JAUES

Journal Of Al Azhar University Engineering Sector

Vol. 11, No. 39, April 2016, 830-855

مستويات تحليل التعقيد الهندسى فى المناطق اللارسمية

حاتم عبد الرحمن فايد
كلية الهندسة- جامعة القاهرة

ABSTRACT
The early studies of spontaneous settlements concluded that it has no order due to its fuzzy Geometrical structure, but the complexity theory changed the paradigm of research and scholars redefined the spontaneous settlements as a complex geometrical system. This paper aims to detect appropriate tools to analyze geometrical order of informal settlements. reviewing the precedent analytical trials that studied the built environment in general, and focusing on informal settelments representing cases from Egypt, Saudi arabia,Turkey,india ,Brasil, philippine and India. This paper is divided into three main parts, the first part compares between several studies that analyzed complexity of the built environment in general and detects four main approaches of analyzing complexity: Measuring degree of complexity, finding the nonphysical aspects of complexity, finding the generators of complexity and defining the structure of complexity. The second part discusses the four approaches and detects the tools for each of them. The last part compares the tools which were detected and formulate an appropriate methodology to understand complexity of informal settlements.

Keywords: Informal settelments-complex geometry – Fractal geometry -Space syntax- Pattern language.

ملخص :
البناء الهندسى للمناطق اللارسمية محاط بدرجة عالية من الغموض ، وكانت النظرة السائدة أنها ذات بنية هندسية عشوائية لا تحمل أى نظام داخلى . إلا أن نظريات وعلوم التعقيد دفعت الباحثين لإعادة النظر إليها كبنية معقدة هندسيا . يهدف البحث إلى رصد أدوات تصلح لتحليل التركيب الهندسى للمناطق اللارسمية . من خلال استعراض تجارب تحليل التعقيد الهندسى فى عدد من المناطق اللارسمية فى كل من تركيا والهند ومصر والسعودية والبرازيل والفلبين بالإضافة لبعض الأمثلة من العمارة التاريخية . وبعض الأمثلة التى تدرس التعقيد الهندسى فى البيئة المشيدة بصفة عامة وينقسم البحث إلى ثلاثة أجزاء ، الجزء الأول يقارن بين مجموعة من الأبحاث التى درست التعقيد الهندسى فى البيئة المشيدة من شتى الزوايا ، ويتوصل البحث لأربعة مستويات مختلفة لدراسة التعقيد الهندسى فى البيئة المشيدة وهى: قياس درجة التعقيد - الأبعاد اللامادية (الاجتماعية والسيكلوجية) المصاحبة للتعقيد- منظومة التشريع كآلية مولدة للتعقيد - لغة النسق ، والجزء الثانى يناقش مستويات التحليل الأربعة ويرصد أدوات التحليل الخاصة بكل منها ، والجزء الأخير يقارن بين الأدوات التحليلية التى تم استخدامها فى المستويات الأربعة ويستخلص المنهجية المناسبة لتحليل التركيب الهندسى للمناطق اللارسمية .

الكلمات الدالة : المستقرات اللارسمية – هندسة التعقيد- الهندسة الكسرية- تركيب الفراغ - لغة النسق .

1 المقدمة :

خصائص المناطق اللارسمية وفق المنظور التقليدى تفهم على أنها فوضوية وغير منتظمة . مثلها فى ذلك مثل مدن العالم الثالث التى تعرف وفق المنظور التقليدى بأنها ذات بنية داخلية فوضوية ، وتتميز أنساقها الفراغية بالتفكك وعدم الترابط وتسارع عمليات التطور الغير منتظمة .ولكن وفق المنظور الحديث وفى ضوء نظريات التعقيد فإنها تعرف على أنها بيئة منتظمة ذاتيا لها نظام داخلى يحكم تطورها ونموها (Barros, et al ,2002).

1.1 أهداف البحث والفرضية والمنهجية :

الأبحاث التى تناولت التركيب الجيومترى للمناطق اللارسمية محدودة نسبيا . والبحث يهدف لمناقشة التركيب الجيومترى لتلك المناطق من عدة زوايا مختلفة كما يهدف لإقتراح منهجية تحليل مناسبة لتلك البنية الهندسية فى ضوء نظرية التعقيد كى يكون التعامل مع المناطق اللارسمية أكثر فاعلية فى إطار واعى ببنيتها الهندسية ودلالاتها المختلفة . والبحث يقوم

على فرضيتان أساسيتان وهما : أن للمناطق اللارسمية بنية منتظمة ذاتيا وتحمل فى ثناياها خصائص الأنظمة المعقدة ، ،ان ادوات التحليل النوعية والكمية الحديثة يمكن ان تكشف خصائص تلك البنية الهندسية المعقدة .والمنهجية التى إتبعت فى البحث تعتمد على التعمق فى تفاصيل التجارب التحليلية السابقة وتصنيفها تبعا لمناهجها التحليلية والمقارنة بين ادواتها لتضع فى النهاية مقترح عام للمنهجية الأنسب لتحليل البنية الهندسية للمناطق اللارسمية . وتتكون منهجية البحث من ثلاث مراحل تبدأ بمراجعة أدبية للمحاولات السابقة التى تمت لفهم البنية الهندسية للمناطق اللارسمية و المحاولات المشابهة التى تناولت المناطق التاريخية القديمة ، لتستخلص المناهج الأساسية التى تم اتباعها فى هذه المحاولات والمرحلة الثانية تتعمق فى دراسة كل منهج على حده وتستخلص الأدوات التحليلية الخاصة بكل منهج والمرحلة الثالثة تقارن ما بين أدوات التحليل المختلفة ثم تقترح منهجية متدرجة لتحليل البنية الهندسية المعقدة للمناطق اللارسمية .

2.1 **مفهوم التعقيد** :

المنظرين للأنظمة المعقدة عرفوها بأنها علم يتعامل مع الانظمة الحية .(Wallczek, 2000) . أى أن الأنظمة المعقدة ليست نتيجة تفاعل مجموعة كثيفة من الأنظمة فقط ، ولكنها تأتى للوجود كنتيجة لتنظيم ذاتى طبيعى لمكونات نظامها الطبيعى (Batty, 2005), (Alexander, 2004) . وتعتبر اللاخطية nonlinearity[1] من أهم مظاهر التعقيد . وهى الصفة التى تميز الأنظمة المعقدة التى لا تتبع رياضيا منطق المعدلات الخطية مما يعنى أن التغييرات لا تحدث بطريقة خطية فى الأنظمة الحية ولا تخضع للمعادلات من الدرجة الأولى ، ولكنها تتصف بالتنوع المعقد والعلاقات التبادلية ، وهو ما يطلق علية التغذية الراجعة feedback loops فى النظام اللاخطي.

نظريات وعلوم التعقيد يمكن أن تمثل مدخلا جيدا لتحليل البنية الهندسية للمناطق العمرانية . ووفقا لكوبر (Cooper , 2000) فإن خصائص الأنظمة المعقدة يمكن أن نلحظها فى عمران المدن ، ووفقا لوجهة نظره أيضا فإننا يمكننا اعتبار المدينة نظام معقد منتظم ذاتيا self-organizing complex systems

والمستقرات اللارسمية تمثل نموذجا واضحا للأنظمة المعقدة داخل إطار النسيج العمرانى المعقد . المفهوم العملى لمصطلح التعقيد complexity ينطبق على الأنظمة المختلفة كليا عن الأنظمة الخطية المعروفة وهو يمثل مفهوم يقابل مفهوم نيوتن ونظرته الفيزيائية . و يتميز بتداخل مجموعة كبيرة من الأجزاء والمظاهر والتفاصيل والمفاهيم ، ولا ينتج من إضافة الاجزاء المكونة للنظام ولكنه ينتج من عمليات التكشف unfolding حيث تكون خصائص النظام كلها موجوده فى الخلية الأولى مثل الجينات وتبدأ فى الظهور تباعا بمرور الزمن نتيجة لعمليات النمو مثلما تنمو الشجرة ومثلما ينمو الجنين . (Alexander, 1979) و يمكن فهمه بدراسة عدد العناصر المكونة ودراسة عدد العلاقات البينية الرابطة بين العناصر . وتلك العلاقات لا تأتى كنتيجة تفاعل مجموعة كثيفة من الأنظمة فقط ، ولكنها تأتى للوجود كنتيجة لتنظيم ذاتى طبيعى لمكونات نظامها الطبيعى (Batty, 2005; and Alexander, 2004) ،ونظريات التعقيد فتحت آفاقا جديدة أمام الباحثين وجعلتهم يعيدون النظر فى بنية البيئة المشيدة بصفة عامة والبيئة العفوية المعقدة بصفة خاصة على مستويات عدة. والباحثين لهم زوايا رؤي مختلفة ينظرون من خلالها لهذا الموضوع . فهناك من اهتم بقياسات الهندسة الكسرية Fractalالتى تمثل درجة التعقيد الهندسى فى البيئة المشيدة ، والهندسة الكسرية وسيلة لقياس الأنظمة المعقدة ، اكتشفها العالم ماندلبرت فى عام 1975 وأطلق عليها اسم الفراكتال وهى اسم وصفة فى اللغتين الانجليزية والفرنسية .(Gleick, 1987, p.98) ، وهى تساعدنا فى فهم الأشكال التى نحتها الهندسة الإقليدية جانبا ولم تدرسها لعدم انتظامها المورفولجى . وقد درس كارل بوفال Carl Bovill قياسات الفراكتال على المستوى المعمارى وألف كتاب 1996 Architecture &DesignFractal Geometry in ، وقد حاول بوفال أن يقارن بين أعمال رواد الحداثة أمثال فرانك لويد رايت ولوكوربوزيه وميس فان دى روه ويقيس درجة التعقيد في أعمالهم المختلفة كما رصد علاقة التشابه الذاتى ما بين النسيج العمرانى لبعض المناطق التاريخية وطبيعة الأرض الطبوغرافية وتركيبها الجيومترى (Bovill ,1996) ، بالإضافة لمساهمة بوفال فى هذا المجال فهناك العديد من الأبحاث المشابهة التى سارت فى نفس الإتجاه وحاولت قياس درجة التعقيد بإستخدام الفراكتال مثل (جاسم ، محمد ،2011)، (Vaughan et.al 2010) ، (Riana, et.al, 2007)، أما مايكل باتى فقد درس خصائص التعقيد والفراكتال فى البيئة المشيدة أيضا ولكن أغلب دراساته كانت على مستوى نسيج المدينة (Batty, 1994) ، (Batty, 2013)، (Batty, 2005) وهناك باحثون آخرون حاولوا الربط ما بين التعقيد الهندسى من جهة و دلالاته الإجتماعية من جهة أخرى مثل بيل هيلير Bill Hillier صاحب نظرية Space syntax التى وضعها في منتصف الثمانينات وقد حققت إنتشارا واسعا بسبب كونها أداة تحلل الجوانب المادية فى البيئة المشيدة وتربطها بدلالاتها اللامادية مثل الخصوصية والتحكم والاتصال والاندماج ، وهناك محاولات لتفسير البنية المعقدة للبيئة المشيدة فى إطار منظومة القيم والعقائد التى تحكم تلك البيئة مثل محاولات بسيم حكيم BesimHakim لفك شفرة الكود التوليدى Generative code للمدن التقليدية العربية ,1986 (Hakim,1982, 2001,2007)ومحاولات جميل أكبر لدراسة تأثير الشريعة فى البنية المعقدة للعمارة الاسلامية من خلال دراسة المدن القديمة (أكبر ،1998) ، وقد حاول أن يضع يده على الآليات العملية التى أفرزت البنية الهندسية للبيئة التقليدية وأخرجتها فى صورتها العفوية المعقدة ، ومحاولات بن حموش ، (Ben-Hamouche, 2011) التى نهجت نهجا مشابها لبسيم حكيم وجميل أكبر إلا أنها إستخدمت نظريات الفراكتال والفوضى لقياس التعقيد ورصدت

آليات مثل قوانين المواريث والشفعة كآلية ثنائية لتوليد خصائص الفراكتال فى النسيج العمرانى للمدينة الاسلامية التقليدية . أما كريستوفر الكسندر فقد قام برصد الأنساق المتكررة التى تشكل بنية البيئة المعقدة a pattern language ودرس هيئة الأنظمة الحية وحاول رصد خصائصها (Alexander 2005) وقد تعاون نيكوس سالينجاروس Nikos Salingaros مع الكسندر في بعض الأبحاث وقد اهتم سالينجاروس بقياس التعقيد فى البيئة المشيدة ، ووضع طرق لقياس التعقيد رياضيا عن طريق حساب درجة الحياتية degrees of life (Salingaros,1997,2000,2006,2010).

2 مستويات قياس التعقيد الهندسى فى البيئة المشيدة :

من خلال مراجعة الأبحاث والمحاولات التى تعرضت لقضية التعقيد الهندسى للبيئة المشيدة بصفة عامة والبيئة اللارسمية بصفة خاصة يتبن أن هناك عدة اتجاهات ينظر من خلالها الباحثون لتلك القضية ، تلك الاتجاهات و إن كانت تبدو متباعدة فى منهجيتها وأسلوبها وأدواتها فى التحليل إلا أنها جميعا تشترك فى نظرتها الغير تقليدية للبنية الجيومترية للبيئة المشيدة وتتخطاها إلى نظرة أكثر عمقا ووعيا بالبيئة المبنية كنظام دينامى تتفاعل أجزاؤه مع بعضها البعض ومع الوسط المحيط بها وتتكيف مع المتغيرات الداخلية والخارجية . يمكن تصنيف هذه الاتجاهات إلى أربع مستويات تحليل وهى : المستوى الأول يتمثل فى قياس درجة التعقيد الهندسى وتطورها ، والمستوى الثانى يجتاز البنية الهندسية المعقدة إلى دلالاتها اللامادية والمقصود بذلك الخصائص اللامادية المرتبطة بالهيئة الهندسية المعقدة مثل التأثيرات الإجتماعية والسيكولوجية التى تتفاعل مع التركيب الهندسى المعقد وتؤثر فيه وتتأثر به على حد سواء ، والمستوى الثالث يتمثل فى منظومة التشريعات والأعراف التى تعمل كآلية لتوليد التعقيد والمقصود بالآلية هنا هو الكيفية التى تعمل بها منظومة التشريعات لتوليد هذه البنية المعقدة وإظهارها إلى حيز الوجود من خلال توفير الظروف المناسبة لإحداث التفاعل ما بين مكونات البيئة وصبغتها بالصبغة الهندسية المعقدة ، أما المستوى الرابع فيرصد هيئة التعقيد الهندسى فى صورة أنساق متكررة معرفة تعريفا هندسيا واضحا و تتدرج هرميا وتتكامل تلك الانساق وتشكل فيما بينها لغة متكاملة يطلق عليها كريستوفر الكسندر لغة النسق . الدراسات السابقة التى تمت مراجعتها تظهر أن غالبية الإهتمام انصب على المناطق التقليدية التاريخية أو المناطق اللارسمية المعاصرة . ولذلك فبإلاضافة لحالات المناطق اللارسمية محل الدراسة تم الاستعانة بنماذج تاريخية لتوضيح المستويات المختلفة للتعامل مع التعقيد الهندسى وإبراز ملامحها بصورة أوضح و أشمل .

وفيما يلى جدول لتصنيف الدراسات السابقة التى تعرضت لموضوع التعقيد الهندسى للبيئة المشيدة :

جدول (1) : تصنيف الدراسات السابقة لتحليل تعقيد بنية البيئة المشيدة

الورقة البحثية	الحالة **الدراسية**	نوع البناء		مستوى التحليل				عينة التحليل		
		رسمى	غير رسمى	قياس درجة التعقيد	بنية التعقيد	*دلالة التعقيد*	آلية التعقيد	المبنى	النسيج	مخطط المدينة
لغة النسق كأداة لدراسة العمران الافريقى Steyn, G., (2006), A pattern language as a tool for studying African urbanism using ,Malindi, Kenya, as a case-study,*SAJAH*, vol., 21, p.10-26.	ماليندى كينيا		*		*			*	*	
اعادة بناء هايتى من خلال التعليم ، (تطوير لغة النسق) Neis,H.,Huggins,Y., (2011), Hatian reconstruction thrugh education.Pattern language development,Human context and programming,University of Oregon,USA.	هايتى	*	*		*			*	*	*
العمليات التوليدية لإحياء المدن التاريخية او الاحياء التراثية Hakim, B.,(2007),Generative historic processes for revitalizing districts,Urban towns or heritage design International,vol.,12, p. 87–99	نيو ميكسيكو & المنامة		*		*			*	*	
المستقرات السكنية الغير رسمية التركية وتصنيفها كعمليات توليدية حديثة للتصميم العمرانى Billig, N., (2011),Turkish informal housing settlements as a typology generative processes in odern form urban design: A casestudy of Karanfilköy and Fatih sultan Mehmetneighborhoods in Istanbul,Turkey,ClemsonUniversity, USA.	إسطنبول		*	*	*			*	*	
مدخل لقراءة لغة النسق الاجتماعى للبيئة المبنية لمنطقة الشرق الاوسط Mohamed,G., Mahmoud,N., (2013),The edge environment in Cairo: An approach to the social pattern language of reading the Middle Eastern built environment, International Journal of Sustainable Built Environment ,vol., p 227–246.	القاهرة	*	*				*			*
التركيب الجيومترى للعشوائيات : حدود ، تعبئة ، تنوع 2001 Sobreira, F., &Gomes ,G., (2001), The Geometry of Slums: Boundaries, Packing &Diversity,Centre for Advanced Spatial Analysis ,University College London.	البرازيل & كينيا		*	*						*
الفراكتال جيومترى وتطبيقاتها فى العمارة والتصميم Bovill, C., (1996), Fractal Geometry in Architecture and Design, Boston.	أماكن متنوعة	*	*	*				*	*	
هندسة الفراكتال فى المدن الاسلامية : كيف شكلت قوانين المواريث التركيب المورفولوجى Ben-Hamouche, M., (2011), Fractal Geometry in Muslim Cities:How Succession Law ShapedMorphology, Nexus Network Journal vol.,13 p.235–251	المدن الإسلامية	*	*				*	*	*	

هل تسطيع نظرية الفوضى أن تفسر التعقيد فى النسيج العمرانى ؟ تطبيقات على مستقرات المسلمين التقليدية Ben-Hamouche, M.,(2009), Can Chaos Theory Explain Complexity In Urban Fabric? Applications in Traditional Muslim Settlements, Nexus Network Journal,vol., 11 p. 217-242.	المدن الإسلامية	*	*				*	*	*
جميل عبد القادر اكبر ،(1998) ،عمارة الارض فى الاسلام ، مؤسسة الرسالة ، بيروت ، لبنان	المدن الإسلامية	*	*	*	*			*	*
السمات المشتركة للنسق الفراغى الاجتماعى للمساكن التاريخية بمدينة آردبيل – إيران Nezhad, A., (2012), Common socio-spatial aspects of historic houses in Ardabil, Iran, eighth international space syntax symposium.	آردبيل إيران		*	*			*		
لغة نسق ، مدن، مبانى ، بناء Alexander, C.1977, A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction (Center for Environmental Structure Series, Oxford University Press.	نماذج أصلية	*	*	*	*	*		*	*
التشكيل والنطاق المحيط ، سوسن بكر ، مقارنة بين خمسة مناطق فى القاهرة . Bakr, S.,(1977) , Form and territory : A comparison between four areas in Cairo ,MIT,USA.	القاهرة	*	*	*	*				*
إستخدام نظرية تركيب الفراغ لإعادة توليد قلب مدينة جدة التاريخى Hillier,B.,(2008),Using space syntax to regenrrate the historic centre of Jeddah,UIA World congress.	جدة	*	*	*	*			*	*
المدن كنماذج ناشئة المنطق المورفولوجى لمانهاتن وبرشلونة . Al Sayed,et al, (2009),Cities as Emergent Models The Morphological Logic of Manhattan and Barcelona, **the 7th International Space Syntax Symposium, Stockholm**	مانهاتن وبرشلونة	*	*	*	*			*	*
المدن الكسرية . Batty,M., (1994), Fractal Cities: A Geometry of Form and Function ,Academic Press, San Diego, CA.	باريس ولندن وبعض المدن الاوروبية	*	*	*					*
أكرم جاسم – اسماء محمد, 2009, الكسرية فى العمارة دراسة تحليلية لدراسة التكرارية فى العمارة التقليدية . مجلة الامارات للبحوث الهندسية ،16-1 (1-18)	الكاظمية بغداد		*	*				*	
المركزية كعملية متحولة ,(1999),Hillier,B. Centrality as a process, space syntax second intrnational symposium Brasilia.	لندن ونيويورك	*	*			*			*
ملاحظات حول التدرج الهرمى فى التشكيل Habraken,N.,(1984), Notes on Hierarchy in Form, the project on form hierarchies at the Department of Architecture, Massachusetts Institute of Technology	نماذج أصلية		*			*		*	*
العشوائيات والإسكان الاجتماعى : العمران المنتظم ذاتيا Salingaros,N., et al, 2006b. "Favelas	مبانى تاريخية ومعاصرة	*		*				*	

and Social Housing: The Urbanism of Self- Organization." Presented at Brazilian and Ibero-American Congress on SocialHousing, Florianópolis, Brazil, 2006..										
التعامل مع اللامتوافقات Asfour,K.,(1983), Dealing with the incompatable,MIT.	حى السكرية بالقاهرة		*		*	*			*	
التوليد الذاتى للمجاورات السكنية : دور التكوين العمرانى فى تماسك المستقرات اللارسمية Hillier, B., M. Greene, and J. Desyllas, (2000), Self-generated Neighbourhoods: the role of urban form in the consolidation of informal settlements, Urban Design International, Volume 5, Number 2, pp. 61-96(36)	مستقرات لا رسمية نتياجو – شيلى		*		*				*	*

وفيما يلى نستعرض بشئ من التفصيل مستويات التحليل الأربعة التى تم رصدها فى الدراسات السابقة :

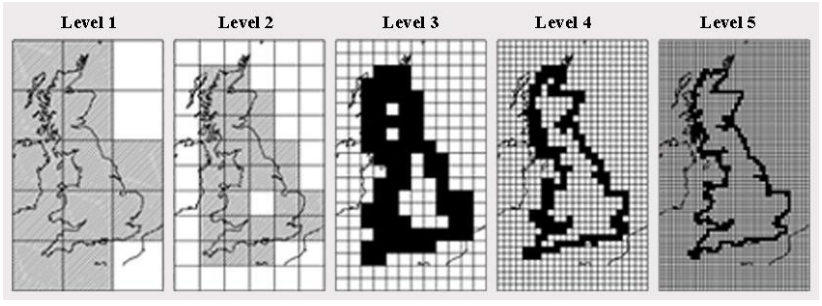
1.2 المستوى الاول : قياس درجة التعقيد الهندسى :

أول مستويات تحليل التعقيد الهندسى فى البيئة المشيدة يتمثل فى قياس درجة التعقيد نفسها . وفى هذا المستوى يتم قياس درجة التعقيد بأدوات رياضية كمية تعطى رؤية للباحث إلى أى مدى يمكن إعتبار النظام معقدا ويمكن قياس تطور نظام واحد عبر الزمن أو المقارنة ما بين عدة انظمة . فى المراجعة السابقة تم رصد عدة طرق لحساب درجة التعقيد اهمها : حساب درجة الفراكتال (البعد الكسرى) تبعا لنظرية الهندسة الكسرية fractal geometry التى وضعها ماندلبروت . بإلاضافة لطرق أخرى مثل طريقة سالينجاروس التى وضعها لقياس درجة التعقيد والحياة life & complexity عن طريق قياس temperature &harmony وطرق أخرى لحساب المنحنى اللوغاريتمى للنسب البنائية للنسيج العمرانى .

1.1.2 حساب درجة الفراكتال (البعد الكسرى) يعرف البعد الكسرى بأنه قياس رياضى لدرجة تعرج وتموج ملمس الشيء الظاهر و يوفر قياسات كمية تمزج بين النسق والمفاجئة في التكوين الإيقاعي وكتعبير عن درجة الخشونة والتي تعني مدى النسيجية التي يمتلكها الشكل . ويعبر عن الترابط بين مختلف المقاييس المتدرجة .(العكام ، المقرم ، 2010) ،تبعا للقوانين الاقليدية فان اى خط له بعد واحد (D=1) ، ولكن ماندلبروت (Mandelbrot, 1983) يؤكد أن كل أشكال

الفراكتالإ تقريبا يكون فيها D_f >D ، و فى العالم المادى ثلاثى الأبعاد يكون $0 < D_f < 3$

ويتم قياس الفراكتال بطرق رياضية كمية وبإستخدام منحنيات لوغاريتمية ، ومن أهم طرق حساب درجة الفراكتال وأكثرها انتشارا طريقة عد الصناديق Box Counting method والتى من خلالها يتم حساب معدل التغير فى التفاصيل مع التغير فى مقياس الرسم .



شكل (1) : حساب أبعاد الفراكتال لسواحل بريطانيا بطريقة Box Counting method
المصدر: Lorenz, 2003

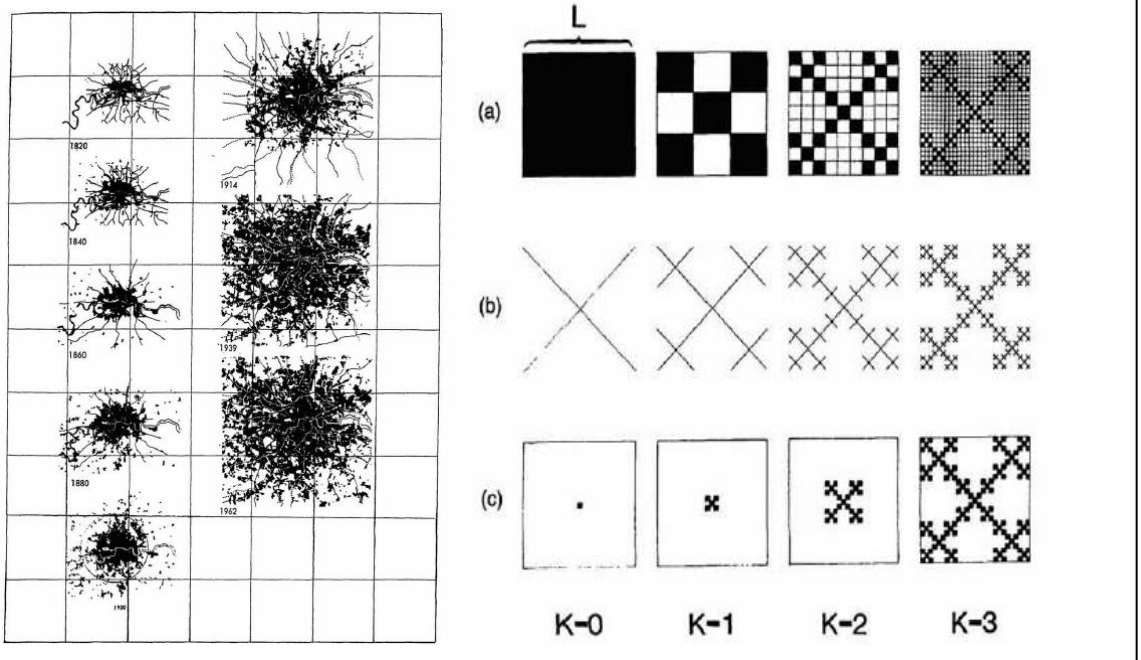
وتعد هذه الطريقة من ابسط وأسهل الطرق المستخدمة لحساب البعد الكسري للصور، ، وتعتمد هذه الخوارزمية على تقسيم الصورة إلى عدد من المربعات المتساوية الحجم r والتي تمثل عدد النقاط الصورية pixelضمن كل مربع وذلك بعد تغيير بعدي الصورة ليتلاءم وعملية التقسيم، ثم حساب عدد المربعات التـي يحتاجها الشكل ليتم تغطيته بالكامل وبحساب لوغارتم عدد المربعات N إلى لوغارتم طول ضلع المربعr ثم تكرر العملية مع تغيير مقياس التصغير وهو r ، ومن ثم حساب البعد مرة ثانيـة وهكذا إلى أن يتم الحصول على نفس القيمة وعندئذ يتم التوقف لعدم تغير القيم . ثـم حـساب الميل لمجموع قيم اللوغاريتم ،و يتم حساب البعد الكسري للصورة بالكامل وفق المعادلة الآتية :

$$D_b = \frac{[\text{Log}\,(N\,(r_2)) - \text{Log}\,(N\,(r_1))]}{[\text{Log}\,(1/r_2) - \text{Log}\,(1/r_1)]}$$

(العكام ، المقرم 2011)

من أهم الباحثين فى هذا المجال كارل بوفال (Bovill ,2000) , و يعتبر بوفال من الرواد الذين إستخدموا نظريات الفراكتال لحساب درجة تعقيد التركيب الجيومترى . ومن الأمثلة المثيرة التى قام بوفال بدراستها هى العلاقة ما بين التركيب الجيومترى للمبانى والبيئة المحيطة بها وقد حاول بوفال إثبات صحة فرضيته أن التركيب الجيومترى للطبوغرافيا يؤثر فى التركيب الجيومترى للمبانى ويفرض عليها درجة عالية من التجانس . وقد قام بوفال بعمل مقارنة ما بين تركيب الفراكتال للمبانى القديمة الموجودة فى منطقة أماسيا بتركيا وقارنها بالتركيب الجيومترى للطبوغرافيا المحيطة . وقد أثبتت النتائج صحة فرضيته وأثبت أن التركيب الطبوغرافى أثر على تركيب المبانى الجيومترى وظهر تجانس ما بين خصائص الفراكتال لكليهما . استخدم بوفال فى تجربته ثلاث صور هى النسيج العمرانى للمدينة وواجهات المنازل التقليدية والتضاريس الطبيعية للمدينة . حسابات الفراكتال أظهرت وقوع الثلاث صور فى ما بين D = 1.717 لواجهات المنازل التقليدية D = 1.432 للنسيج العمرانى للمدينة وبالتالى فإن خصائص الفراكتال للصور الثلاث تقع فى مدى هو D = 0.285 .

و من أهم الباحثين الذين اهتموا بقياس نسيج المدينة ودراسة حركيتها ونموها وتطورها مايكل باتى Michael Batty. وقد وجد فى نظرية الفراكتال وسيلة جديدة لإعادة قراءة نسيج المدينة . يعتقد باتى أن نسيج المدن العمرانى لأي مدينة لا يشغل كل الحيز الفراغى المخصص لها وتترك دائما فراغات بينية ،هذه الفراغات البينية ليست بسبب معوقات الانتشار الطبيعى ولكن بسبب عمليات التنمية المتدرجة التى حتما ستترك مسافات بينية شاغرة داخل النسيج مما يجعل وصفها بالأبعاد التقليدية غير مجدى وهنا يظهر بعد الفراكتال D الذى يقع ما بين 1 و2 . وهو يرى أن نموذج Sierpinski carpet هو الأقرب لمحاكاة هيئة نمو نسيج المدينة المخلخل . وهو نموذج يتكرر من مقياس لآخر وفق خاصية التشابه الذاتى حلل باتى نمو مدينة لندن ما بين عامى 1820 الى عام 1962 وحسب البعد الكسرى (الفراكتال) ووجد أنه يزيد بشكل تدريجى مع نمو المدينة من 1.3 الى 1.7 ولاحظ أنه مع نمو المدينة يتم ملئ الفراغات البينية فى النسيج بكفاءة أعلى . وقد كرر نفس التجربة مع مدن نيويورك وطوكيو ووصل إلى أن نسيج المدن يحمل خصائص الفراكتال وأن البعد الكسرى يتناسب طرديا مع نمو حجم المدينة . ومن هنا ظهرت نظريته عن كسرية المدينة (*Batty , 1994*).



شكل (2) : يمينا : شجرة سيربنسكى تمثل نموذج الفراكتال الأمثل لمحاكاة نمو النسيج العمرانى
يسارا :دراسة نسق نمو مدينة لندن من عام 1820 الى عام 1962 أثبتت أنها تحمل خصائص الفراكتال وأنها تزيد بمرور الزمن
المصدر :Batty , *1994*

2.1.2 المنحنى اللوغاريتمى لنسبة السد والمفتوح solid & void فى النسيج العمرانى :

هناك أبحاث حللت المنحنى الوغاريتمى للمناطق اللارسمية وأثبتت أنها تحمل خصائص التعقيد اللاخطية ومن بينها دراسة قامت بتحليل تسعة مناطق عشوائية متفرقة فى ساحل البرازيل الشمالى الشرقى وشملت دراسات إحصائية لعلاقة المساحات المبنية بالمساحات الخالية من النسيج العمرانى .

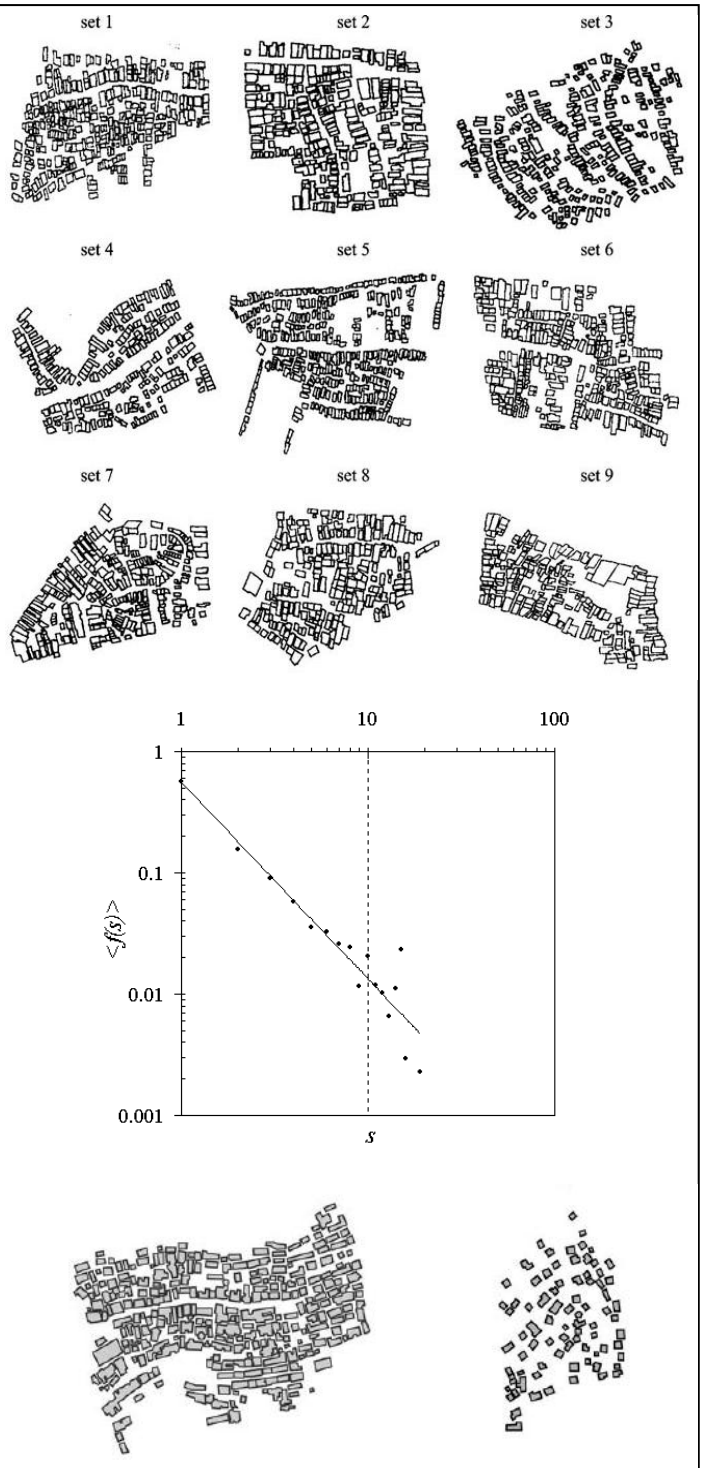
وأثبتت رياضيا ان المناطق اللارسمية تحمل فى ثناياها خصائص التعقيد وفق نظرية الفوضى وتم مقارنة النتائج بمنطقتين سكنيتين فى المنطقة المركزية بكينيا . وأظهرت التحليلات الرياضية أن المناطق اللارسمية الموجودة فى البرازيل والموجودة فى كينيا تتفق فى خصائص هندسية واحدة يمكن وصفها رياضيا بالنسق الهندسى اللاخطى وهو ما يجعلها تنتمى للأنظمة المعقدة التى تميز الأنظمة الحيوية الطبيعية (Sobreira, 2001)

3.1.2 طريقة سالينجاروس لقياس درجة التعقيد والحياة life & complexity :

اهتم سالينجاروس بنظريات التعقيد ونظرا لخلفيته العلمية الرياضية فقد وضع معادلة لقياس درجة التعقيد تعتمد على حساب الحيوية كحاصل ضرب درجة التجانس ودرجة الحرارة Temperature:

$$L = T H;\ C = T(10-H),\ 0 \le C<100$$

حيث تمثل L درجة الحياتية وتمثل C درجة التعقيد و T درجة الحرارة و تمثل H درجة التجانس وتحسب درجة الحرارة من عوامل خمسة تقدر قيمة كل منها من 0 الى 2 . هذه العوامل هى : كثافة التفاصيل وكثافة الاختلافات وكثافة اللون ودرجة التناقض واستدارة الخطوط والأشكال .

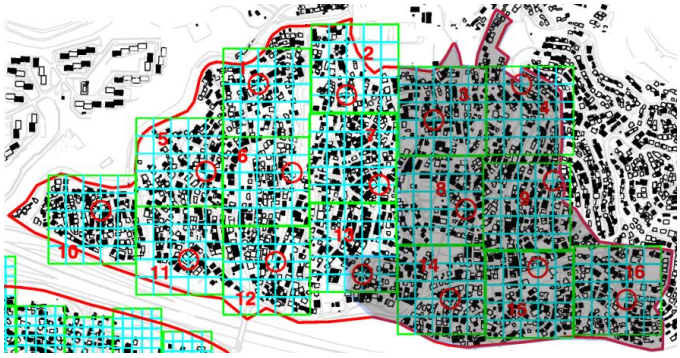


شكل (3) : المناطق اللا رسمية بالبرازيل (أعلى) وكينيا (أسفل) والمنحى اللوغاريتمى الذى يعبر عن العلاقة الرياضية التى تربط نسبة الكتل البنائية إلى المساحات البينية و تميز الأنظمة المعقد ة (وسطا)
المصدر: Sobreira, Gomes , 2001

وتحسب درجة التجانس Harmony من خمسة عوامل تقدر قيمة كل منها من 0 الى 2 هذه العوامل هى : درجة التماثل على كل المقاييس ودرجة التماثل على مختلف المستويات (أى تكرار النسق ما بين النوافذ والحوائط والارضيات) ودرجة التشابه الذاتى ودرجة رابط التكوينات الهندسية ودرجة تجانس الألوان (Billig,2006)، وقد تم استخدام طريقة سالينجاروس فى قياس درجة الحيوية والتعقيد للمستقرات اللارسمية بمنطقتى كارانفيلكوى وسلطان محمد فى محيط مدينة إسطنبول وقد تم تقسيم كل منطقة إلى ستة عشر مربعا وتم أخذ عينة من كل مربع وقد خلصت النتائج إلى أن درجة الحيوية والتعقيد فى تلك المستقرات اللارسمية فاقت درجة التعقيد فى بعض المناطق الرسمية الشهيرة التى تم تحليلها بنفس الطريقة .

$T_1 = 2$	$H_1 = 0$		
$T_2 = 2$	$H_2 = 0$		
$T_3 = 1$	$H_3 = 0$		
$T_4 = 2$	$H_4 = 1$		
$T_5 = 1$	$H_5 = 1$		
$T = 8$	$H = 2$	$L = 16$	$C = 64$

شكل (4) : تحليل بطريقة سالينجاروس لأحد المبانى السكنية اللارسمية فى محيط مدينة إسطنبول
المصدر : Billig,2006



شكل(5): النسيج اللارسمى بمنطقتى كارانفيلكوى(أعلى) وسلطان محمد (أسفل) فى محيط مدينة إسطنبول بتركيا
المصدر : Billig,2006

2.2 المستوى الثانى :

العلاقة التبادلية بين التعقيد المادى ودلالاته اللامادية (البنية الهندسية المعقدة ودلالاتها الإجتماعية والسيكلوجية) :

"المشكلة ليست فى فقدان التعقيد على المستوى المادى ولكنها فى العلاقة الرابطة ما بين تعقيد شكل الفراغات وتعقيد الحياة الإجتماعية . ولو كانت المشكلة فى تعقيد شكل الفراغات فحسب لكان من الممكن محاكاة ذلك التعقيد باستخدام برامج الكمبيوتر والإيقاعات اللوغاريتيمة "
(Salingaros,2006)

مقولة سالينجاروس لفتت نظرنا إلى المستوى الثانى لقياس التعقيد الهندسى للبيئة المشيدة والمتمثل فى الدلالات الغير المادية المبطنة داخل البنية الهندسية المعقدة وهذا المستوى يتخطى درجة التعقيد الهندسى المادية إلى الدلالات الإجتماعية والسيكلوجية لتلك الهيئة المعقدة . وفى الواقع هناك باحثون اهتموا بقراءة وتحليل هذا المستوى من التعقيد ومن اهم هؤلاء الباحثون هابراكان ونظرياته عن مستويات النفوذ وبيل هيلير ونظرياته عن بنية الفراغ . وكلا من النظريتين تبحثان فى العوامل الاجتماعية والسيكلوجية التى تؤثر بشكل متبادل فى البنية الهندسية للبيئة المشيدة .

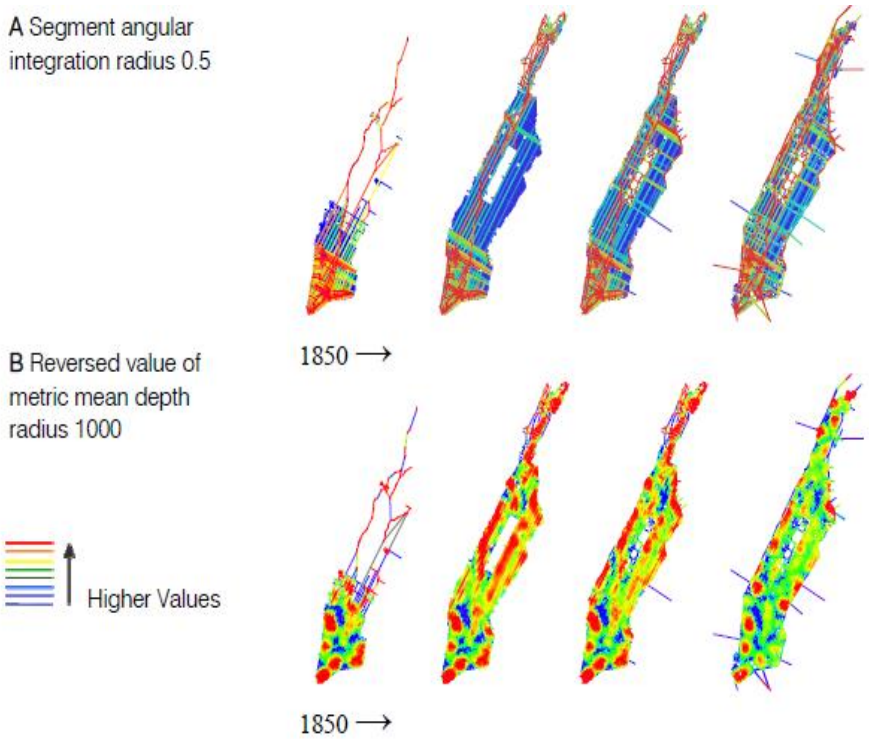
1.2.2 نظرية تركيب الفراغ Space syntax

تكمن أهمية نظرية التركيب الفراغى فى أنها تربط بشكل مباشر ما بين البنية الهندسية للبيئة وأبعادها الاجتماعية المتفاعلة معها . وضعها البروفيسور بيل هيلر Hillier والبروفيسور جوليان هانسون Hanson بجامعة لندن فى سبعينات القرن الماضى ، واليوم يتم استخدامها وتطويرها فى العديد من جامعات ومعاهد العالم فضلا عن التطبيقات المتنوعة فى المجالات العملية المختلفة . والتركيب الفراغى Space syntax يمثل نظرية للفراغ تتكون من مجموعة أدوات تحليلية وكمية ووصفية تحلل الفراغ فى مستوياته المختلفة ، داخليا وخارجيا (Hillier andHanson, 1984،

(Hillier, 1996). ، تهتم نظرية التركيب الفراغى بعلاقة الإنسان بالفراغ الذى يعيش فيه . تفترض هذه النظرية أن التركيب لفراغ ما فى مجتمع ما يحمل بداخله الخصائص الاجتماعية المميزة لهذا المجتمع.
(Dursun and Saglamer, 2003) ، الهدف من نظرية التركيب الفراغى Space syntax هو تطوير طريقة يمكن بها وصف الفراغات المأهولة بالسكان بحيث يمكن فهم الدلالات الاجتماعية الكامنة المميزة لهذا الفراغ ، تركيب الفراغ يتم تحليله تبعا لهذه النظرية بطريقة كمية رياضية . وهناك عاملان هامان مؤثران فى إدراك تركيب الفراغ ، الأول هو موقع المستخدم حيث يتأثر تركيب الفراغ بشكل كلى تبعا لموقع المستخدم داخل الفراغ ، والثانى هو أن أى تغيير صغير فى العلاقات الفراغية يؤثر بشكل كبير فى المنظومة الفراغية بشكل عام (Hillier 1998) ،وهناك مكونان رئيسان يشكلان معا التركيب الأساسى للفراغ : فراغات محدبة convex spaces و محاور axial lines .الفراغ المحدب : عبارة عن نطاق ثنائى الأبعاد يتكون من أقل عدد من النقاط ويغطى أكبر مساحة ممكنه من الفراغ . بحيث تكون كل النقاط الموجودة داخل هذا النطاق منظورة بالنسبة لجميع النقاط الأخرى داخل نفس النطاق ،المحاور axial lines : وتمثل أقل عدد ممكن من الخطوط المستقيمة التى يجب أن يتم رسمها لتصل ما بين الفراغات المحدبة التى يمكن أن تتصل بعضها ببعض . وتكامل الفراغ صفة تقيس كفاءة الفراغ وتبحث فى العلاقات البينية الرابطة بين أجزاءة والتى تتيح النفاذ من أى نقطة إلى أى نقطة أخرى فى الفراغ .ولقياس هذه العلاقة يتم استخدام خريطة النفاذية (العمق) Depth map ،و يمكن حساب متوسط العمق أو النفاذية لفراغ ما داخل الفراغ العام بطريقة حسابية عن طريق إعطاء قيمة لكل فراغ حسب درجة ابتعاده عن هذا الفراغ بمعنى إعطاء الفراغ الذى يتصل بشكل مباشر قيمة عددية مقدارها 1 والفراغ الذى يليه 2 وهكذا ثم يتم تجميع هذه القيم العددية ثم يتم قسمتها على عدد الفراغات المكونة للفراغ العام ولا يحتسب ضمنها الفراغ الذى نحسب متوسط نفاذيته . وقد نجحت نظرية التركيب الفراغى فى رصد اختلافات جوهرية ما بين الثقافات المختلفة عند تحليل البنية الهندسية للنسيج العمرانى فعلى سبيل المثال يتمتع نسيج المدن بدرجة اتصال connectivity فى المدن الأوروبية مثل مدن المملكة المتحدة تبلغ 4.61 وهى تزيد عن مثيلاتها فى المدن الإسلامية ذات النسيج التقليدى حيث تبلغ درجة الاتصال 2.97 (Hillier, 2002) . ونجحت أيضا فى رصد خصائص ترتبط بهيئة هندسة معينة للنسيج فمثلا أثبت هيليير أن النسيج الشبكى المنتظم يتصف بظاهرة أطلق عليها هيليير التناقضية المركزية paradox of centrality وهى زيادة التكامل integration فى منطقة قلب النسيج وفى نفس الوقت تقل تلك الظاهرة كلما اتجهنا الى الاطراف 0
(Hillier 1996,266) ، كما أثبتت دراسات التركيب الفراغى أن درجة سهولة التعرف على الطرق Way finding تمثل ظاهرة شديدة الحساسية وتختلف بشكل جذرى مع إحداث تعديلات طفيفة فى أماكن البلوكات وبنية النسيج وهو ما أثبته كل من هيليير ودالتون (Dalton ,2001), (Hillier, 2004) كما استنتج هيليير قاعدة يدعى أنها تحكم شكل نسيج المدن ، وهى تصف شبكة الشوارع الطويلة والشوارع القصيرة فهو يدعى أنه كلما زاد طول الخط المستقيم كلما كان أقرب أن ينتهى بزاوية تكاد تكون مستقيمة 180 مع الخط الذى يليه . وكلما قل طول الخط وصار قصيرا كلما كان أقرب أن ينتهى بزاوية قائمة 90 درجة مع الخط الذى يليه (Figueredo 2003) ،(Hillier 1999). ومن بين النتائج الهامة التى وصل إليها هيليير تمييزه لنوعين من البناء الداخلى لبنية النسيج العمرانى : خلفية ومقدمة . أما الخلفية فيقصد بها الشبكة الرئيسية التى تمتد لتربط مجموع أجزاء النسيج ويسميها البنية الشاملة Global structure ، وأما المقدمة فيقصد بها الشبكات الجزئية المكونة لنسيج المجموعات السكنية ويسميها البنية المحلية Local structure . وقد أثبت الباحثون فى بعض الحالات أن بنية الخلفية تزداد انتشارا وامتدادا بنمو النسيج بينما بنية المقدمة تزداد انكماشا وتقلصا كلما زاد حجم النسيج (Alsayed , et.al,2009)

كل النتائج السابقة التى توصل إليها هيلير من الممكن أن تفيد فى تحليل بنية المناطق اللارسمية ومن أهم تجارب هيلير فى المناطق اللارسمية تجربته فى مدينة جدة عام 2008 التى حاول فيها تحليل البنية الهندسية لقلب مدينة جدة التاريخى ودراسة تأثير تلك البنية على سلوك الناس فى تحركاتهم اليومية وتدفقهم خلال شبكة الشوارع التى تربط قلب المدينة بأطرافها .

وأظهرت النتائج فاعلية تحليلات تركيب الفراغ التى تستنتج أماكن تدفقات الحركة داخل النسيج من خلال قياس عدد يحصى مرات التغير فى زوايا المسارات least angle changing routs .



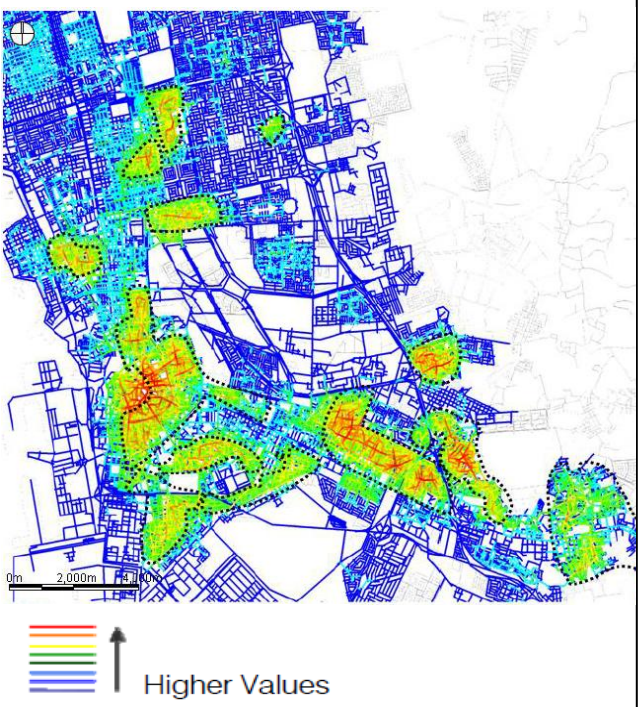
شكل (6) : تطور نسيج مانهاتن يظهر أن بنية الخلفية تزداد انتشارا وامتدادا بنمو النسيج بينما بنية المقدمة تزداد انكماشا كلما تمدد النسيج

وقد تناول هيلير فى تلك الدراسة عددا من المفاهيم الجديدة التى أثبتها من خلال تحليل التركيب الفراغى للمدينة من بينها فرضيته عن جودة النسيج ذو المراكز المنتشرة والمتعددة والمتدرجة فى المقياس وهو ما أسماه pervasive centrality ومن وجهة نظر هيلير فهذا النوع من النسيج أفضل من النسيج ذو المركز الواحد حيث يتميز بأن هناك دائما مركزا صغيرا فى الجوار ومركز كبيرا أبعد نسبيا . ومن أهم الأشياء التى تلفت النظر فى تحليل التركيب الفراغى لمدينة جدة تلك الخريطة

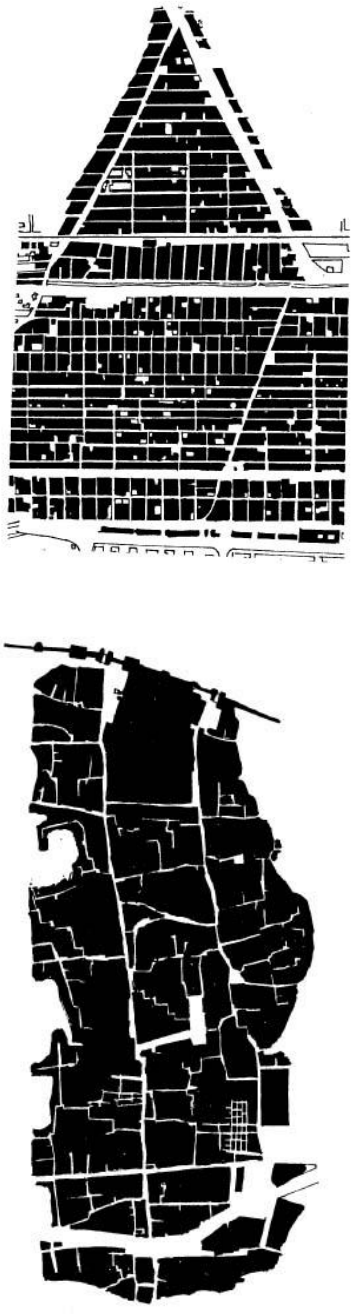
شكل (7) : يسارا خريطة لأماكن المحلات فى قلب جدة التاريخى ويمينا تحليل باستخدام برنامج depth map لمسارات الحركة التى تستقبل تدفق أكبر وبين الخريطتين توافق ملحوظ يؤكد فاعلية التحليل وقدرته على الاستنتاج الأقرب للواقع

المصدر : Hillier ,2008

التحليلية التى أظهرت المناطق الغير مخططة فى مدينة جدة كجزر معزولة وسط النسيج الرسمى . حيث ظهرت شوراعها الداخلية مترابطة بشكل قوى فيما بينها فى الوقت الذى ترتبط فيه بعلاقات ضعيفة للغاية مع المناطق الرسمية المخططة المحيطة بها وهو ما قد يذكرنا بتشبيه القلعة لسوبريرا (Sobreira, 2009) الذى شبه فيه المناطق اللارسمية بالقلعة ويعيد طرح قضية حدود المناطق اللارسمية وعلاقتها بالوسط المحيط . وتشير التحليلات إلى أن نسيج المناطق اللارسمية يرفص التكامل مع النسيج الرسمى المحيط فى الوقت الذى يحقق فيه درجة تكامل وترابط عالية داخليا .

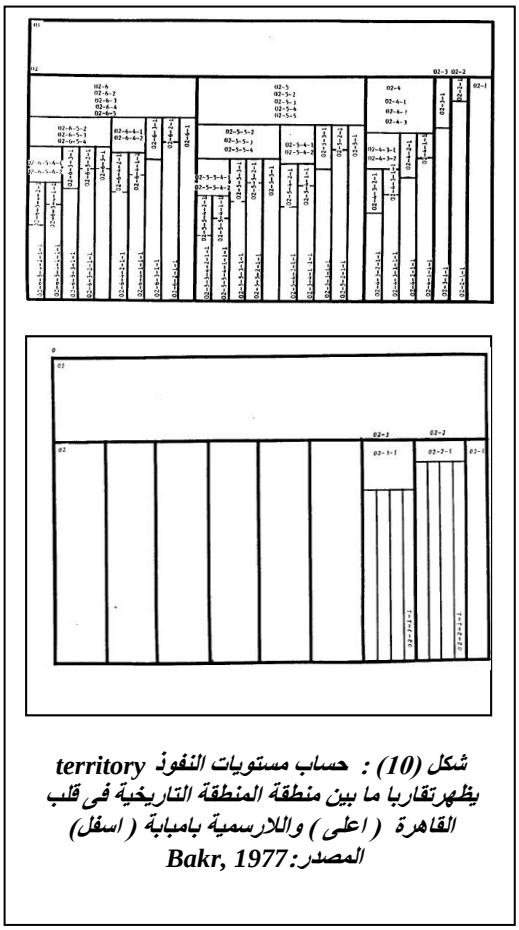


شكل (8): المناطق اللارسمية وكأنها جزر معزولة داخل النسيج الرسمى- مدينة جدة حيث تزيد درجة الاندماج داخل المناطق الرسمية



شكل (9) :المقارنة بين نسيج القاهرة التاريخية (أعلى) ومنطقة امبابة اللارسمية (أسفل)
المصدر : Bakr, 1977

تم اختبار طريقة هابراكان على منطقة إمبابة اللارسمية ضمن مقارنة بينها وبين ثلاث مناطق أخرى تاريخية و رسمية وإسكان منخفض التكاليف داخل مدينة القاهرة و توصلت الدراسة إلى أن المنطقة التقليدية التاريخية هى الأوفر حظا فى تدرج مستويات النفوذ وتليها منطقة إمبابة اللارسمية فى المرتبة الثانية . وتشابهت معها أيضا فى العديد من الخصائص الاخرى مثل كثافة البناء و تدرج مستويات الشوارع . وهذا التشابه يسترعى الإنتباه إذ كيف حدث هذا التشابه بالرغم من الفارق الزمنى الكبير واختلاف الظروف الاجتماعية والثقافية والسياسية ؟ ومن الملفت للنظر أيضا أن النموذج الغير رسمى الذى اختاره الباحث للدراسة كان مقاما على أرض زراعية ذات نظام هندسى محدد مسبقا بأحواض زراعية وشبكة مياة تؤثر بشكل مباشر فى تشكيل نسيجه العمرانى . وللوهلة الأولى يبدو نسيج إمبابة مختلف تماما عن نسيج المنطقة التاريخية إلا أن التحليلات السابقة أثبتت تشابها قويا بين المنطقتين وتميز كل منها هندسيا عن النموذجين الآخرين للعمارة الرسمية والإسكان الشعبى المنخفض التكاليف ، هذا التشابه يمكن تفسيره تبعا لاحتمالين . الأول أن التركيب الجيومترى لمنطقة إمبابة الذى نشأ فوق شبكة الأحواض الزراعية تشكلت نتيجة لآلية انتظام ذاتى عبر الزمن واكتسبت خصائص التعقيد عبر الزمن نتيجة لتأثرها بقوانين المواريث وتعرض الأرض الزراعية لمراحل تجزيئ وإعادة تجميع وفقا لنظريات جميل أكبر (أكبر ،1998) وبن حموش (Ben-Hamouche, 2009) ، والاحتمال الثانى أن النسيج اكتسب خصائص التعقيد بعد ما تحول إلى مناطق سكنية حيث تأثر بالمتغيرات السيكلوجية والاجتماعية للسكان تدريجيا مع الأخذ فى الاعتبار أنها تتشكل وتتطور ذاتيا بعيدا عن سيطرة المؤسسات.



شكل (10) : حساب مستويات النفوذ territory يظهرتقاربا ما بين منطقة المنطقة التاريخية فى قلب القاهرة (اعلى) واللارسمية بامبابة (اسفل) المصدر: Bakr, 1977

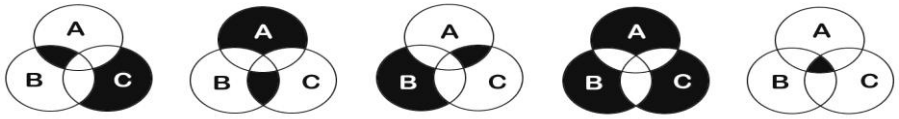
3.2 المستوى الثالث : منظومة التشريعات والأعراف كآلية لتوليد التعقيد الهندسى فى البيئة المشيدة :

المستوى الثالث يتمثل فى البحث عن تأثير منظومة تشريعات البناء المسئولة عن توليد البنية الهندسية المعقدة ، ظهر هذا المستوى فى أعمال عدد من الباحثين مثل: جميل أكبر وصالح الهذلول وبن حموش بالإضافة إلى بسيم حكيم وتشترك جميعها فى أن محل دراستها الأساسى هو المدينة الإسلامية التاريخية . والآلية التى حاولوا رصدها هى منظومة العقيدة والقيم الحاكمة للمجتمع فى ذلك الوقت والتى أفرزت من وجهة نظرهم تلك البنية الهندسية المعقدة. وكل منهم له رؤية مختلفة نسبيا .

1.3.2 تأثير منظومة التملك والسيطرة والاستخدام على البنية الهندسية للبيئة المشيدة :

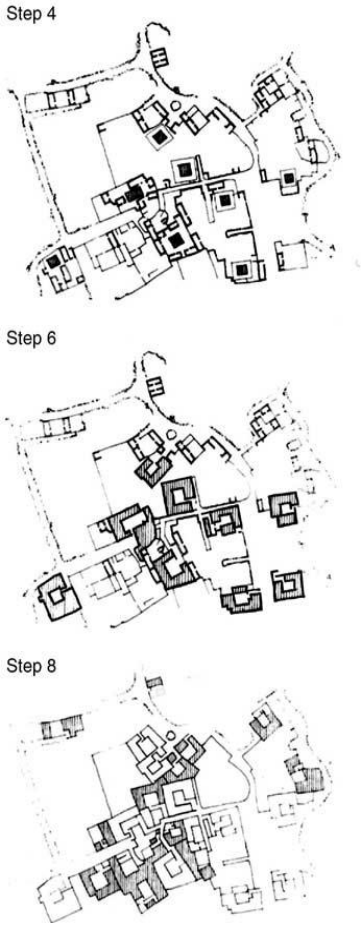
جميل أكبر (أكبر ،1998) يرى أن الغرائز الإنسانية باقية و غير متغيرة مثل العوامل الاقتصادية مثلا ، و غرائز مثل حب التملك والسيطرة تؤثر بوضوح فى البيئة المشيدة . وغريزة الإنسان تدفعه إلى التوسع فى مكانه بما لا يضر الآخرين وتدفعه للاهتمام بما يملك أكثر من اهتمامه بما لا يملك ،. و قد استخدم مصطلحات السيطرة والمسئولية والتملك. وهى نفس المصطلحات التى استخدمها هابراكان فى الربط ما بين التركيب الهندسى للبيئة والأبعاد السيكلوجية إلا أن جميل أكبر ركز فى دراسته على منظومة الشريعة الإسلامية كآلية منظمة لهذه العلاقة .وقد وقارن الباحث ما بين تكوين البيئة التقليدية القديمة وبيئتنا المحلية المعاصرة ، من خلال تحليل المنظومة التشريعية فى الحالتين وافترض أن الأولى تفاعلت مع الجوانب السيكلوجية للإنسان بشكل أفضل . رصد الباحث المنظومة التشريعية التقليدية فى المدينة الإسلامية القديمة ومصادرها وهيكلها المؤسسى حيث تركت للناس مساحة كافية من الحرية لإدارة شئون بيئتهم وفق منظومة منتظمة ذاتيا إلى حد كبير ، ثم قام برصد مرحلة التحول فى نهاية الدولة العثمانية والانتقال إلى مرحلة السيطرة على حركية البيئة بواسطة المؤسسات ذات الدواوين الضخمة . وتوصل جميل أكبر إلى إطار نظري لنماذج المسئولية وعلاقتها بتشكيل ملامح البيئة المشيدة . وقد فرق فى هذا الإطار بين حقوق ثلاثة : حق السيطرة وهو المقدرة على التصرف فى العنصر دون استخدامه و حق الاستخدام وهو التمتع باستخدام العين دون حق التمتع بملكيتها أو السيطرة عليها وحق التملك وهو يشمل حق التملك ونقل ملكية العين دون حق السيطرة أو الاستخدام . وفق هذه الحقوق الثلاثة قسم جميل أكبر احتمالات توزيع المسئولية إلى خمسة احتمالات أطلق عليها النماذج الإذعانية الخمسة وهى : **النموذج الإذعانى المؤقت :** حيث يكون الفريق المالك هو نفسه المستخدم وعليه أن يتعامل مع الفريق المسيطر مثل حالات الوصاية المؤقتة على الأطفال والحجر على السفهاء . **النموذج الإذعانى المتحد** : وفيه تخضع العين لفريق واحد هو الذى يملك ويسيطر ويستخدم .**النموذج الإذعانى المشتت** : وهو عكس النموذج السابق ويحدث عندما تشترك ثلاثة فرق فى عنصر واحد حيث يتمتع كل فريق بأحد الحقوق الثلاثة وبين هذين الاحتمالين يوجد احتمال ثالث حيث تخضع العين لفريقين ويأخذ ثلاث هيئات هى :**النموذج الإذعانى الترخيصى :** وعلى الفريق المستخدم وفق هذا النموذج أن يتعامل مع الفريق الذى يملك ويسيطر مثل المستأجر لشقة .**النموذج الإذعانى الحيازى** : حيث

يتعامل الفريق المالك مع الفريق الذى يستخدم ويسيطر مثل الأراضى الأميرية التى تملكها الدولة ويسكن بها المزارعون ولهم فيها حق التصرف . وقد استنتج الباحث أن منظومة التشريع التقليدية كانت تدفع باتجاه النموذج



شكل (11) : من اليمين إلى اليسار النموذج الإذعانى المتحد ، النموذج الإذعانى المشتت ، النموذج الإذعانى الترخيصى ، النموذج الإذعانى الحيازى ، النموذج الإذعانى المؤقت حيث تمثل A الملكية وتمثل B الاستخدام وتمثل C السيطرة
المصدر : جميل أكبر *1998*

الإذعانى المتحد حيث تجتمع الحقوق الثلاثة فتكون العين بأفضل حالة وهو ما يتماشى مع الغريزة البشرية التى تسعى للسيطرة والتحكم ومن ثم الحفاظ على أعيان ومكونات البيئة فى أفضل حالة وهو ما يتوافق مع نظريات هابراكان (Habraken,1979) ، وعلى العكس من ذلك فإن منظومة التشريع المعاصرة دفعت الأعيان باتجاه النموذج الإذعانى المشتت والذى يمثل أسوأ نماذج توزيع المسئولية وأشدها خطرا على مصلحة العين . وأبرز الأمثلة الحدائق العامة المجمعة فى البيئة المعاصرة كانت حدائق خاصة صغيرة داخل أحواش المنازل فى البيئة التقليدية وهكذا . الربط ما بين التركيب الهندسى للبيئة وحقوق التملك والاستخدام والسيطرة نلحظه بوضوح فى حالتنا المعاصرة حيث ظهرت المناطق اللارسمية كنتيجة لفقدان الدولة السيطرة على حركية البيئة . ومن جهة أخرى فإن النموذج الإذعانى المتحد الأكثر تماشيا مع غريزة الانسان يمكننا ان نلحظه فى المناطق اللارسمية حيث تتحول غالبية الشوارع الفرعية إلى امتداد خارجى للمنازل ويسيطر عليها أصحاب البيوت المطلة عليها ويستخدمونها ويملكونها فى نفس الوقت وربما يتفق ذلك مع ما اشارت الية شهيب (Shehayeb, 2009) حيث رصدت ظاهرة استخدام شوارع المناطق الغير رسمية كامتداد خارجى للمساكن الضيقة وأشارت إلى أنها ظاهرة إيجابية تساعد على إحساس الناس بالأمان داخل بيئتهم .



شكل (12) : محاكاة لمراحل تكشف نسيج المدينة التقليدية المعقد
المصدر : Hakim,2008

هذا

2.3.2 منظومة التشريع كأساس لصياغة الكود التوليدى : Generative code

يعتبر بسيم حكيم من أهم الباحثين الذين انشغلوا بنظريات الكود التوليدى Generative code فى المناطق التقليدية (Hakim,1984,1986,1998,2007,2008) ، وقد استخدم تلك النظريات لوضع خطة لتطوير المدن الإسلامية وفق منهج توليدى مستمد من منظومة العقيدة والقيم الإسلامية ، وتعتبرJacobs أحد أوائل الباحثين المؤثرين فى صياغة نظريات الكود التوليدى . وقد ناقشت المدينة العفوية، ووصفت بالتفصيل كيفية ترابط وظائفها، وكيف يدعم كل منها الآخر ويرتبط به (Jacobs,1960) ، وبعدما وضع الكسندر لغة النسق (Alexander, 1977,1979) بدأ فى طرح نظريات الكود التوليدى. ووفقا لألكسندر فإن نظريات التصميم العمراني والتخطيط التوليدى تعتمد على عمليات تكيف متدرجة وتتكشف بمرور الزمن . والمثال الشهير لهذا النوع من العمليات هو المستقرات الشعبية فى المجتمعات التقليدية والتى كان يتم انشاؤها وفق عمليات إضافة متدرجة . وقد تأثرت أفكار التصميم العمرانى التوليدى بنظريات التعقيد واستلهمت مبادئها من علوم الفيزياء والرياضيات والأحياء (Alexander, 2002) ، ويطرح حكيم نظريات التوليد الدينامية كبديل لعمليات التصميم الإستاتيكية. ويستخدم نفس الأطر الأساسية التى ترسم ملامح الكود التوليدى للمناطق التاريخية و يرى أنها مستمدة من منظومة القيم التقليدية التى كانت تحكم المجتمع ، وقد

لخصها فى خمسة مبادئ أساسية وهى : المبادئ الفوقية التى تعبر عن القيم الأساسية والمعايير الأخلاقية للمجتمع ، حقوق الفرد وحقوق الجماعة، مسئولية الفرد ومسئولية الجماعة ، مبادئ التحكم والإدارة، القوانين المنظمة والتشريعات وناقش حكيم حالتين دراسيتين هما المناطق التاريخية فى الباكركى، نيو ميكسيكو Albuquerque, New Mexico ، وحى المحرق بالمنامة ووضع لهما كودا توليديا وفق القواعد السابقة. ويرى الباحث أن الساباط والفناء والحوائط المشتركة كلها أنساق تأثرت بشكل مباشر بعملية التوليد الناجمة من تفاعل منظومة المعتقدات والقيم التقليدية مع البيئة المشيدة .

3.3.2 التشريع كآلية لتوليد خصائص الهندسة الكسرية :

هناك محاولات للربط بين منظومة التشريع فى البيئة التقليدية ونظريات الفوضى والهندسة الكسرية ، من بينها محاولات بن حموش (Ben-Hamouche, 2004, 2009a, 2009b) ، ويطرح فرضية أن منظومة التشريع مثلت آلية أساسية لتوليد البنية الهندسية المعقدة وخصائص الفراكتال حيث ساهمت فى إعادة تقسيم نطاقات الملكية وتغيير حدود السيطرة territories ، مما أدى إلى ظهور بنية الفراكتال فى النسيج العمرانى للمدينة بمرور الزمن . ووفقا للباحث فان المدن الإسلامية التقليدية ظلت تمثل لغزا أمام الباحثين المستشرقين ، وكانوا يعتبرونها بلا نظام ، وأرجعوا ذلك لغياب دور المؤسسات وانشغالها بالحروب المقدسة مما اعطى للافراد حرية زائدة ادت فى النهاية لبيئة فوضوية . ولم تتغير تلك النظرة الا فى منتصف القرن العشرين عندما حدث تغير في الفكر الحاكم ، و اكتشف الباحثون أن منظومة التشريع وطريقة تعاطى المؤسسات مع البيئة المشيدة كانت سببا وراء حدوث التعقيد فى المدينة التقليدية الإسلامية .

(Akbar 1998, Ben-Hamouche, 2004, 2009a, 2009b)

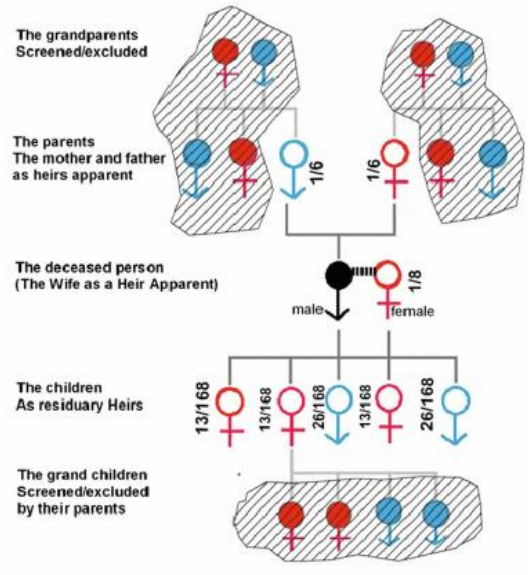
اهتم بن حموش بمنظومة المواريث ودرسها كآلية لتوليد الفراكتال ، وعملية تقسيم المواريث هنا تعمل على إعادة تشكيل التركيب المورفولجى للمدينة بشكل دائم وتنسجم مع دورة الحياة الاجتماعية الطبيعية . ووفقا للباحث تعمل قوانين المواريث على تقسيم وتجزئة البيئة إلى أجزاء مفتتة صغيرة ومن ناحية أخرى تعمل قوانين الشفعة على إعادة تجميع هذه الأجزاء من جديد ومعها قوانين أخرى مثل الأحياء والوقف والارتفاق . وامتد تأثير قوانين المواريث ليصل إلى تقسيم بعض المرافق أيضا مثل شبكات الرى وقنوات رى أشجار النخيل فى المناطق الصحراوية . ما من شانه أن يفرز بيئة معقدة هندسيا .

شكل (14) : يمينا دراسة حركية التركيب الجيومترى فى نسيج المدينة الإسلامية المتضام يمينا النسيج العمرانى لمنشية ناصر المتضام
المصدر : اكبر،1998 ، محافظة القاهرة GIZ

وعملية التقسيم هذه كانت تتم وفق مؤسسات مختصة تعمل على تقسيم الأعيان فور وفاة المالك الأصلى وهى عملية شديدة التعقيد ، واختفاء تلك المؤسسة فى وقتنا المعاصر أدى إلى عدم قدرة الورثة فى أغلب الأحيان على إتمام عملية التقسيم فيقع العقار فى دائرة الإهمال أو يتم بيعه كاملا دون تقسيم مما أدى إلى ضعف تأثير قانون المواريث على بنية البيئة المعاصرة ، وربما يمكننا أن نضيف إلى هذا السبب سببا آخر وهو طبيعة النسيج العمرانى المتضام والحوائط المشتركة مما يساعد على التفاعل و يتيح الفرصة لتفتيت وتجزيئ النسيج العمرانى ومن ثم تجميعه مرة أخرى بصورة مختلفة . وربما يفسر قانون المواريث التقسيمات الداخلية المعقدة التى نراها داخل البيوت القديمة والسلالم المتواجدة فى أماكن غير متوقعة ، والتنوع الكبير فى حجم وشكل الفراغات ، أما فى بيئتنا المعاصرة فقوانين ارتدادات المبانى ربما عملت على فصل النسيج إلى وحدات متباعدة وأضعفت قدرتهاعلى التفاعل فيما بينها . وعلى العكس نجد أن المناطق اللارسمية المعاصرة تتشابه فى نسيجها المتضام مع نسيج المناطق التقليدية مما يعنى استعدادها لتفاعل أكبر بين أجزائها بمرور الزمن وربما يمكن أن نجد تأثيرا لقوانين المواريث فى بنيتها الهندسية المعقدة .

شكل (13): نموذج نصف تخيلى يحاكى به الباحث عملية التطور فى التركيب الجيومترى ورصد مراحل تطور تركيبها المورفولوجى على مدى الأجيال

المصدر : *Ben-Hamouche, 2009*



شكل (15) : نموذج لهيكل عائلة رجل متوفى تتكون من الأب والأم والأجداد والأبناء والأحفاد ونصيب كل منهم فى الميراث

المصدر : Ben-Hamouche, 2009

شكل (16)) صور توضح تأثير قوانين المواريث فى البيئة المشيدة وأنظمة الرى

المصدر : Ben-Hamouche, 2009

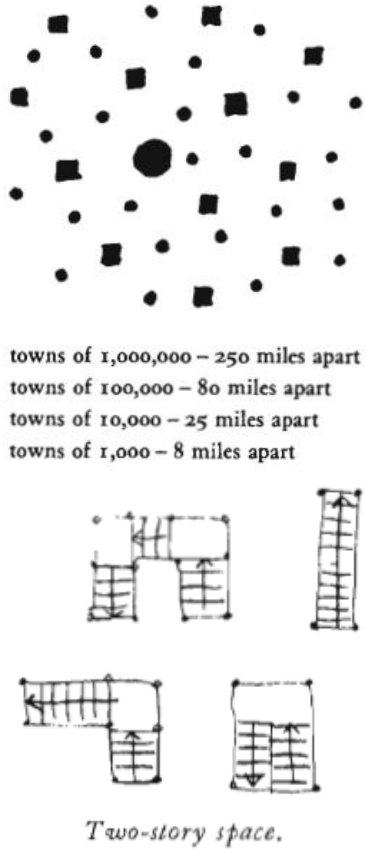
4.2 المستوى الرابع : لغة النسق للمناطق اللارسمية :

فى المستويات الثلاثة السابقة تعرضنا أولا لدرجة التعقيد الهندسى ثم علاقة التعقيد الهندسى المادى بأبعاده اللامادية السيكلوجية والاجتماعية ثم استعرضنا منظومة التشريعات التى ساعدت على توليد التعقيد والآن نحن بصدد المستوى الرابع من مستويات تحليل التعقيد الهندسى التى تم رصدها فى المراجعة السابقة والذى يتمثل فى رصد الأنماط المتكررة داخل كل منطقة وصياغتها وفق لغة نسق مميزة لتلك المنطقة .

1.4.2 أنساق كريستوفر الكسندر :

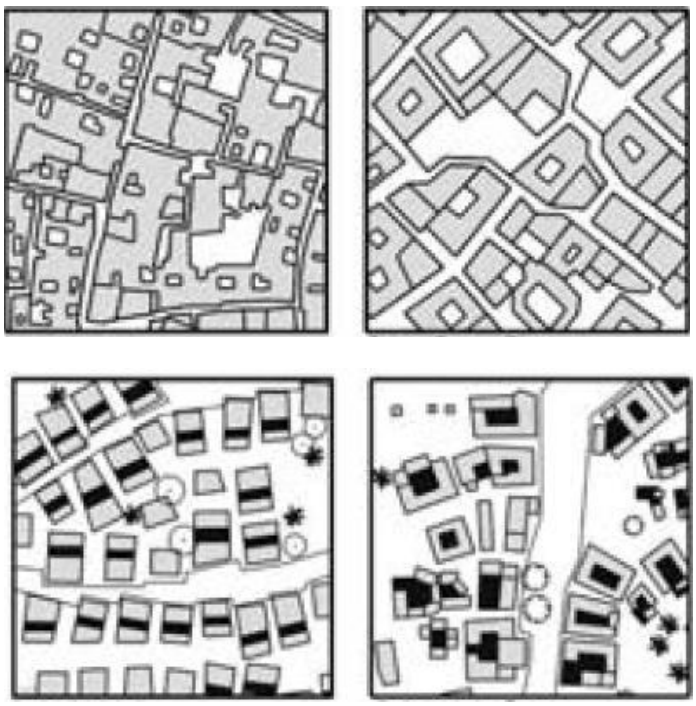
وضع كريستوفر الكسندر 253 نسقا وصفهم بدقة فى نظريته لغة النسق Pattern language وهو يرى أن تلك الأنماط متكررة فى غالبية البيئات حول العالم وتمثل فى معظمها نماذج اصلية Architype، و يعرف كريستوفر الكسندر النسق Pattern بأنه حل يمكن استخدامة بصور متغيرة لمشكلة متكررة. ويرتبط النسق بأبعاد مادية واجتماعية . ويطلق ألكسندر على هذه الأنساق مسمى الأنساق الحية أى التى تشكل فى مجملها البيئة المبنية ذات الطبيعة العضوية الحيوية . والنسق يمثل وحدة البناء و الأنساق الحية فى مجملها تكون بنية البيئة المعقدة . ويرى ألكسندر أن البيئات الناجحة فى الثقافة التقليدية يتم بنائها عادة وفق نسق معين يساعد الناس على بناء عدد لا نهائى من المبانى المتنوعة والتى تستخدم كلها لغة واحدة وفق سياق واحد . وهذا التنوع والجمال الهائل يضمن أن يكون البناء معبرا عن المجتمعات التقليدية .ويرى ألكسندر أن كل ثقافة لها لغة النسق الخاصة بها . ولغة النسق تعكس الاختلافات ما بين الثقافات ، وتعبر بشكل كلى عن ثقافة بعينها ، وهى تعرف التركيب الفراغى للبيئة المبنية ، وبالرغم من التنوع الكبير ما بين الثقافات و الاختلافات الحادة ما بين البشر الذين ينتمون لهذه الثقافات فإنه يوجد جوهر مشترك يمثل نواة ثابته تمثل جميع الثقافات .(Alexander, 1977,1979) الإضافة التى حققتها تلك النظرية فى تحليل البنية المعقده تتمثل فى أنها تخرج ملامح البيئة المعقدة من إطار الغموض وترسم صورة واضحة لها تسهل على الباحثين مناقشتها وتحليلها وفهمها بشكل أكثر وضوحا . ووفقا لألكسندر فإن نظريات التصميم العمراني والتخطيط التوليدى تعتمد على عمليات تكيف متدرجة تتم خطوة بخطوة وتتكشف بمرور الزمن ، والمثال الشهير لهذا النوع من العمليات هو المستقرات الشعبية فى المجتمعات التقليدية والتى كان يتم انشاؤها وفق علميات إضافة متدرجة .(Alexander, 2002a) . وقد استغرق الكسندر مع فريقه البحثى ثمانى سنوات ليستخرج الأنساق ال253 التى وضعها كأساس لنظريته . وهى عملية تحتاج إلى قدرة عالية على الملاحظة الشخصية والتحليل ، يحتوى كل نسق بداخله على مجموعة من الأنساق فى مستوى أسفل منه وفى نفس الوقت يقع هو ضمن مجموعة من الأنساق تتبع نسق فى مستوى أعلى . و يمكن تطبيق نظرية لغة النسق على كافة المستويات . بدءا من مستوى التخطيط الإقليمى ووصولا إلى تصميم المسقط الأفقى للمسكن الواحد بكل تفاصيلة ويغطى أيضا البعد الثالث والواجهات المعمارية بكل تفاصيلها (Alexander, 1977).استخدمت نظرية الأنساق لكريستوفر ألكسندر فى أبحاث عديدة لفك شفرة المناطق ذات البنية الهندسية المعقدة التاريخية القديمة واللارسمية المعاصرة . بعض الدراسات اكتفى بمحاولة إثبات وجود أنساق ألكسندر داخل البيئة التى يحللها كعلامة على حيوية تلك البيئة وموافقتها لمواصفات البيئة الحية كما عرفها الكسندر والتى يعتقد أنها تفجر الطاقات الإيجابية داخل الإنسان . وقد استفاد الباحثون من نظريات لغة النسق فى تحليل البيئات الهندسية الأكثر تعقيدا . إحدى هذه الدراسات حللت لغة النسق لماليندى بكينيا المتأثرة فى بنيتها بالشريعة الإسلامية وخصائصها الحاكمة (Steyn, 2006) وأجريت الدراسة على عدة مستويات : المجاورة السكنية ، المجموعات السكنية والفراغات البينية ثم المبانى وطرق إنشائها . و اكتشف الباحث أن 80 نسقا من بين ال253 نسق التى وضعها ألكسندر تحققت فى المدينة بشكل واضح . و لاحظ الباحث أن نسبة 54 % من الأنساق التى وضعها ألكسندر تصف عمران المدينة بشكل كلى و22% من الأنساق تصف المجموعات السكنية.

و10 % تصف المبانى المنفردة. أى أن التخطيط العام للمدينة يشترك فى أنساق متشابهة تتكرر فى كل أنحاء العالم ، وكلما تدرجنا فى المقياس إلى الأصغر اختفى التشابه و ظهرت ملامح الخصوصية المحلية بشكل أوضح .



شكل (17) :أنساق كريستوفر ألكسندر بدأت بنسق توزيع المدن داخل المخطط الإقليمى (أعلى) وانتهت الى تفاصيل الوحدة السكنية مثل نسق السلم داخل الوحدة ذات الطابقين (أسفل)

المصدر :Alexander. 1977



شكل (18) : *مدينة ماليندى تتكرر فيها انساق كريستوفر الكسندر الخاصة بالنسيج العمرانى*

المصدر : Steyn, 2006

2.4.2 لغة النسق المحلية لكل منطقة :

وإذا كانت الأنساق التى طرحها ألكسندر وعرفها بدقة تمثل فى معظمها نماذج أصلية تتكرر فى مختلف الثقافات والمناطق حول العالم فإنه ذكر أيضا أن لكل منطقة أنساقا محلية تميزها عن غيرها ، وهناك بعض الدراسات التى بحثت عن هذه الأنساق المحلية مثل الدراسة التى ناقشت تعقيد العمارة اللا رسمية داخل نطاق مدينة إسطنبول بتركيا كنماذج للبنية العمرانية الحيوية التى تشكلت نتيجة عمليات التوليد وفقا لأفكار الكسندر (Billig, 2011) وقد استخدم Billig خصائص الانساق الحية الإحدى عشر كما وصفها ألكسندر . ولكنه لم يستخدم أنساق ألكسندر نفسها، بل اكتشف حوالى 80 نسقا حيا محليا على مستوى المبانى والفراغات المحيطة لكل حالة من الحالتين موضع الدراسة . ولقياس عمليات التطور التوليدية التى حدثت فى المنطقتين اللارسميتين قام الباحث باستخدام الخصائص العشرة التى وضعها ألكسندر لوصف عمليات التوليد الحيوية ، و توصل الباحث إلى أن جميع قراءاته تؤكد أن تجربة العمارة اللا رسمية فى تلك المناطق أفرزت مجتمعا حيويا معقدا له خصائصه المتفردة . فيما يمثل من وجهة نظره تجربة معاصرة رائدة .ومن

شكل (20) :الفصل الاجتماعى الاقتصادى socio-economic segregation فى مدينة دلهى بالهند ، الفصل بين المسلمين والهندوس بمنطقة جوكولبورا باللونين البرتقالى والأزرق على الترتيب (يمينا) ، *وبين طائفة براهمان وشادورا بمنطقة إيزيبورا باللونين الأزرق الغامق والفاتح على الترتيب (يسارا)*

المصدر : Parham , 2011

الأنساق المهمة المميزة للمناطق اللارسمية نسق الحدود والذى يمثل أهمية خاصة عند دراسة المناطق اللارسمية والحدود تفصل وترتبط فى الوقت نفسه المنطقة اللارسمية بالمناطق الرسمية المحيطة بها و الحدود العمرانية بصفة عامة تمثل قضية هامة و ترتبط ارتباطا وثيقا بمستويات النفوذ و أبعادها السيكولوجية كما ذكر هابراكن (Habraken,1979)، وجميل أكبر (أكبر , 1998) من حيث أنها تحسن من علاقة الإنسان بالبيئة وتشعر الإنسان بالإنتماء والأمان . وقضية الحدود وعلاقتها بالإحساس بالأمان تذكرنا بطرح (Parham, 2011) عن الفصل الاجتماعى فى المستقرات اللارسمية وجوانبه الإيجابية حيث يناقش الفصل الاجتماعى الاقتصادى socio- economic segregation الذى تم رصده على مستوى المستقرات اللارسمية بمدينتى جدة بالمملكة العربية السعودية وأجرا بالهند ، ورصد الآلية الفراغية spatial mechanisms والتى تسمح بوجود علاقة التجاور ما بين المستويات الاقتصادية والاجتماعية المختلفة. وقد بين أن الفصل الاجتماعى سمة مميزة داخل النسيج العمرانى للهند بصفة عامة وقد تم رصد ظاهرة الفصل على مستوى النسيج اللارسمى داخل نسيج مدينة دلهى ودرس مستقرات سيكاندرا الشمالية والجنوبية وجوكولبورا وأزيبورا والبلدة القديمة الشمالية والجنوبية ، وقد وجد أن أكثر من 65 فى المائة من سكان تلك المناطق اللارسمية من جماعات منبوذة طائفيا ووجد أن المنطقة الواحدة يعيش بداخلها أكثر من طائفة يعيشون جنبا إلى جنب منفصلين ومتجاورين وقد وجد الباحث أن هذا التجاور مع وجود الفصل على المستوى الاقتصادى والعرقى والدينى أدى إلى جانب إيجابى حيث ساعد على استخدام نفس الموارد لجميع المناطق وفى نفس الوقت ساعد على تبادل البضائع وقد أفرز النسيج فراغات محددة يتم فيها الالتقاء ما بين هذه المستويات المتباينة اقتصاديا واجتماعيا .

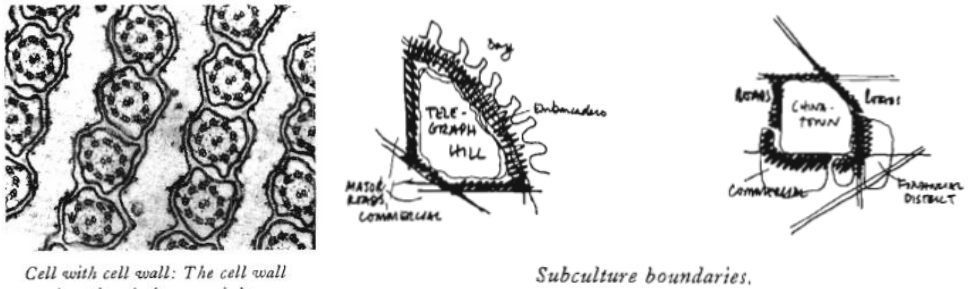
وهذا الطرح

شكل (21) : ثلاثة نماذج للعلاقة ما بين الثقافات داخل المدينة الواحدة الأول من اليمين يمثل نموذج تذوب فيه الإختلافات والثانى يمثل نموذج يتكون من عدد محدود من الثقافات المعزولة عن بعضها البعض والنموذج الثالث الذى يتبناه ألكسندر و يتكون من عدد كبير من الثقافات تتفاعل فيما بينها وفى الوقت ذاته التى تحتفظ بخصوصيتها وتعطى المجتمع ثراءه وتنوعه الثقافى .

المصدر : Alexander, 1977

يتعلق برؤية ألكسندر التى ذكرها فى كتابه pattern language (Alexander, 1977) حيث ذكر فى النسق رقم 8 قضية الحدود وأهميتها للفصل ما بين الثقافات المحلية داخل المجتمع الواحد وقد أطلق علي هذا النسق اسم mosaic of subculture . وأشار كريستوفر أن أول من طرح هذا النموذج هو Frank Hendricks فى ورقته البحثية الهامة (Hendricks, 1969) وهذا النموذج وفقا لأكسندر يميز نسيج المدينة بمجموعة من الثقافات المحلية المختلفة التى تحافظ كل منها على خصوصيتها وتوفر فى الوقت ذاته مستوى من التفاعل ما بين الثقافات المختلفة دون أن تذوب كل الثقافات فى ثقافة واحدة ، يرفض ألكسندر ظاهرة الذوبان ويرى أنها تحول المجتمع من حالة التفاعل الثرى ما بين

المكونات الثقافية المختلفة إلى مجتمع تتلاشى فيه الاختلافات ويعانى من التكرار والملل . وقد اهتم (Sobreira, 2009) بقضية الفصل ما بين النسيج الرسمى و اللا رسمى . ويضرب مثلا لهذا الفصل من إحدى المناطق اللارسمية التى تكونت بمحاذاة خط السكة الحديد بمانيلا عاصمة الفلبين ويرى أن حدود المنطقة اللا رسمية هى العنصر الأساسى فى تشكيل تركيبها المورفولوجى . حيث تبدأ تلك الحدود فى جذب الوحدات السكنية العشوائية فى البداية ثم تستمر تعبئة المنطقة من الداخل وزيادة كثافتها بمرور الوقت . وقد عقد Sobreira مقارنة على مستوى التشكيل ما بين النسيج العمرانى التقليدى التاريخى و ظاهرة البناء الغير رسمى فى وقتنا المعاصر . وقد شبه المناطق الغير الرسمية التى تقع فى قلب نسيج المدينة الرسمى بالقلاع التاريخية التى كان يهرع الناس للإحتماء بداخلها وقت الحروب ، و هو تشبيه مجازى . وهو يرى أن المناطق اللارسمية هى قلاع العصر الحديث ، ولكن من وجهة نظره حوائط القلاع هذه المرة ليس من الضرورى أن تتكون من الأحجار السميكة ، فقد تتلاشى الحواجز المادية وتظل الفجوة الاجتماعية التى تفصل ما بين النسيج الرسمى والغير رسمى أكثر عمقا وتأثيرا فى الفصل ما بين الداخل والخارج ، إلا أن قلاع العصور الوسطى كانت بمثابة مكانا رسميا للأشخاص الذين تم اختيارهم من قبل السلطة الرسمية أما سكان قلاع العصر الحديث فيمثلون النموذج العكسى وهم الأشخاص المهمشين الذين تم استبعادهم . وعلى المستوى السياسى تمثل قلاع العصور الوسطى نموذج للسيطرة بينما تأتى قلاع العصر الحديث نتيجة لعدم قدرة مؤسسات الدولة على السيطرة . وفى الحالة التاريخية تمثل المدينة الرسمية قلب القلعة الداخلى بينما فى النموذج الحديث تمثل المدينة الرسمية كل ما هو بالخارج . كما أن الحدود الفاصلة ما بين المناطق اللارسمية ومحيطها العمرانى الرسمى تمثل خطا فاصلا ما بين نسيجين عمرانيين متمايزين تشكيليا وقد تمثل فى الوقت نفسه بعض هذه الحدود نقطة جذب للوحدات العشوائية مثل الشوارع الحيوية والمسارات الرئيسية التى تعتبر مناطق جذب للنسيج اللارسمى وتمثل حلقة الوصل الرابطة بالنسيج الرسمى



شكل (23) : تشبيه الحدود العمرانية بجدار الخلية الحية . يمينا : الحدود المحيطة بالمجاورات السكنية التى تتكون من مساحات أرض خالية تتخللها مبانى خدمية ، ويسارا: الجدر التى تفصل الخلايا الحية عن السائل المحيط بها

المصدر :Alexander, 1977

المحيط (Sobreira, 2009) ،هذا المفهوم يرتبط بدرجة ما بنسق 13 الذى وضعه الكسندر واطلق عليه subculture boundaries ونسق 15 واطلق عليه neighborhood boundaries وناقش في كل منهما اهمية وجود الحدود الفاصلة ما بين المجاورات السكنية المختلفة وأعطى تشبيها لهذه الحدود بجدار الخلايا الحية الذى يحيط بكل خلية والذى يحافظ على وظائفها الداخلية ولا يفصلها عن محيطها الخارجى بقدر ما يعمل كوسيط للتفاعل ما بين الداخل والخارج .(Alexander, 1977)

3 مناقشة المناهج الاربعة السابقة ومقارنة ادواتها التحليلية :

من خلال دراسة المناهج الاربعة السابقة التى تناولت التعقيد الهندسى للبنية المشيدة بصفة عامة والبنية اللارسمية بصفة خاصة يمكننا أن نختزل المنهجية المناسبة لتحليل تعقيد المناطق اللارسمية فى شقين أساسيين : شق مادى وشق لامادى ، وهو ما يتفق مع طرح سالينجاروس الذى أشار إلى عدم الاكتفاء بدرجة التعقيد المادى وضرورة البحث عن أبعاده اللامادية(Salingaros, 2006)

ويمكن أن نلخص كلا من الشقين كما يلى :
الشق المادى : ويشمل قياس درجة التعقيد الهندسى للمناطق اللارسمية ورصد الأنماط المتكررة وفق لغة نسق مميزة لبنيتها المعقدة .
والشق اللامادى : ويتمثل فى التأثيرات الاجتماعية والسيكلوجية لتلك البنية المعقدة هندسيا . بالإضافة إلى منظومة التشريع والأعراف المتحكمة فى عمليات البناء والتى تساهم فى تشكيل تلك البيئة المعقدة بشكل أساسى ويمكن وصفها بأنها تمثل الكود التوليدى لتلك البيئة .
إذا ما تناولنا الشق المادى فسنجد أن الدراسات السابقة أثبتت كفاءة استخدام درجة الفراكتال ودرجة التعقيد لسالينجاروس ، وقد تناولت بعض الأبحاث المناطق اللارسمية فى تركيا وأثبتت وجود درجة تعقيد تميز تلك المناطق عن نظيراتها فى الأماكن الأخرى . وقد تم استخدام نظرية لغة النسق فى البحث عن الأنماط المتكررة التى تميز بعض المناطق اللارسمية . وإذا ما تناولنا الشق اللامادى ، وبدأنا بالمستوى الذى يتناول الدلالات الاجتماعية والسيكلوجية فسنجد حالات مختلفة من المناطق اللارسمية تم تناولها بشكل جيد مثل منطقة إمبابة فى القاهرة والتى ظهر بها مستويات نفوذ أقرب إلى المناطق التاريخية وزادت عن مثيلاتها من المناطق الرسمية داخل القاهرة . وأيضا ظهرت خصائص مميزة لبنية المناطق اللارسمية فى جدة أظهرت انعزالها عن محيطها العمرانى الرسمى وأظهرت انفصالا اجتماعيا واضحا داخل نسيج المدينة . وهو نفس الفصل الاجتماعى الذى ظهر بين المناطق الرسمية واللارسمية فى تحليل المناطق اللارسمية فى مدينة دلهى بالهند . أما منظومة التشريع والأعراف التى تمثل كودا توليديا فقد تم رصده فى المناطق التاريخية فقط ولا تظهر محاولات لرصدها فى المناطق اللارسمية ، ربما لأنها تتطلب مجهودا من نوع خاص نظرا لغياب التعريف اللازم لمنظومة التشريع والأعراف المتحكمة فى عمليات البناء داخل المناطق اللارسمية ، فهى من جهة لا تخضع لمنظومة التشريعات الرسمية المعاصرة ومن جهة اخرى لا يمكن أن نخضعها لنفس التشريعات التى نبعت من منظومة العقيدة التى تحكمت فى بنية المناطق التاريخية وبالتالى فالتحدى فى هذه الحالة كبير وهو مدخل دراسى مهم وقائم بذاته ويتطلب مجهودا كبيرا من مؤسسات بحثية ذات تخصصات مختلفة لتقوم بدراسة تفصيلية لاستنتاج منظومة الأعراف المتحكمة فى عملية البناء داخل تلك المناطق بهدف استنتاج الكود التوليدى الخاص بها .
المراجعة السابقة للمناهج الأربعة أظهرت عدد من أدوات التحليل التى تم استخدامها للكشف عن مستويات مختلفة داخل بنية التعقيد وهى : الهندسة الكسرية وقياس درجة التعقيد لسالينجاروس و تركيب الفراغ space syntax لهيلير وتحليل مستويات النفوذ لهابراكان ، بالإضافة لأداة سادسة وهى منظومة التشريعات المنظمة للبناء . وكل من هذه الأدوات تم استخدامه فى عدد من الدراسات وأثبت قدرته على كشف مستوى من مستويات التعقيد المختلفة ، وقد اختلفت فيما بينها فى مستوى التطبيق : مستوى المدينة ، المجاورة ، الوحدة ، التفاصيل الدقيقة داخل الوحدة السكنية ، كما اختلفت من حيث أبعاد القياس : المتمثلة فى قدرتها على تحليل الأشكال ثنائية الأبعاد فقط أو أنها تتخطاها الى البعد الثالث أيضا واختلفت أيضا من حيث عمق التحليل : هل تتوقف عند إدراك بنية التعقيد المادية أو تتخطاها إلى تأثيراتها الاجتماعية والسبكلوجية .
وفيما يلى جدول مقارنة ما بين الأدوات الست من حيث عمق التحليل ، وأبعاد القياس ومنهجيته ومستوى تطبيقه :

أداة القياس	عمق التحليل		أبعاد القياس		منهجية القياس				مستوى التطبيق			
	المستوى المادى	المستوى اللامادى	X Y	X Y Z	قياس درجة التعقيد	رصد البعد الإجتماعى	تأثير منظومة التشريع	رصد الأتساق المتكررة	التفاصيل	الوحدة	نسيج المجاورة	مخطط المدينة
الهندسة الكسرية Fractal geometry	*		*	*	*				*	*	*	*
طريقة سالينجاروس لقياس درجة الحياة والتعقيد	*		*		*				*	*	*	*
لغة النسق Pattern laguage	*	*		*				*	*	*	*	*
تركيب الفراغ Space syntax	*	*	*			*				*	*	*
مستويات السيطرة لهيلراكان	*	*	*			*				*	*	*
العرف والتشريع	*	*	*	*			*		*	*	*	*

جدول (2) : مقارنة ما بين الأدوات الست من حيث عمق التحليل ، وأبعاد القياس ومنهجيته ومستوى تطبيقه

إذا ما قارانا ما بين أداتى الفراكتال وطريقة سالينجاروس لتحديد درجة تعقيد البنية الهندسية المعقدة لوجدنا أن الفراكتال كأداة تحليل تعتمد على نظرية رياضية أثبتها ماندلبروت و تخلو من أى تقديرات قائمة على المشاهدة والملاحظة ولذا كانت نتائجها أكثر مصداقية وحيادية بينما طريقة سالينجاروس تعتمد نتائجها على تقييم مجموعة من المعاملات خاصة بدرجات التجانس والتناقض وتتم بصورة تقديرية ومن ثم فإن الفراكتال كأداة تعتبر أكثر مصداقية وربما كان هذا هو السبب فى انتشارها كأداة لقياس درجة التعقيد الهندسى بصورة كبيرة بين الباحثين . وإن كانت هناك انتقادات وجهت لتطبيقات قياس الفراكتال التى اعتبرت أنه علم حديث نسبيا وهناك باحثين قد يقعوا فى خطأ تعميم النتائج التى درست عينات صغيرة نسبيا ونبهت إلى أن نسق الفراكتال كما تم توصيفه رياضيا يصعب وجوده فى الطبيعة إلا أنها أقرت بأنها

الأكثر فاعلية فى توصيف بنية الأنظمة هندسيا على عدة مستويات قياس (Halley,2004). بالإضافة إلى انتقادات وجهت لأبحاث بوفال التى حاولت إثبات علاقة التشابة فى نسق الفراكتال ما بين بعض الأبنية التقليدية والبيئة الطبيعية المحيطة بها وأظهرت عدم دقة قياسات بوفال والتى استخدم فيها رسومات يدوية (Ostwald,2010) وبصفة عامة فإن هذا المستوى من التحليل إن كان يتوقف عند تحديد درجة التعقيد الهندسى ويخرجه لنا فى صورة قيمة قياسية . فإنه أثبت قدرة على تحليل بنية نسيج المدن ومقارنة مراحل تطورها مما يجعلها أداة فاعلة أيضا إذا ما تم استخدامها لتحليل بنية المناطق اللارسمية ذات الانماط المختلفة الصحراوية أو الزراعية ويمكننا من مقارنة مراحل نموها وتطورها . هذا بالإضافة إلى خاصية هامة فى نظرية الفراكتال تحديدا وهى خاصية التشابه الذاتى التى يمكن استخدامها لفهم الجزء من خلال الكل أو العكس . فبتحليل بنية جزء داخل منطقة لا رسمية ربما أمكننا فهم بنية المنطقة بالكامل وربما تمكننا من فهم بنية المدينة كلها إذا ما أثبتنا وجود خاصية التشابه الذاتى ما بين المستقرة اللارسمية والنطاق الأشمل المحيط بها .

وإذا ما قارنا ما بين تحليل التركيب الفراغى لهيلير وطريقة مستويات النفوذ لهابراكان فسنجد أن تركيب الفراغ له تطبيقات أعم وأشمل من مجرد الوقوف عند مستويات السيطرة بل يتخطاها إلى مجموعة من القراءات التى تشمل الخصوصية والاتصال والتكامل وتمكن من تشريح بنية الطرق والمسارات وتوفر صورة متكاملة عن بنية الفراغ ودلالاتها الاجتماعية ، ولعل هذا السبب فى انتشار تلك الطريقة بين الباحثين وتطوير برامج حاسب آلى خاصة بها واستخدامها فى تطبيقات متنوعة وقد اثبتت فاعلية فى تحليل بنبة المناطق اللارسمية فى دراسة هيلير عن مدينة جدة (Hillier 2008,) . وعلى الرغم من النجاح الملحوظ الذى حققته نظريات بيل هيلير إلا أن الامر لم يخل من انتقادات أظهرت بعض المآخذ على تلك النظريات ومن بينها تجاهل نظرية تركيب الفراغ لإرتفاعات المبانى وتجاهل علاقة النسيج بحدوده الخارجية وأيضا تجاهل استعمالات الأراضى فى نتائج التحليلات . بالإضافة للتشكيك فى نتائج تحليلات خرائط المحاور Axial Maps وإظهار بعض التضارب فى قراءاتها (Ratti, 2004) إلا أن هيلير فند معظم الإنتقادات وخاصة المتعلقة بخرائط Axial Maps (Hillier , Penn,2004) ، وعلى الرغم من هذه الانتقادات إلا أن نظرية تركيب الفراغ تظل نظرية هامة تربط بشكل مباشر ما بين البنية الهندسية ودلالاتها فى سلوك الناس وطبيعة تفاعلاتهم وهو ما يظهر فى قياساتها المختلفة : connectivity – integrity- control . ويمكن تطبيق نظرية التركيب الفراغى على كل مستويات المسقط الأفقى بدءا من المخطط العام للمدينة وانتهاءا بالمسقط الافقى للوحدة . فهى تعطى نظرية التركيب الفراغى قراءات قياسية قاطعة يمكن من خلالها تحليل دلالتها ويمكن أيضا استخدامها للمقارنة ما بين الأماكن المختلفة أو البدائل التصميمية المختلفة . و تربط ما بين التركيب الفراغى للمكان و البنية الاجتماعية للمستخدمين وبالتالى فهى تتخطى التعقيد الجيومترى المادى وتصل إلى عمق التعقيد على المستوى اللامادى. وبخلاف أنها أداة تحليل فهى يمكن أيضا أن تلعب دورا مؤثرا كأداة تصميم حيث تستخدم لتوجية المصمم للاختيار بين البدائل المختلفة وهو ما يمكن استخدامة فى مخططات تطوير المناطق اللارسمية . أما بالنسبة للمستوى الثالث المعنى بتحليل آلية توليد التعقيد والمقصود به التشريعات المنظمة للبناء . وبالرغم من وجود اجتهادات كبيرة من الباحثين الذين سبق مناقشة أعمالهم إلا أن معظم الاجتهادات التى شملتها المراجعة ركزت على المناطق التاريخية حيث قارنت ما بين البيئة التقليدية المحكومة بقوانين الشريعة الإسلامية فى مقابل البيئة المعاصرة المحكومة بالتشريعات الحديثة . والمناطق اللارسمية تمثل حالة خاصة نظرا لغياب تشريعات واضحة تنظم البناء فى تلك المناطق . وربما ألقت بعض القوانين بظلالها على بنية المناطق اللارسمية مثل المواريث والشفعة إلا أنها ليست كافية لفهم آلية توليد التعقيد فى تلك البيئة . وهو ما يستوجب بحث من نوع خاص عن منظومة العرف والآليات السائدة التى تحكم عمليات البناء فى المناطق اللارسمية المعاصرة ويمثل هذا المستوى منهجا بحثيا مهما قائما بذاته .

أما بالنسبة للمستوى الرابع والمعنى بوصف لغة النسق من خلال رصد الانساق المتكررة فقد قدمت نظرية لغة النسق طرحا جيدا لصياغة هذا المستوى ، ونظرية لغة النسق تحمل عددا من الأنساق التى يرى ألكسندر أنها تمثل نماذج أصلية Architype تتكرر فى معظم البيئات والثقافات (Alexander, 1979) وبالفعل وجد الباحثون عددا كبيرا من هذه الأنساق كما اكتشفوا أنساقا محلية متكررة خاصة بمناطق دراستهم فى عدة مناطق من العالم فى تركيا وماليندا وهيتى (Billig, 2011) ، (Neis, Huggins, 2011)، (Steyn, 2006) .

لغة النسق كأداة تحليل كما استخدمها كريستوفر الكسندر تتم وفق القراءة النوعية التى تعتمد فى الأساس على الملاحظة الدقيقة والمشاهدة . وهى تعتبر منهجية صعبة نسبيا فى التطبيق لأنها تعتمد على القدرة الذاتية فى الملاحظة والتحليل بالإضافة إلى أن نتائجها كأداة تحليل تحتمل الاختلاف بشكل كبير لأنه لا يوجد دليل قاطع يثبت صحتها . وربما تحتاج إلى أدوات كمية مساعدة ذات نتائج رياضية قاطعة لتكون معها منهجية متكاملة . وفى الواقع جميع نتائج التحليلات الكمية التى استخدمت فى المستويات السابقة إذا أظهرت وجود أنماط متكررة فهى تشكل جزءا رئيسيا من ملامح لغة النسق وهو ما يعنى أن نظرية لغة النسق يمكن استخدامها كإطار عام لوصف بنية تعقيد المناطق اللارسمية وصياغتها بدقة وفق بنية هرمية متكاملة لتعطى صورة هندسية أكثر وضوحا لتلك المناطق .

4 الخلاصة والاستنتاج :

من خلال الدراسة السابقة يمكننا التوصل إلى النتائج التالية وتشمل ثلاث نتائج أساسية بالإضافة إلى المنهجية المقترحة لتحليل بنية التعقيد للمناطق اللارسمية وهذه النتائج هى :

- تحليل المناطق اللارسمية هندسيا أثبت أنها تحمل خصائص الأنظمة العضوية المعقدة وقد ظهرت ملامح التعقيد على على عدة مستويات ، وأثبتت وجود خصائص هندسية متشابهة فى عدة مناطق حول العالم وفى نفس الوقت أظهرت بعض الخصائص المتفردة التى تميز كل منطقة على حدة .
- إمكانية الإستفادة من المناهج التى استخدمت لتحليل تعقيد المناطق التاريخية فى تحليل التعقيد الهندسى للمناطق اللارسمية نظرا لتشابه الخصائص وظروف التطور والنمو بعيدا عن سيطرة المؤسسات فى كلتى الحالتين .
- فهم منظومة الأعراف المنظمة للبناء داخل المناطق اللارسمية قضية بحثية مهمة تتطلب بحثا جادا للوصول إلى الآلية التى تتولد من خلالها بنية تلك المناطق المعقدة . مع الأخذ فى الإعتبار أن الدراسات المشابهة التى تمت على المناطق التاريخية حققت نتائج جيدة وكشفت الكثير من أسرار بنيتها المعقدة وأثبتت تأثر البنية الهندسية بمنظومة التشريع التقليدية التى كانت مستخدمة فى تلك الحقب التاريخية .

المنهجية المقترحة لتحليل البنية الهندسية للمناطق اللارسمية :

بعد مناقشة المناهج المختلفة لتحليل التعقيد ومقارنة الأدوات التحليلية المستخدمة فى كل منها يمكننا أن نقترح منهجية متدرجة لقياس التعقيد الهندسى للمناطق اللارسمية نوجزها فى ثلاث خطوات هى : قراءة البعد المادى للتعقيد ثم قراءة البعد اللامادى ثم صياغة الأنماط المتكررة التى ظهرت فى لغة نسق خاصة بالمناطق اللارسمية :

أولا قراءة البعد المادى : قياس درجة التعقيد باستخدام قراءات الهندسة الكسرية (أو أى أداة أخرى تحقق نفس الكفاءة) وتحديد درجة تعقيد النظام .

ثانيا قراءة البعد اللامادى : البحث عن تأثير التعقيد الهندسى المادى فى الخصائص الاجتماعية والسيكلوجية للمستخدمين باستخدام تحليلات space syntax (أو أى وسيلة تحقق نفس الكفاءة) وإيجاد العلاقة الرابطة ما بين درجة التعقيد والدلالات الاجتماعية والسيكلوجية .

ثالثا صياغة لغة النسق : رصد الأنماط المتكررة التى ظهرت فى القراءات السابقة فى صورة لغة نسق عامة وتحديد الأنساق المشتركة ما بين جميع المناطق اللارسمية بالإضافة لتحديد الأنساق المميزة لكل منطقة على حدة . وترك الباب مفتوحا أمام الباحثين فى المستقبل لتطوير تلك اللغة من خلال إضافة أنساق جديدة أو تطوير الأنساق التى تم التوصل إليها ، بهدف الوصول إلى لغة نسق عامة توصف بدقة البنية المعقدة للمناطق اللارسمية على المستويين المادى واللامادى .

المراجع الأجنبية :

1. Alexander, C., (1977), *A pattern language*, Oxford University Press, New York.
2. Alexander, C., (1979), The timeless way of building, Oxford University Press, New York.
3. Al Sayed,et. al, (2009),Cities as Emergent Models The Morphological Logic of Manhattan and Barcelona, The 7th International Space Syntax Symposium, Stockholm.
4. Alexander, C., (2004), The Nature of order: The Luminous Ground, The Centre for Environmental Structure, Vol. 4, Berkeley: California.
5. Batty, M. (2005) Cities and Complexity: understanding cities with cellular automata, agent-base models, and fractals, Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
6. Asfour,K.,(1983), Dealing with the incompatable,MIT.
7. Barros , J., &Sobreira, F., (2002),City of Slums: Self-organisation across scales,The International Conference on Complex Systems (ICCS2002),Nashua, NH, USA.
8. Batty,M, (1994), Fractal Cities: A Geometry of Form and Function ,Academic Press, San Diego, CA.
9. Bechhoefer, W. and Bovill, C., (1994),Fractal analysis of traditional housing in Amasya, Turkey, Changing Methodologies in the Field of Traditional Environment Research,Traditional Dwellings and Settlements Working Paper Series 61,1–21.
10. Ben-Hamouche, M.,(2009),Can Chaos Theory Explain Complexity In Urban Fabric? Applications in Traditional Muslim Settlements, Nexus Network Journal,Vol., 11 , 217-242.
11. Ben-Hamouche, M.,(2011), Fractal Geometry in Muslim Cities:How Succession Law Shaped Morphology, Nexus Network Journal vol.,13 , 235–251.
12. Bovill,C.,(1996),Fractal Geometry in Architecture & Design, Birkhäuser.
13. Ben-Hamouche, M.,(2011), Fractal Geometry in Muslim Cities:How Succession Law Shaped Morphology, Nexus Network Journal, vol.,13 , 235–251.
14. Billig, N., (2011),Turkish informal housing settlements as a typology formoderngenerative processes in urban design: A casestudy of Karanfilköy and Fatih sultan Mehmet neighborhoods in Istanbul, Turkey, Clemson University,USA.

15. Bovill, k., (2000), Fractal Geometry as Design Aid, Journal for Geometry and Graphics,Vol., 4 , 71-78.
16. Cooper, J., (2000) The Potential of Chaos and Fractal Application in Urban Design, Unpublished PhD Thesis, Oxford: Oxford Brooks University.
17. Habraken,N.,(1984), Notes on Hierarchy in Form, the project on form hierarchies at the Department of Architecture, Massachusetts Institute of Technology.
18. Habraken,N.,(1979),The Built Environment and The Limits of Professional Practice,MIT.
19. Hakim, B.,(1998),Viewpoint Urban form in traditional Islamic cultures: further studies needed for formulating theory, Cities, Vol. 16, No. 1, 51–55.
20. Hakim, B.,(1986), Dar Al Islam village new mixico,guide lines for building design decisions affecting approximate neighbors, Collage of environmental design university of petroleum& Mineralsm Dahran ,Saudi Arabia.
21. Hakim, B.,(2007),Generative processes for revitalizing historic towns or heritage districts,Urban design International,vol.,12, 87–99
22. Hakim, B.,(2008),Mediterranean urban and building codes:origins, content, impact, and lessons, Urban Design International ,Vol.,13, 21–40.
23. Hamdi, N.(2004),, Small Change: About the Art of Practice and the Limits of Planning in Cities , Earthscan, London
24. Hillier, H.,(2008), Space and spatiality:what the built environment needs from social theory, Building research & information, Vol., 36(3), p. 216–230.
25. Hillier,B.,(2008),Using space syntax to regenrrate the historic centre of Jeddah,UIA World congress.
26. Hillier,B.,(1999), Centrality as a process, space syntax second intrnational symposium ,Brasilia
27. Hillier, B., Greene, M., and Desyllas, J., (2000), Self-generated Neighbourhoods: the role of urban form in the consolidation of informal settlements, Urban Design International, Vol.,5, No., 2, 61-96
28. Hillier, B. , Hanson J. (1984), The Social Logic of Space, Cambridge: Cambridge University Press.
29. Hillier B. , Penn, A., (2004), Rejoinder to Carlo Ratti. Environment and Planning B - Planning and Design, Vol.,31 No., 487–499.
30. Hillier, B., (1996), Space is the Machine, Cambridge: Cambridge University Press.
31. Hillier, B., Hanson J., (1997), The Reasoning Art: Or, the Need for an Analytic Theory of Architecture, M.D. Major, L. Amorim, F. Dufaux (Eds.), Proceedings, 1st International Space Syntax Symposium, University College London, Vol. I, No., 1.1-1.5.
32. Hillier, B., (1998), From Research to Design , Urban Design Issue, Vol.,68, 35-37.
33. Hillier B, (2002), A theory of the city as object: how the social construction of urban space is mediated by spatial laws, Urban Design International ,Vol.,7, 153 – 179.
34. Mandelbrot, B., (1983), The Fractal Geometry of Nature, 3rd Ed, New York: W. H. Freeman and Company.
35. Neis,H., Huggins,Y., (2011), Hatian reconstruction thru education.Pattern language development,Human context and programming,University of Oregon,USA.
36. Parham ,E., (2012), The segregated classes: spatial and social relationships in slum,
37. Eighth International Space Syntax Symposium.
38. Riana,I., Parka, J., Ahna,H., Changb, D.,(2007), Fractal geometry as the synthesis of Hindu cosmology in KandariyaMahadev temple, Khajuraho, Building and Environment journal,. Vol.42 , 4093–4107.
39. Salingaros, N., (1997), In architecture from a thermodynamicanalogy. Physics Essays,Vol., 10, 165-173.
40. Salingaros, N., (2000). Complexity and urban coherence. Journal of Urban Design 5,
41. 3:291-316.
42. Salingaros,N., et.al.,(2006), Favelas and Social Housing: The Urbanism of Self-Organization. Presented at Brazilian and Ibero-American Congress on Social Housing, Florianópolis, Brazil.

43. Shehayeb, D., (2009), Advantages of Living in Informal Areas, Cairo's informal areas between urban challenges and hidden potentials , Facts. Voices and Visions, 35-43.
44. Sobreira, F.,(2002), Squatter settlements consolidation, Spatial analysis in an agent-based environment. 4th International Space Syntax Symposium, London .
45. Sobreira,F.,(2009),Favelas, barriadas, bidonvilles: the universal morphology of poverty, UNICEUB – Centro Universitário de Brasília – Departamento de Arquitetura e Urbanismo.
46. Steyn, G., (2006), A pattern language as a tool for studying African urbanism using Malindi, Kenya, as a case-study, SAJAH, ISSN 0258-3542, Vol. 21, No. 2, 10 —26.
47. Vaughan, J., Ostwald, M., (2010), Using fractal analysis to compare the characteristic complexity of nature and architecture: re-examining the evidence, Architectural science review, Vol., 53 , 323–332.
48. Walleczek,J. ,(2000), Self organized biological dynamics and nonlinear, control ,Cambridge university press.

- **المراجع العربية :**

1. اكبر،جميل ،(1992)، *عمارة الارض فى الاسلام* ، دار القبلة للطباعة والنشر.
2. الصاوى،على، (1994)، *ديناميات المعمار الشعبى والرسمى* ،رسالة دكتوراة ، جامعة القاهرة .
3. الهذلول،صالح، (1993) ، *المدينة العربية الاسلامية،اثرالتشريع فى تكوين البيئة العمرانية* ، دار الجبل لبنان.
4. العكام،اكرم و اسماء المقرم ،(2011) ، *الهندسة الكسرية : دراسة تحليلية للانظمة التكرارية فى العمارة التقليدية* ، مجلة الامارات للبحوث الهندسية ، عدد 16 ، 1-18.