسة خمسة مؤشرات وأنشأت المؤشر متعدد الأبعاد LUGI لقياس ووصف الزحف العمراني على مستوى مدينة كوالالمبور ومناطق التخطيط الاستراتيجي فيها، باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في مرحلة مبكرة في وصف وقياس عملية الزحف من خلال الغطاء الأرضي وتحليل اكتشاف تغير استعمالات الأراضي. ولكن هذه الطريقة تتطلب مدخلات واسعة جدا من البيانات مثل:

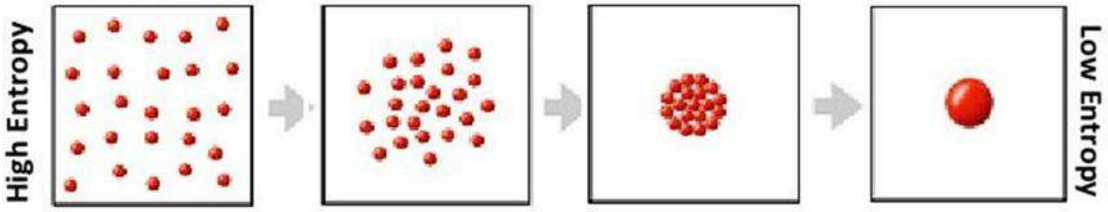
- التعداد السكاني على سنوات متفاوتة والكثافات السكانية للمناطق.
- الناتج المحلي للمدينة لأعوام مختلفة
- مخططات استعمالات الأراضي
- مخططات الطرق السريعة ومراكز المدن.

وتفتقر العديد من البلدان النامية إلى هذا النوع من البيانات الضخمة ومن الصعب جدا اشتقاق معظم هذه المؤشرات بدون تلك البيانات إلا في البلدان المتقدمة.

لذلك لجأ المخططون لحاجتهم الماسة لقياس الزحف العمراني والكشف عن تغيرات استعمالات الأرضي إلى استخدام طرق أخرى تناسب البيانات التي يمكن أن تتوفر في بلدانهم ومتطلباتها، فقد حاولوا صياغة مقاييس أكثر فاعلية من خلال قياس درجة التركيز المكاني أو التشتت الجغرافي بالاعتماد أيضا على تقنيات الاستشعار عن بعد.

ثانياً: طريقة إنتروبيا شانون Shannon Entropy _مدينةالقم –إيران (Kazemi, Khani, Nia, Mosammam،2016): تعتبر طريقة الانتروبيا مقياس آخر للزحف العمراني وهي التقنية الأكثر استخدامًا لقياس مدى الزحف مع دمج تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية.

إنتروبيا شانون Hn قادرة على حساب درجة التركيز المكاني أو تشتت المتغير الجغرافي (Xi) ويتم حساب قيمة الانتروبيا لقياس كثافة التطوير العمراني بين المناطق التي عددها m ثم يتم تحديد درجة الزحف العمراني من خلال اختبار ما إذا كان التطوير أو التنمية في المنطقة المدروسة مشتتة أو مدمجة(مضغوطة).



الشكل (5) ما الانتروبيا؟ الفرق بين القيم الكبيرة والمنخفضة للانتروبيا

المصدر https://www.pinterest.com/pin/627196685607922099/visual-search

وتكون قيمة الانتروبيا دائماً بين (0 و log (n))ويتم حسابها بالمعادلة التالية:

$$H_n = -\sum_{i=1}^{m} P_i \log_e(1/P_i)$$

H_n قيمة الانتروبيا شانون لكل فترة زمنية مختارة.

P_i نسبة المساحة المبنية في المنطقة i إلى إجمالي المساحة المبنية.

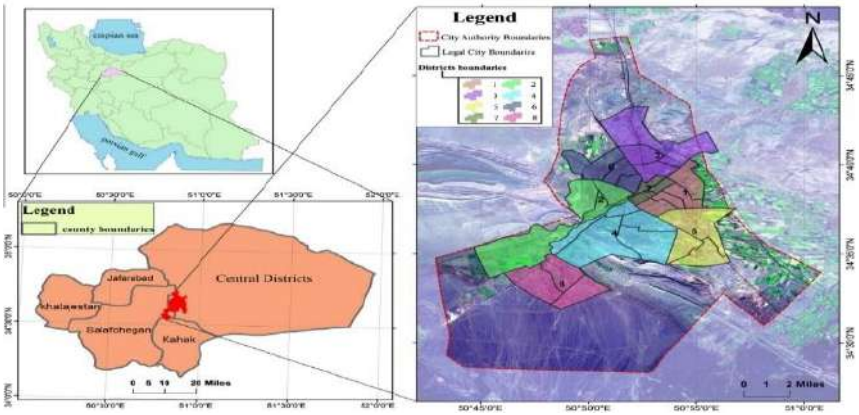
m عدد المناطق العمرانية.

i الفترات الزمنية.

حيث تتراوح قيمة Hn بين (0 و log (n)) وتشير القيم الأقرب إلى 0 إلى توزع مضغوط للغاية وعدم حدوث زحف وتكون القيمة الأقرب إلى log (n) إلى أن التوزيع مشتت كثيرا وتكون الحالة حدوث الزحف العمراني في المنطقة.

أي أن القيمة الأكبر للانتروبيا تشير إلى الزحف في المنطقة. في حين أن نصف $\log_e(P_m)$ يحدد لنا عتبة الزحف العمراني.

تم تطبيق طريقة إنتروبيا شانون لتقييم الزحف العمراني في الكثير من المدن كما في مصر والهند وأميركا وإيران. ستقوم هذه الدراسة بشرح تطبيق طريقة الانتروبيا على مدينة القم في إيران التي شهدت نموا عمرانيا سريعا بسبب النمو السريع للسكان مما أدى إلى تطورات عمرانية خطية على طول الطرق الرئيسية السريعة وخسارة الأراضي الزراعية في العقود الأخيرة، وذلك بتحليل وقياس الزحف العمراني بين عامي 1987 و2013 من بيانات الاستشعار عن بعد لتحديد ومراقبة الزحف، للتوصل للسياسات التخطيطية المناسبة للتعامل مع هذه الظاهرة والحد منها وتوجيه الخطط التنموية لإدارتها. يوضح الشكل (1) موقع مدينة قم في إيران وقد تم تقسيمها إلى ثمانية مناطق.



الشكل (6) موقع مدينة القم في إيران وحدود المدينة. المصدر (Kazemi, Khani, Nia, Mosammam،2016)

أسلوب المعالجة:

في المرحلة الأولى تم الحصول على صور لاندسات LANDSAT TM في الأعوام 1987 -1999- 2010 من هيئة المسح الجيولوجي في مدينة القم وفق الجدول التالي:

Satellites	Acquisition date (Dar/Month/Year)	Sensor	Spatial resolution	Projection	True color composite (TCC)
Landsat 8	10/18/2013	OLI_TIRS	30 m	WGS84 UTM Zone 39 N	BAND 7, 5, 3
Landsat 5	8/9/1999	TM	30 m	WGS84 UTM Zone 39 N	BAND 7, 4, 1
Landsat 5	8/24/1987	TM	30 m	WGS84 UTM Zone 39 N	BAND 7, 4, 1

الشكل (7) معلومات الصور الفضائية الملتقطة. المصدر (Kazemi, Khani, Nia, Mosammam،2016).

محددا هذا الجدول اسم القمر الصناعي وتاريخ التقاط المرئية الفضائية والدقة وأرقام البندات.

في المرحلة الثانية: تمت معالجة وتصنيف الصور الجوية عن طريق برنامج Envi 4.8. وتم تحديد فئات الغطاء الأرضي في المنطقة المدروسة وهي (المساحة المبنية، الأراضي الزراعية، الأراضي البور، الحدائق، الجروف الصخرية) وفق الشكل (8)

NO.	Land classes	Description
1	Built-up	Residential, Commercial, Industrial, Roads, Railway, mixed urban or build-up land
2	Agriculture land	Crop land, Fallow land
3	Wasteland	Salt affected land, waterlogged land
4	Gardens	Forests, Vineyards, Parks, Orchards, Groves, Nurseries
5	Rocky outcrop	Barren rocky/stony, Mountain, Barren hill

الشكل (8) فئات الغطاء الأرضي المصنفة لخمس أصناف .المصدر (Kazemi, Khani, Nia, Mosammam،2016)

ومع تحسين جودة بيانات الاستشعار عن بعد بالإضافة إلى التقنيات التحليلية المتوفرة يمكن للمختصين مراقبة وتحليل الزحف وتغيرات استعمالات الأراضي LULC بطريقة فعالة وفي الوقت المناسب.

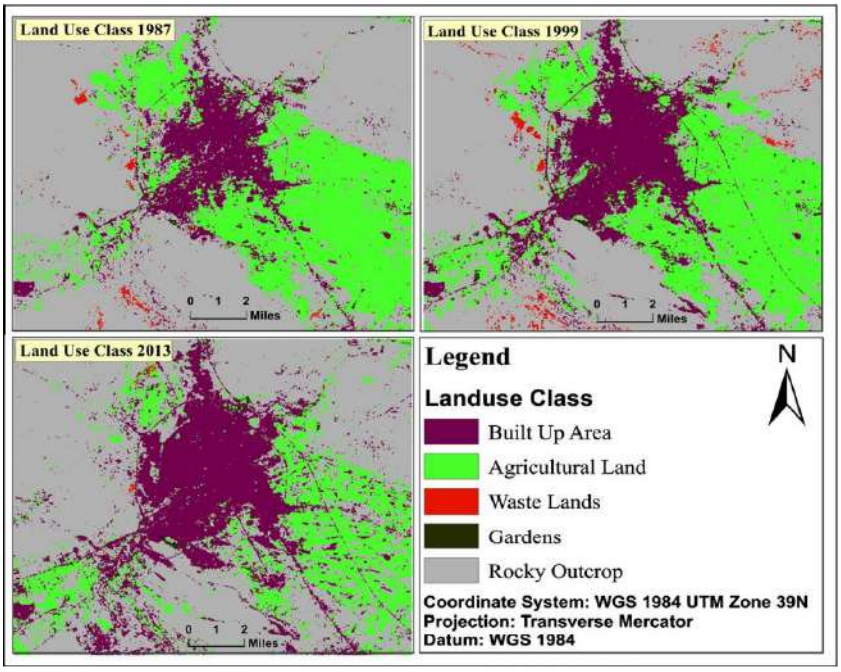
يوضح الشكل (9) التغيرات في مساحة التصنيفات الخمسة التي تم تحديدها في الأعوام 1987-1999-2013.

Land Class	1987		1999		2013	
	Area (ha)	Area (%)	Area (ha)	Area (%)	Area (ha)	Area (%)
Built-up	5453.73	15.64	7450.74	21.37	10163.79	29.16
Agriculture land	8333.91	23.91	8186.04	23.48	5032.62	14.44
Wasteland	315.54	0.901	484.74	1.39	45.72	0.13
Gardens	60.03	0.17	119.52	0.34	108.45	0.31
Rocky outcrop	20686.5	59.35	18608.67	53.39	19,499	55.95
Total	34849.71	100	34849.71	100	34849.71	100

الشكل (9) قيم نسب ومساحات تغير استعمالات الأراضي للأصناف الخمسة في الأعوام المختارة

المصدر (Kazemi, Khani, Nia, Mosammam،2016)

يوضح الشكل (10) خرائط مدينة القم بعد معالجة الصور الجوية في الأعوام الثلاثة المختارة وذلك بعد تصنيف الغطاء الأرضي للأصناف الخمسة المذكورة في الشكل (8) لكل صنف لون مختلف عن الأخر والذي يوضح مدى التغيرات بشكل نظري بين الخرائط الثلاثة في الأعوام 1987-1999-2013 وانتشار المناطق المبنية على حساب المناطق الزراعية وغيرها.



الشكل (10) تغيرات الغطاء الأرضي في مدينة القم بين الأعوام 1987-1999-2013.

المصدر (Kazemi, Khani, Nia, Mosammam،2016)

المرحلة الثالثة هي تحديد قيمة الزحف العمراني باستخدام طريقة انتروبيا شانون ثم حساب قيمة الانتروبيا لتحليل مستوى التشتت أو الاكتناز للمدينة والمناطق الواقعة على حدود المدينة.

تم تحديد المسافة من مسافة المنطقة العمرانية إلى المركز (المناطق العمرانية n) وفحص فيما إذا كان التطور العمراني في المدينة ومحيطها مشتت أو مضغوط. وتكون قيمة الانتروبيا دائماً بين (0 و (n) log)

ويتم حسابها بالمعادلة التالية:

$$H_n = -\sum_{i=1}^{m} P_i \log_e(1/P_i)$$

H_i قيمة الانتروبيا شانون لكل فترة زمنية مختارة.

P_i نسبة المساحة المبنية في المنطقة j إلى إجمالي المساحة المبنية.

عدد المناطق العمرانية (m= 17).

i الفترة الزمنية (1987-1999)(1999-2013).

تمت الدراسة على 17 منطقة من مدينة القم حيث m=17 ويكون $\log_e(17)$ = 2.833

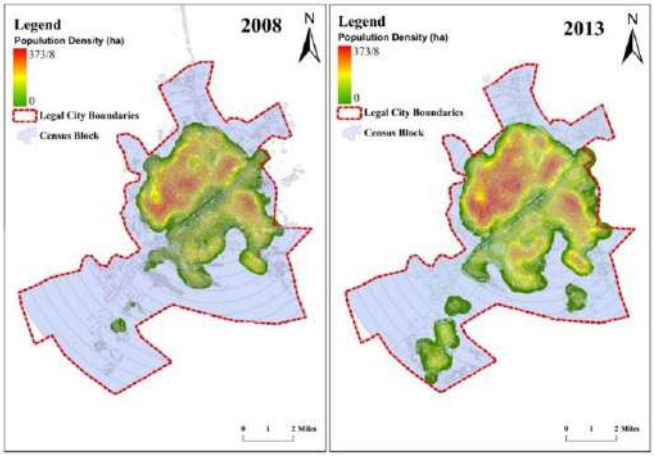
ويكون وفقاً للجدول التالي القيمتين التي حصل عليهما أكبر من 2.833 أي حدث الزحف العمراني في المنطقة فعلا خلال الفترتين المختارتين.

Year	Built up area	Value of Shannon's entropy
1987	5457.87	2.281
1999	7455.42	2.366
2013	10175.13	2.511
Log (17)	2.833	–

الشكل (11) قيمة الانتروبيا خلال الأعوام 1987-1999- 2013- المصدر (Kazemi, Khani, Nia, Mosammam، 2016).

نلاحظ: إن القيم الثلاثة للانتروبيا في الأعوام المختارة هي أكبر من نصف قيمة $\log_e(17)$ =2.833 أي أنه الزحف غطى مدينة القم بين 1987 و2013 مساحات كبيرة وفقا لقيمة التشتت المكاني (الانتروبيا) تدريجيا.

حيث كانت المدينة أكثر إحكاماً في عام 1987 مقارنة بعامي 1999 و2013. ونلاحظ من الشكل (12) أن مناطق التطوير الجديدة التي انتشرت بين عامي 2008 و2013 بعد تحليل الخرائط المكانية كانت ذات كثافة أقل من مناطق مركز المدينة وهذه يعود على المدينة بأثار بيئة واقتصادية واجتماعية سلبية على المدينة



الشكل (12) توزع الكثافات في مدينة القم بين مركزها ومناطق الزحف الجديدة الأقل كثافة.

من الجدير بالذكر أن طريقة إنتروبيا شانون قد اتبعها الكثير من المخططين لقياس الزحف ولكنها في الكثير من الحالات لم تكن حساسة للاختلافات الحاصلة بين الأنماط المكانية التي تمثل مستويات مختلفة من الزحف العمراني وقد تتأثر وتعتمد بشدة أيضا على اختيار (عدد المناطق، موقع المركز، شكل المناطق) داخل المشهد ولمدى تشتت المناطق المبنية.

نلاحظ أن ليست كل المقاييس المستخدمة لقياس الزحف جديرة بالثقة على الرغم من أن العديد من الباحثين قد استخدموها على فترات طويلة وأن نتائجها قد تكون مضللة أحيانا.

يمكن أن يكون أحد الاقتراحات البديلة مقياس الانتشار العمراني المرجح (WUP) الذي يعتمد بدوره على الأبعاد الثلاثة للزحف العمراني وهي (التشتت العمراني ومقدار امتصاص الأرض لكل شخص أ وظريفة ومقدار المساحة المبنية)

ستقوم الدراسة بشرح وتطبيق طريقة WUPعلى مدينة بريشتينا في كوسوفو.

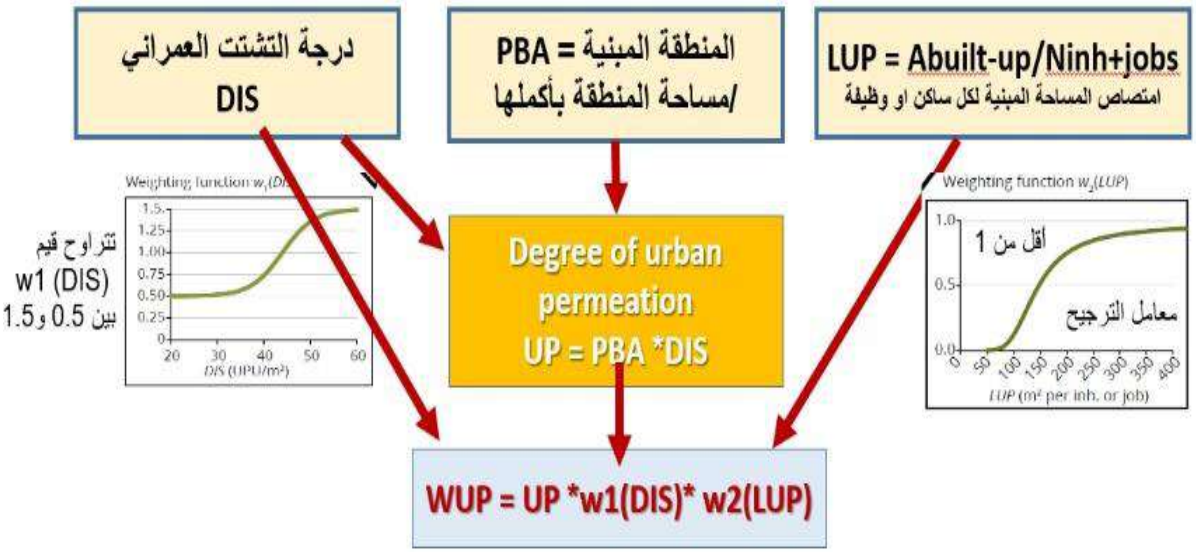
ثالثاً: طريقة الانتشار العمراني المرجح Weighted Urban Proliferation- بريشتينا-كوسوفو (Pallaska،Abazi 2018):

الانتشار العمراني المرجح (WUP) هو الطريقة الأحدث التي تستخدم حاليا لقياس درجة الامتداد العمراني ،تم تقديم هذه الطريقة لأول مرة عام 2010 بواسطة(Jaegera et al. 2010). يحسب ويعرض درجة الامتداد العمراني كقيمة عددية. تستند الطريقة إلى تعريف الزحف العمراني: كلما زادت المساحة المبنية في منظر طبيعي معين (1- مقدار المساحة المبنية) وكلما زادت تشتت هذه المنطقة المبنية في المناظر الطبيعية (2-التكوين المكاني للمنطقة المبنية)، وكلما زاد ات كثافة استخدام المنطقة المبنية لكل ساكن أو وظيفة (3-عدد الأشخاص الذين يسكنون او يعملون في المنطقة المذكورة)، كلما ارتفعت درجة الزحف العمرانيJaegera,2014)(Schwickb) وتجمع هذه الطريقة بين القياسات التالية:

جدول (2) معاملات الزحف العمراني حسب قانون WUP المصدر (Pallaska،Abazi 2018).

رمز المقياس	اسم المقياس	شرحه	الوحدة Unit	الحد الأدنى	الحد الأعلى
WUP	Weight urban proliferation	المقياس المستخدم لتقدير درجة الزحف العمراني في المنطقة المختارة	UPU per m² of landscape	< 2 UPU/m²	> 4 UPU/m²
PBA	Percentage of built-up area	هي نسبة المناطق المبنية إلى المساحة الإجمالية للمنطقة المختارة ويتم تقديمها كنسبة مئوية	%	< 3 %	>10%
DIS	Dispersion of built-up area	يحدد التوزيع المكاني للمناطق المبنية (التشتت)، معبرًا عنه بـ UPU لكل متر مربع من المساحة المبنية. وكلما تباعدت المباني زادت قيمة DIS.	UPU per m² up of built area	< 42.5 UPU/m²	>45.5 UPU/m²
LUP	Land uptake per person	مساحة الأرض المستخدمة لكل ساكن أو مكان عمل	m² per inhabitant or job	< 111 m² per inhabitant	> 222 m² per inhabitant or jobs
UP	Urban permeation	مقياس لاختراق المناظر الطبيعية من خلال المناطق المبنية.وهي تمثل DIS و PBAفي وحدة التقارير.	UPU per m² of landscape	< 2 UPU/m²	> 4 UPU/m

حيث يكون تطبيق المقاييس بالمعادلات التالية



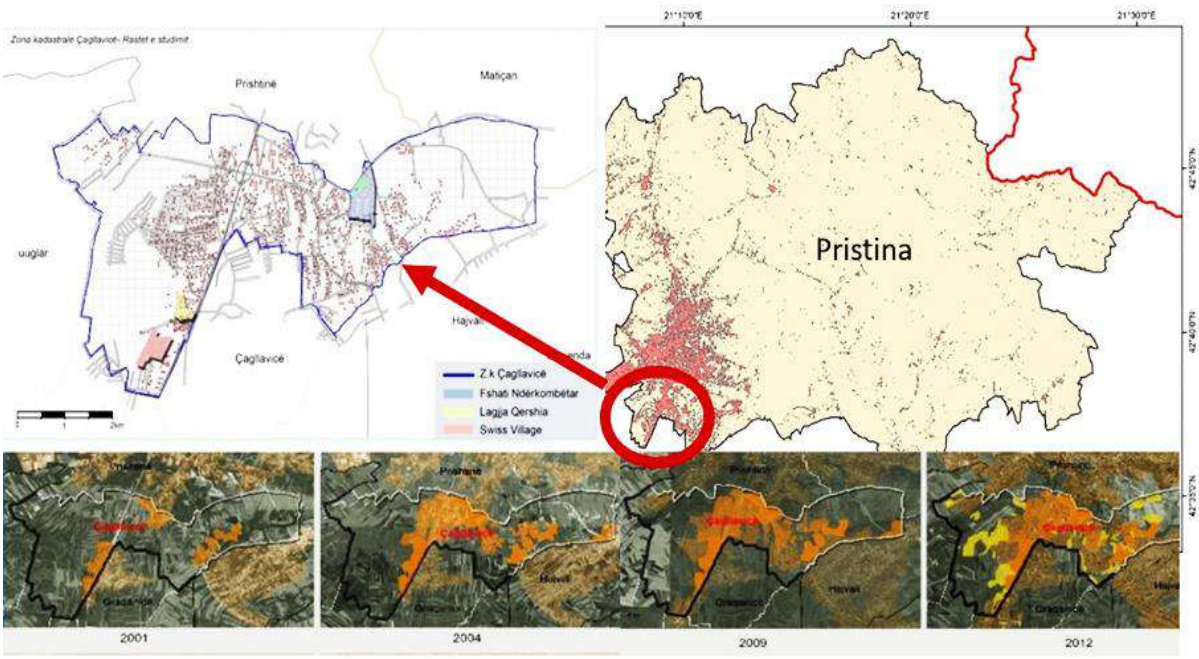
الشكل (12) العلاقات بين المقاييس للزحف العمراني DIS .و UP و LU المصدر(Jaegera, Schwickb, 2014).

حيث تفسر معطيات القانون بالتالي:

- DIS يعتمد من منظور هندسي على متوسط المسافة بين أي نقطتين مبنيتين داخل المنطقة المدروسة يتم اختيارهما عشوائياً (حتى أقصى مسافة في حدود المنطقة المختارة) وكلما تباعدت النقطتان زادت قيمة ال DIS وتشير القيم الأعلى إلى تشتت أعلى وتتراوح قيمها بين (0-49.7)upu/m2.
- يحدد horizon of perception (HP) افق الإدراك أي المنطقة التي يتم عليها التحليل وتكون ضمن دائرة نصف قطرها يتراوح بين (1-5) كم.
- يتم تثقيل التشتت بواسطة w1 للسماح بأجزاء من المناطق المفتوحة التي يكون فيها المناطق المبنية اكثر تشتتا ليتم إدراكها بشكل أوضح (w1(Dis) <1) أما في المناطق المكتظة (مراكز المدن) يكون (w1(Dis) =1)
- تتراوح قيم W1(Dis) بين (0.5 -1.5).
- Lup المساحة التي يشغلها الأشخاص (معيشة أو عمل).
- W2(LUP) يكون دائما أقل من 1 فإذا كان LUP أعلى من 250 م2 \سكن فإن W2(LUP) قريبة من 1
- (LUP) إذا كانت أقل من 100م2\سكن فإن W2 (LUP) قريبة من 0 (أي وسط المدينة).

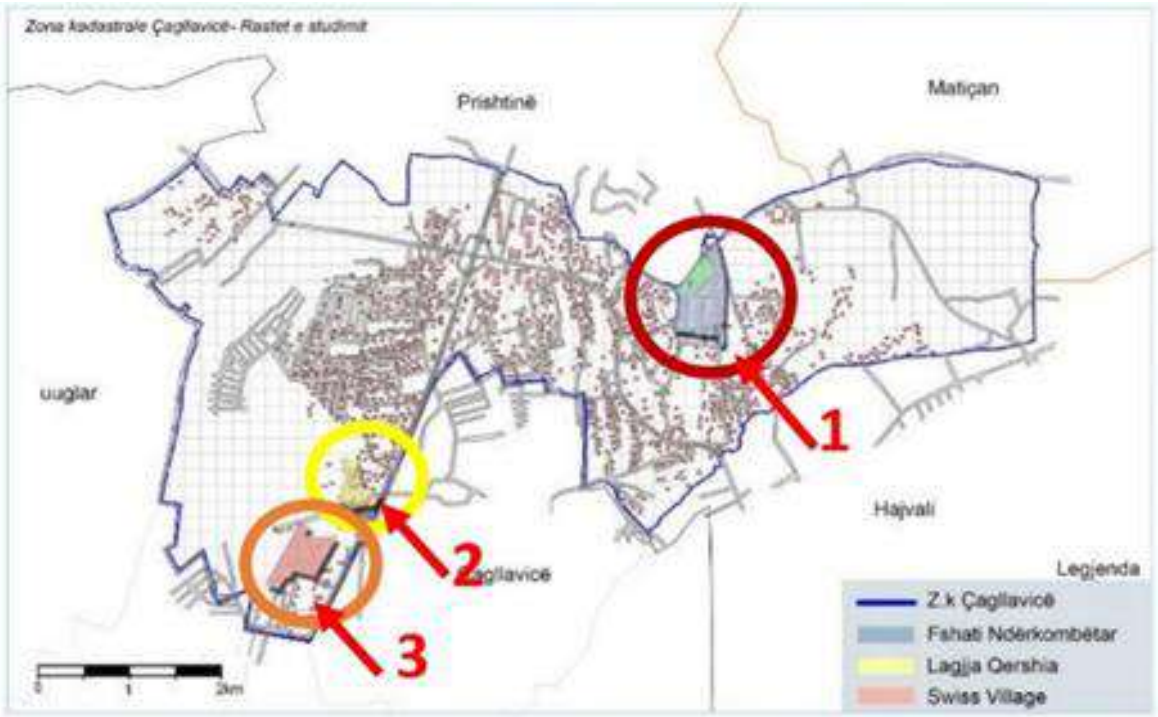
تم تطبيق هذه الطريقة في العديد من البلدان المتقدمة والنامية على حد سواء، وأبسط مثال نقوم باستعراضه في هذه الدراسة لمدينة بريشتينا في كوسوفو التي عانت من الحرب مما أدى إلى هجرة السكان إلى المدينة وحدوث ظاهرة الزحف في محيط المدينة بشكل سريع.

تم قياس الزحف بطريقة WUP لمنطقة الضواحيCaglavica في بريشتينا وتتألف من ثلاث مناطق (القرية العالمية حي قرشية، القرية السويسرية). سيتم التركيز على تطبيق الطريقة للمنطقة الأولى (International Village) وحسابWUP وقياس درجة الزحف فيها.



الشكل (13) موقع الضاحية Caglavica من بريشينا وتطور المناطق المبنية وزيادة مساحتها بين 2001 و2012

المصدر (Pallaska،Abazi 2018)



الشكل (14) المناطق الأربع التي تم قياس الزحف فيها في الضاحية وفي دراستنا تم شرح المنطقة 1

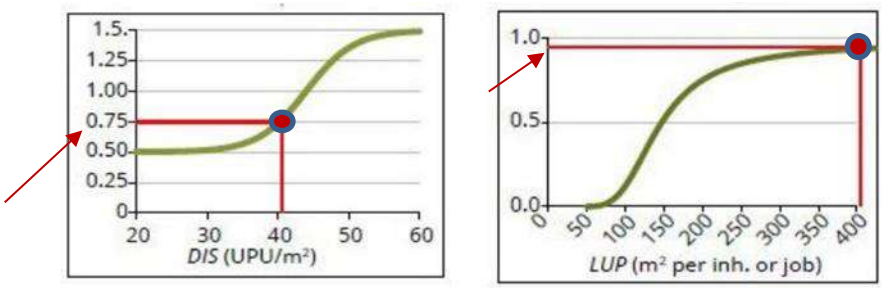
المصدر (Pallaska،Abazi 2018)

- مساحة المنطقة (1) المختارة 6.3 هكتار.
- مساحة المنطقة المبنية 2.8 هكتار.

سيتم تطبيق معطيات WUPبالتفصيل:

Percentage of built-up area (PBA)
PBA= Built-up area / Landscape
PBA= 2.8ha/6.3ha=0.444*100=44.4% (high level)
Degree of urban dispersion (DIS)
DIS= Horizon of perception HP (axb) / Built-up area
DIS=0.120/2.8=42.85 UPU/m²
Land uptake per person (LUP)
LUP= Built-up area / Number of inhabitant
LUP = 2.8/448 = 625 m2 per inhabitant (high level)
Urban permeation (UP)
UP= PBA x DIS
UP= 44.4*42.85=19.02 UPU/m² (high level)

الجدول (3) يوضح طريقة حساب معطيات قانون WUP. المصدر (Pallaska،Abazi 2018)



الشكل (15) المخطط البياني ل LUP, DIS. المصدر (Pallaska،Abazi 2018)

الجدول (4) حساب قيمة WUP. المصدر (Pallaska،Abazi 2018)

Weighted urban proliferation (WUP)
WUP= UP x w1(DIS) x w2(LUP)
WUP= 19.02 x 0.75 x 0.9 = 12.83 UP/ m² (High level)

نلاحظ من النتائج أن قيمة WUPمرتفعة جدا فهي > من 4 أي أنه حدث الزحف حدث بشكل كبير في هذه المنطقة يجب معالجته.

الشكل (16) صورة جوية لأحد المناطق في الضاحية المدروسة

المصدر 5 Ari land for sale in Qëndresa - Çagllavicë neighborhood - Topia KS (topia-ks.com

نلاحظ أن طريقة الانتشار العمراني المرجح اعتمدت بشكل أساسي على تعريف الزحف العمراني: أي أنه كلما زادت المساحات المبنية في المناطق الطبيعية وزاد التشتت فيها (كانت غير مكتظة) وكلما كانت كثافة الاستخدام للسكان أو للعمل أقل كلما كانت درجة الزحف مرتفعة في المنطقة.

فقد استطاعت WUPدمج هذه الأبعاد مع بعضها لإنشاء المقياس المناسب والدقيق واستخدامها في أي مدينة وعلى أي نطاق. كما استخدمت هذه الطريقة على نطاق واسع في أوربا واسبانيا وسويسرا وكندا.

إن ما تتميز به هذه الطريقة هي أنها لا تتطلب العديد من البيانات لتحليل الزحف العمراني (فقط خريطة المناطق المبنية ومعلومات حول السكان والوظائف)، كما أنها تسمح بالبيانات الكمية، التي عادة يكون لها تأثير أكبر من التأثير النوعي.

وأكدت الدراسات أن مقياس الانتشار العمراني المرجح WUPمقياس مرن وفعال وسهل التفسير ويمكن استخدامه على كافة المستويات التخطيطية. ويمكن استخدامه للتحقيق في العلاقات بين الزحف وتأثيراته كمؤشر لرصد التنمية العمرانية.

يبدو أن تفسير مشكلة الزحف بالأرقام هو أكثر التدابير فعالية وواقعية لتفسير تغيرات استعمالات الأراضي وتغير مساحات المناطق المبنية في محيط المدن، فتسمح الأرقام للفرد بفهم المشكلة بسهولة أكبر وتقدير درجة الزحف الذي حدث خلال فترة زمنية معينة، ووضع السياسات والإجراءات المناسبة للسيطرة عل المشكلة في الوقت المناسب.

إذاً: لكل من الأساليب الموصوفة أعلاه نقاط قوتها وضعفها، وهذه المقاييس إما أنها لا تلتقط ما يكفي من أبعاد الزحف أو يصعب تطبيقها بشكل حدسي، أو أنها تؤدي إلى تناقضات غير محلولة بين المؤشرات الفرعية.

أي أن هناك ضعف في موثوقية مقاييس الزحف العمراني ويكون البعض منها قريب من الواقع والبعض الاخر غير دقيق وقد لا يلبي الغرض من القياس بشكل مقبول.

للتغلب على هذه العقبات فقد تم تحديد عدد من المعايير الهامة يمكن التحقق من مدى ملاءمتها بشكل منهجي ومباشر، تختلف هذه المعايير في أهميتها فبعضها إلزامي والبعض الاخر مرغوب فيه من الناحية المثالية (Jaeger,2010).

ويجب فحص المقاييس المستخدمة في القياس مقابل معايير الملاءمة الثلاثة عشر التي تم اشتقاقها من تعريف الزحف العمراني وخصائصه وأبعاده ليستطيع المخططين في المدينة اعتماد الطريق الأمثل المتوفرة لديهم للحكم فيما إذا حدثت هذه الظاهرة في منطقة الدراسة أم لا.

سيتم اختبار المقاييس الثلاثة الواردة في هذه الدراسة (مقياس المؤشرات المكانية- مقياس الانتروبيا-مقياس الانتشار العمراني المرجح WUP) التي تم شرحها مسبقا، وتقييمها وفق معايير الملائمة المستخدمة في القياس واستنتاج الطريقة الأمثل التي تحقق أكبر عدد من المعايير الثلاثة عشر.

تورد معايير الملاءمة المستخدمة في قياس الزحف العمراني في الجدول (5) التالي (Hennig, Jaeger,2016) ونلاحظ أن طريقة المؤشرات المكانية وطريقة الانتروبيا قد حققتا 5 معايير فقط مقابل13، أما طريقة الانتشار العمراني المرجح قد حققت جميع المعايير المطلوبة.

الجدول (5)معايير ملائمة المقاييس للزحف العمراني

معيار ملاءمة المقياس	الضرورة	مقياس المؤشرات المكانية	مقياس الانتروبيا	مقياس WUP
أن يكون التفسير بديهي	مرغوب فيه جدا	✓	✓	✓
البساطة الرياضية	مرغوب فيه جدا	✓	✓	✓

معيار ملاءمة المقياس	الضرورة	مقياس المؤشرات المكانية	مقياس الانتروبيا	مقياس WUP
متطلبات بيانات متواضعة	مرغوب فيه جدا	✘	✓	✓
حساسية منخفضة للبقع الصغيرة جداً في المناطق العمرانية	إلزامي	✘	✓	✓
رد فعل رتيب للزيادات في المناطق العمرانية	إلزامي	✘	✘	✓
رد فعل رتيب لزيادة المسافة بين بقعتين عمرانيتين ضمن أفق الإدراك	إلزامي	✘	✘	✓
رد فعل رتيب لزيادة انتشار ثلاث بقع عمرانية	إلزامي	✘	✘	✓
نفس اتجاه استجابة المقياس للعمليات في المعايير 5 و 6 و 7	إلزامي	✘	✘	✓
استجابة مستمرة لدمج اثنين من البقع المبنية	إلزامي	✓	✘	✓
استقلالية المقياس عن موقع نمط الزحف داخل وحدة التقارير	إلزامي	✘	✘	✓
رد فعل مستمر لزيادة المسافة بين بقعتين عمرانيتين عندما يتجاوزان نطاق الاختبار	مرغوب فيه جدا	✘	✓	✓
التجانس الرياضي (واسع النطاق)	مرغوب فيه	✓	✘	✓
الإضافة (على سبيل المثال ، المقياس لإضافي المتناسب مع المنطقة)	مرغوب فيه	✓	✘	✓
المصدر (Hennig, Jaeger,2016)		المصدر استنتاج الباحث	المصدر (Nazarnia، 2019)	المصدر Hennig,) (Jaeger,2016

الخلاصة:

لاقى موضوع الزحف العمراني في الآونة الأخيرة الاهتمام الكبير والمبادرات الإدارية والسياسية من الهيئات الحكومية للتحكم به ومراقبته لما يتسبب بأضرار بيئة واقتصادية واجتماعية على المدينة وعلى خططها التنموية الاستراتيجية. فيتعين بهذا على الخبراء والمخططين في البداية توصيف الزحف وملاحظة آثاره وأسبابه وخصائصه وتحديد فيما إذا كان يتعين على الإدارة في المدينة ضبطه أو مراقبته فقط لتأمين تطبيق الخطط الاستراتيجية للمدينة بسلام.

فإنه من الصعب على المبادرات التخطيطية إدراكه بشكل مباشر اتباع الطرق المناسبة لقياسه وتحليله وتقييم آثاره المحتملة والواقعة في الوضع الراهن على حد سواء.

فتعددت الأبحاث والدراسات التي ناقشت تقنيات وأساليب قياس الزحف العمراني وتحليله ومنها من أصاب بنتائج واقعية ودقيقة ومنها من أخفق في ذلك. قامت هذه الدراسة بشرح أهم طرق القياس وتطبيقها على مدن مختلفة وذكر إيجابياتها وسلبياتها ثم ترجيح الطريقة المناسبة وفقاً لمعايير ملائمة للمقاييس تم اعتمادها في أبحاث مختلفة كأساس لتقييم دقة المقياس المختار ليتم تطبيقه على المناطق المدروسة.

مناقشة النتائج:

تشير الدراسة إلى النتائج التالية:

نتائج عامة:

1- لا يمكن للمخططين وضع اجراءات تنموية واستراتيجية للمدينة دون مراقبة حدود المدينة ومعرفة تغيرات استعمالات الأراضي واختلاف مساحاتها الخضراء المحيطة في المدن.

2- تبدأ عملية مراقبة الزحف العمراني في المدن عن طريق تقنيات الاستشعار عن بعد والحصول على صور جوية لفترات زمنية مختلفة ثم التوصل إلى خرائط التغيرات في الغطاء الأراضي ومقارنتها مع مخططات التنمية المقترحة للمدينة.

3- يتم قياس الزحف العمراني في طرق مختلفة ومتعددة ومنها تكون نتائجه قريبة من الواقع ومنها مضللة، ومنها أيضا يعتمد على بيانات معقدة والأخر قد تكون متوفرة بشكل أفضل.

4- لا يمكن الاعتماد على أي طريق من طرق القياس إلا بعد التأكد من معايير الملاءمة الثلاثة عشر وكلما زاد التوافق بينهما كان المقياس أنسب.

نتائج خاصة:

1- إن طريقة المؤشرات المكانية تصف بدقة سلوك الزحف العمراني في المدينة من خلال توصيف دقيق ورقمي لكل من المؤشرات الخمس وتتحقق من تتطابق خطط التنمية في المدينة أو حدوث تجاوزات فيها.

2- طريقة المؤشرات المكانية في ماليزيا-كوالالمبور-تحتاج إلى بيانات هائلة وصعبة جدا في بلدان العالم الثالث ولم تتوافق سوى مع خمس معايير من معايير الملائمة

3- إن طريقة الانتروبيا سهلة التطبيق ولا تحتاج الكثير من البيانات ولكنها لم تكن حساسة للاختلافات الحاصلة بين الأنماط المكانية التي تمثل مستويات مختلفة من الزحف العمراني

4- تتأثر الانتروبيا وتعتمد على اختيار (عدد المناطق، موقع المركز، شكل المناطق) داخل المشهد ولمدى تشتت المناطق المبنية.

5- طريقة الانتروبيا استخدمت على نطاق واسع من العالم لكنها في بعض الأحيان تعطي نتائج مضللة وأيضا لم تتوافق سوى مع خمسة معايير فقط.

6- إن طريقة الانتشار العمراني المرجح WUP هي أحدث الطرق المستخدمة حاليا والتي تم تطبيقها على معظم المدن ومختلف المستويات التخطيطية وأعطت نتائج واقعية ورقمية.

7- اعتمدت طريقة WUP على تعريف الزحف العمراني المكون من ثلاثة أبعاد1- مقدار المساحة المبنية، 2-التكوين المكاني للمنطقة المبنية،3-عدد الأشخاص الذين يسكنون او يعملون في المنطقة المذكورة وهذا الذي يؤكد دقتها وصحة استخدامها.

8- تعد طريقة WUP أداة لتقييم خطط التنمية الرئيسية في المدينة وتقييم مسارها ومؤشر لرصد الزحف العمراني.

التوصيات والمقترحات.

بناءً على النتائج التي تم التوصل إليها يوصي الباحثون ويقترحون الآتي:

1- ضرورة مراقبة حدود المدن ورسم خرائط تغير استعمالات الأراضي خلال فترات زمنية متباعدة لمعرفة وتحديد التجاوزات العمرانية فيها وضبطها أو مراقبة كفاءة وتناسق خطط التنمية في المدينة.

2- ضرورة الجمع بين تدابير السيطرة على الزحف بشكل مناسب وتطبيقها باستمرار للمحافظة على المناطق الخضراء المحيطة في المدن ومنع التعدي عليها.

3- يجب أن تستند كل طريقة من طرق القياس إلى تعريف واضح للزحف وتفصل أسبابه وعواقبه المختلفة من مدينة إلى أخرى وهذا يوصي بدوره لاتباع طريقة WUP التي تعرف الزحف وتعتمد على أبعاده الثلاث الأساسية.

4- يوصي البحث باستخدام طريقة WUPعلى أي مستوى في تخطيط المدن أو التخطيط الإقليمي وهو بدوره يؤثر على السياسات التنموية المستقبلية وتحسينها والحد من التجاوزات على تطبيقها.

5- أثناء تطوير أدوات ومقاييس جديدة، يجب أن نذكر أن المستخدمين النهائيين لهذه المقاييس هم مديري المدينة والمخططين. لذلك، يجب أن تكون الأدوات والمقاييس بسيطة وأقل تطلبًا (من حيث البيانات والحساب) وموثوقة وقوية.

قائمة المراجع.

- Thadani, D.A., Krier, L. and Aurbach, L.J., 2010. The language of towns & cities: a visual dictionary (Vol. 2). New York: Rizzoli.
- Banai, R. and DePriest, T., 2010. Urban sprawl: Definitions, data, methods of measurement, and environmental consequences. Education, 7.
- Gouda, A.A., Hosseini, M. and Masoumi, H.E., 2016. The Status of Urban and Suburban Sprawl in Egypt and Iran. GeoScape, 10(1).
- Arbury, J., 2005. From urban sprawl to compact city: an analysis of urban growth management in Auckland.
- Eissa, M., 2015. Análise do ciclo de vida usando Lourenço modelo: caso da cidade de Damasco (1960-2015) (Doctoral dissertation).
- Carruthers, J.I. and Ulfarsson, G.F., 2003. Urban sprawl and the cost of public services. Environment and Planning B: Planning and Design, 30(4), pp.503-522.
- Ginet, P., 2007, April. How being in control of the urban sprawl? Tools, evaluation and perspective: Contribution of the French study-case. In Processes of metropolisation in north-western Europe..
- Maier, G., Franz, G. and Schrock, P., 2006. Urban Sprawl. How Useful Is This Concept?
- Noor, N.M., Rosni, N.A., Hashim, M. and Abdullah, A., 2018. Developing land use geospatial indices (LUGI) for sprawl measurement in alpha cities: Case study of Kuala Lumpur, Malaysia. Cities, 82, pp.127-140.
- Mosammam, H.M., Nia, J.T., Khani, H., Teymouri, A. and Kazemi, M., 2017. Monitoring land use change and measuring urban sprawl based on its spatial forms: The case of Qom city. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science, 20(1), pp.103-116.
- Jaeger, J.A., Bertiller, R., Schwick, C., Cavens, D. and Kienast, F., 2010. Urban permeation of landscapes and sprawl per capita: New measures of urban sprawl. Ecological Indicators, 10(2), pp.427-441.

- Jaeger, J.A. and Schwick, C., 2014. Improving the measurement of urban sprawl: Weighted Urban Proliferation (WUP) and its application to Switzerland. Ecological indicators, 38, pp.294-308.
- Abazi, F. and Pallaska, E., 2018. Urban Sprawl and its impact on Economic, Social and Environmental factors qStudy case–Suburban Neighborhood of Pristina (International Village, Neighborhood Qershia, Swiss Village).
- Hennig, E.I., Soukup, T., Orlitova, E., Schwick, C., Kienast, F. and Jaeger, J.A., 2016. Annexes 1-5: Urban Sprawl in Europe. Joint EEA-FOEN report. No 11/2016.
- Nazarnia, N., Harding, C. and Jaeger, J.A., 2019. How suitable is entropy as a measure of urban sprawl?. Landscape and Urban Planning, 184, pp.32-43.
- https://www.merriam-webster.com.
- https://www.abc.net.au
- https://www.pinterest.com/pin/627196685607922099/visual-search
- Ari land for sale in Qëndresa - Çagllavicë neighborhood - Topia KS (topia-ks.com