

نظرية التعقيد العمراني والتطبيق على مناطق الإسكان غير الرسمي في القاهرة

The Urban Complexity Theory and Its Application to Informal Housing Areas in Cairo

علاء الدين محمد ياسين، كريمان احمد شوقي*

قسم التصميم العمراني، كلية التخطيط الاقليمي والعمراني، جامعة القاهرة

*(Corresponding author: Kreman.ahmed@cu.edu.eg)

ملخص البحث

الجهود المبذولة لتطوير مناطق الإسكان غير الرسمي حتى الان سواء من الناحية الكمية او الكيفية لم تتناسب مع حجم وتنوع قضية مناطق الإسكان غير الرسمي، إلى جانب ان هذه المناطق بها من التعقيد ما يتطلب تناول مختلف. وتستند النظريات الحديثة لتفسير العمران إلى معايير مختلفة لتفسير خصائص العمران القائم، ومنها نظرية التعقيد العمراني complexity theory، ويقوم البحث بدراسة نظرية التعقيد ويتساءل عن مدى ارتباطها بخصائص مناطق الإسكان غير الرسمي، للمساهمة في فهم أعمق وتفسير لعمران تلك المناطق باستخدام المنهج التحليلي، حيث ان تفسير خصائص عمران الإسكان غير الرسمي عن طريق نظرية التعقيد العمراني قد يساهم في تحليلها، وبالتالي رفع كفاءة وفاعلية أساليب وسياسات التطوير، أو قد يقود إلى صياغة حلول أكثر مرونة واستدامة. يتناول البحث عدة محاور رئيسة أولا مفهوم نظرية التعقيد العمراني Urban complexity وعناصرها الأساسية، ثم اكتشاف كيف يمكن ان تساهم في فهم خصائص عمران مناطق الإسكان غير الرسمي عن طريق تحليل مفهوم التعقيد العمراني على مناطق إسكان غير رسمي (منطقة بولاق الدكرور، ومنطقة منشية ناصر كنموذجين دراسيين)، ثم الجزء التحليلي والذي يوضح نموذج الإسكان غير الرسمي كنموذج معقد، ثم يأتي الجزء الخاص بالنتائج والذي يوضح كيف يمكن الاستفادة من تحليل عمران مناطق الإسكان غير الرسمي بنظرية التعقيد في طرح أفكار وطرق مختلفة للتدخل به وتحسينه.

الكلمات المفتاحية: التعقيد العمراني- النظام المعقد - مناطق الإسكان غير الرسمي - خصائص العمران.

Abstract

The efforts to address informal housing areas have been insufficient in terms of quantity and diversity, considering the complex nature of these areas. Modern urban theories focus on different criteria to understand urbanization complexity, and research explores how this relates to informal housing areas. By analyzing the characteristics of informal housing through the lens of urban complexity theory, we can gain a better understanding of these areas and improve development methods and policies. It may also lead to more flexible and sustainable solutions. This research explores urban complexity theory and its relevance to understanding informal housing areas. It specifically focuses on two case studies, Boulaq al-Dakrur and Manshiya Nasser, to analyze how urban complexity theory can be applied to these areas. The findings demonstrate how analyzing informal housing areas can lead to the identification of various ideas and interventions to enhance their conditions.

من التعقيد الحالي بالمناطق العمرانية غير الرسمية.

العمران غير رسمي غير تابع للموافقة او الاشراف الحكومي ولها انشطه غير رسميه، تتصرف بناء على محددات اجتماعيه اقتصاديه لا تمنع او تحدد وصولها إلى الفرص الرسمية. والتكوين العمراني يتداخل مع عمران غير الرسمي ويشكل اضافات في مستويات التعقيد وتفاعله مع النظام الرسمي، ويخلق نوع من النظام يتفاعل مع الوضع الحضري والعمراني. ويركز البحث على خصائص العمران غير الرسمي كنظام عمراني معقد من خلال دراسة حالتين دراسيتين (بولاق الدكرور ومنشية ناصر).

مشكلة انتشار وازياد مناطق الإسكان غير الرسمي، واجهتها الحكومة بعدد من سياسات التطوير والتحسين العمراني لتلك المناطق وفقا لرؤية التنمية "مصر ٢٠٣٠"، الا ان التدخلات اقتصرت على التحسين العمراني (رصف شوارع- تحسين واجهات- توصيل مرافق)، بالرغم

مقدمة

تمثل عناصر النظام المعقد اطر نظرية تساهم في فهم الظواهر بالبيئة العمرانية [١] حيث ان طريقة التطوير أو التشغيل المركب تشكل وتأخذ خطوات processes تعمل على زيادة التراكيب والتداخل بين العناصر في المنظومة وتعطى أهمية لتفعيل النظام الأشمل وربما يعمل على زيادة مستويات التعقيد. فعندما يتم التغيير أو التحول أو إعادة التكوين لكل منظومة فرعية أو حتى عنصر داخل المنظومة، حتى لو كان صغير قد يتعدى حدود المنظومة الخاصة وينتقل إلى المنظومات الأخرى، ويحدث متواترات خارج نطاق المنظومة.

النظام العمراني المعقد complexity of urban structure هي مستوى التعقيد والديناميكية في النظام العمراني الواضح الترابط بطريقة غير خطية وتعمل المتغيرات بصورة مستقلة ويكون له ايضا القدرة على التأقلم، واعاده ترتيب نفسه بنفسه، وهذه الدراسة هي محاولة للاستفادة

instructions ويعطى نتائج متداخلة وأكثر تعقيدا.

تعمل نظرية التعقيد طبقا لنظرية التفاعل الجزئي+ الكلى fractal geometry حيث يودى التفاعل المباشر الى تعبير على المستوى الأعلى [٨]

١-١ خصائص نظرية التعقيد:

أولا: تجميع لعدة منظومات تقوم بترتيب نفسها، لتأخذ كل منظومة شكلها الخاص بها self-organization own form ويستقل في ترتيب نفس المنظومة.

ثانيا: النظام المجمع للمنظومات لا يقوم بالتغيير بطريقه خطيه non-linear systems.

ثالثا: النظام متوافق ويعدل نفسه بناء على تغيير الظروف المختلفة adaptive systems، ويقوم بعمل الأفعال وردود الأفعال المناسبة للتطوير، فيقوم بالمنافسة أو التعاون compete + cooperative، يعمل نوع من التقييم الخاص ويتطور بناء على المتاح evaluation game تشترك في صياغة أفعال وردود أفعال act, re-act.

رابعا: يعمل بطريقة الشبكات حيث يتكرر ويتداخل مع بعض التنوع replicator، واضح هذا في النظام الاجتماعى او النظام الاقتصادى [٩].

ويكون له نوع من الخطوات/ الاجراءات processes تتبعه للزيادة أو التدهور (مثل اللغات- الكمبيوتر- والأنظمة المتأقلمة).

خصائص المنظومات المطبقة لنظرية التعقيد والتي تعطىها نوع من التطوير أو صياغة التغيير، لها حدود أو إطار بين العناصر والمنظومات المختلفة داخلها، عندما يتم التغيير أو التحول أو إعادة التكوين لمنظومة فرعية أو حتى عنصر داخل المنظومة قد يتعدى حدود المنظومة الخاصة وينتقل ويؤثر على المنظومات الأخرى. ويحدث تواترات خارج نطاق المنظومة.

التعقيد وإعادة الصياغة يتحول إلى شكل جديد (التعقيد الفرعى)، لتشكل نوع جديد من الضغط على المجموعات الأخرى، وقد تولد منظومات فرعية تأخذ دورها كنوع جديد للتفاعل والتعقيد، والأنظمة الفرعية تزيد التعقيد وتولد مجموعات أخرى فرعية (تأخذ شكل مستقل path dependency- وتعمل على التأقلم adaptive behavior- تولد تنوعيات وإمكانية للتطوير الجديد diversity of potential developments) [١٠].

٢-١ النظام المعقد:

تحاول نظرية التعقيد صياغة إطار واحد يجمع العناصر بصورة مركبة، ولكنها تؤدي وظيفة واحدة، فهي مجموعة من العناصر التي تشكل أنظمة مختلفة بينهم درجات في التداخل والارتباط داخل نظام عام منفرد يجمعهم، وقدرة هذا النظام الخاص على التأقلم والتغيير مع الوقت ربما يعطيه درجات أخرى من التعقيد (الوقت يعمل على زيادة تفعيل وتداخل المنظومات) [١١].

أشار كريستوفر الكسندر في شرحه للمدينة كنظام معقد مركب انها مجموعة من الأنسجة group of patterns واعتبرها نظام له تكوين طبيعى داخلى inner nature ومبادئ لنظام ordering principle وناتج من التداخل بين عدة أنظمة، وان هناك نوع من التدرج وأضاف انه مثلا عند وجود مفردات ٢٠ عنصر فالنتائج تكون تنوعيات أكثر من مليون نظام فرعى يمكن تواجده وتداخله وأوصى بضرورة دراسة المتخصصين لهذا النوع من التعقيد.

يعتمد النظام المعقد على مجموعة من التفاعلات بين العناصر المستقلة لا يمكن التنبؤ بها، حيث ان عناصر النظام المعقد مستقلة independent، ومترابطة مع بعضها وتنظم نفسها بشكل ذاتى self-organize [١٢]

من وجود تداخل وتشابك للابعاد الأخرى غير العمرانية، اقتصادية- اجتماعية- وقانونية. [٢] وأشارت العديد من الأبحاث إلى عدم فعالية مشروعات الارتقاء العمرانى لعدم شموليتها لكافة الأبعاد المتعلقة بتحسين جودة الحياة لسكان تلك المناطق [٣] [٤] [٥]. وهو ما تم بمنظقتى الدراسة حيث تم تنفيذ بعض التحسينات العمرانية بمنطقة بولاق الدكرور، اما منطقة منشية ناصر تم نقل السكان من الأجزاء غير الامن بالمنطقة دون تحسين لباقي المنطقة.

لذا تظهر مشكلة البحث وهى عدم فعالية سياسات وأساليب التعامل مع مناطق الإسكان غير الرسمي، والحاجة إلى منهجية جديدة للتعامل معها في اطار فهم وتحديد المنظومة العمرانية داخلها كنظام عمرانى معقد.

يعتمد البحث على المنهج النظرى التحليلى ومنهج دراسة الحالة، ويتكون من ثلاثة أجزاء كما يلى:

الجزء الأول: الخلفية النظرية لنظرية التعقيد، وخصائص النظام العمرانى المعقد وكيف يمكن تحديده،

ثم الجزء الثانى: عرض تحليلى للحالات الدراسية (بولاق الدكرور- ومنشية ناصر)، لتحديد مدى الاستفادة من نظرية التعقيد العمرانى في أسلوب التدخل بالمناطق غير الرسمية.

الجزء الثالث: المناقشة ونتائج البحث، حيث توصل البحث إلى أهمية دراسة التعقيد في مناطق الإسكان غير الرسمي كنظام عمرانى مختلف، وما أوجه صياغة التشابه والاختلاف بين المناطق وانواعها، وكيف يمكن تحسين منهجية التعامل مع تلك المناطق غير الرسمية.

هدف البحث

لا يمكن ان يتم حل المشكلات بنفس الطريقة التي اوجدتها، ويجب الانتقال من التفكير التقليدي في فهم وتحليل مناطق الإسكان غير الرسمي حتى يمكن التعامل معها واقتراح حلول أكثر ملائمة لطبيعتها وخصوصية حالتها. لذا يهدف البحث الى فهم نظرية التعقيد العمرانى على المناطق غير الرسمية والتأكد إذا ما كانت لها خصائص النظام العمرانى المعقد، حتى يمكن ان يساهم ذلك التحليل متخذى القرار على تطوير مداخل التعامل مع تلك المناطق لتكون أكثر توافقا مع طبيعتها وخصوصيتها.

١- نظرية التعقيد (العناصر الأساسية- الخصائص):

توصل الدارسون إلى ان النظرية عبارة عن منظومة تجمع مجموعة من المنظومات الفرعية في تكوين واحد، ويمكن تطبيقها في مجالات الاجتماع- الاقتصاد- الثقافة- والعناصر المتداخلة مثل الأنظمة البيئية في الغابات- المدن الخ. تحاول نظرية التعقيد صياغة إطار واحد يجمع المتغيرات بصورة مركبة، ولكنها تؤدي إلى وظيفة واحدة، فهي مجموعة من المنظومات المستقلة تتفاعل وتعمل كمنظومة واحدة بشكل خاص. اي انها أنظمة مختلفة بينهم درجات من التداخل والارتباط بنظام عام منفرد يجمعهم، ولهذا النظام الخاص قدرة على التأقلم والتغيير مع الوقت بما يعطيه درجات أخرى من التعقيد (الوقت يعمل على زيادة تفعيل وتداخل المنظومات). [٦]

طريقة التطوير أو التشغيل تشكل وتأخذ خطوات processes تعمل على زيادة التراكيب والتداخل بين العناصر في المنظومة وتعطى أهمية لتفعيل النظام الأشمل وبما يعمل على زيادة مستويات التعقيد [٧].

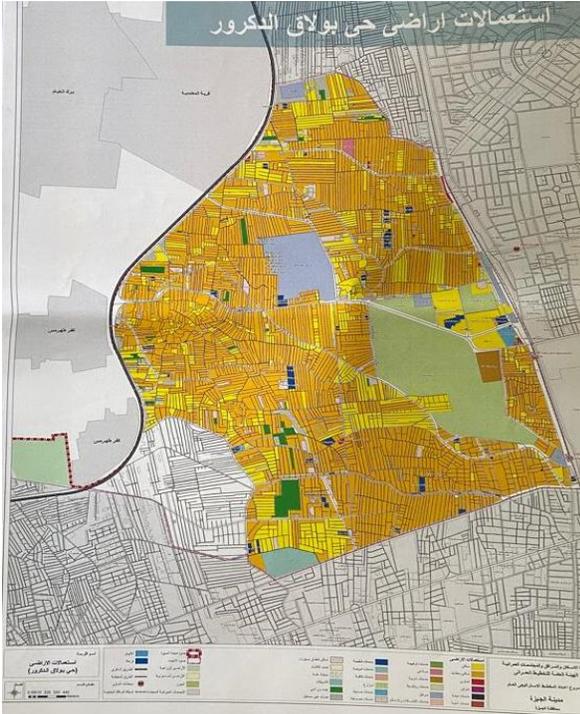
التعقيد يتصرف بأسلوب يسمى fuzzy كعناصر متعددة وهو نوع من التركيب complicated، لكن تفاعلهم يأخذ من الإخراج الكامل لنفسه self-preproduction، وينتج التطور وزيادة التفاعل من خلال الخصائص الخاصة للمنظومات as a property of sequences of

للعناصر والتي تعمل على المستوى الأصغر وينتقل الى الأكبر بشكل تنويعات وتخلق نوع من الغموض uncertainty- ambiguity

٢- التطبيق- النماذج الدراسية:

تم التطبيق على منطقتين تمثلان المناطق غير الرسمية في القاهرة الكبرى، أحدهم مبنى على أراضي زراعية (منطقة بولاق الدكرور)، والثانية بناء على ارض صحراوية وتقع شرق القاهرة (منطقة منشية ناصر). كنماذج ممثلة للإسكان غير الرسمي بالقاهرة الكبرى والذي يبلغ نسبته ٤٧٪ من إجمالي الإسكان بالقاهرة الكبرى وفقا لصندوق التنمية الحضرية ٢٠٢٠.

٢-١ بولاق الدكرور: تقع منطقة بولاق الدكرور غرب منطقتي الدقي والمهندسين، وشمال شارعى الملك فيصل والهرم، وجنوب امبابية وبشنتيل. يبلغ عدد سكانها حوالى مليون نسمة وفقا للجهاز القومى للتعبئة والاحصاء لعام ٢٠٢٣، كما تبلغ مساحتها ١٢,٩١ كم٢، وتتميز منطقة بولاق الدكرور بموقعها المتوسط بين العديد من المناطق الرسمية الحيوية والتي تضم أماكن العمل بالنسبة لمعظم سكان بولاق الدكرور كما بالشكل (١) و(٢)، كما تتميز بالأسعار المنخفضة نسبيا للوحدات السكنية، واغلب السكان بالمنطقة من الطبقة المتوسطة الا انها تضم أيضا النقيضين الفئة الأقل دخلا والفئة الأعلى دخلا [١٣]. وفيما يلي مراجعة خصائص منطقة بولاق الدكرور كنظام معقد.



شكل (١) استعمالات الأراضي لمنطقة بولاق الدكرور

٣-١ خصائص وتكوين النظام المعقد:

اتفقت الدراسات على عدة خصائص النظام المعقد كالاتى [٦]

- مجموعة من الأنظمة لها ترتيب خاص وذات تفاعل مستقل self-organized.
- تغييرها بطريقة غير خطية او ممتدة non linearities ولها اهداف فرعية صغيرة مختلفة ولكنها تعمل مع نظام اكبر large systemic effect.
- لها مسارات مستقلة path dependence وطرق مستقلة عن المحيط العام أيضا. إضافة إلى القدرة على التأقلم adaptive behavior النظام مترابط بصورة تكيفية ويعمل بخبرة تراكمية accumulated.
- يصعب التنبؤ بها unpredictability لا يمكن التأثير او التوقع لرد الفعل الخاص بها على المستوى المحلى.

٤-١ خصائص النظام المعقد فى العمران:

العناصر العمرانية غالبا تتفاعل وتتعامل مع المنظومات الأخرى (مثل الطاقة- البنية- الاقتصاد- الى جانب الاجتماعية التي هي تتجمع وتداخل مع العمران بشكل مباشر وغير مباشر)

- تزايد المعلومات information وتعقيدها يعطى العمران بعدا اخر من خلال طبيعة النسيج العمرانى وتفاعله ونقاط تداخله وتبادلته مع المتغيرات والأنشطة
- العمران يأخذ أحيانا نظام غير خطى fractal وهو ناتج عن عدة تراكيب مثل الشبكات وتوزيعها، والتعقيد من خلال اختلاف المصادر واختلاف أهدافها وطبيعتها في نظام المدينة (الأنشطة- احجامها- التنوع في عناصرها مثل الطرق او الخدمات... الخ)
- العمران أيضا يقع تحت تحكم المنظومات الحكومية والإدارات التعاونية والمتفاعلة مع المنظومات المختلفة (رخص البناء- النظم الحالية والمقترحة- تحديد المقياس المناسب لتطوير العمران المستهدف.. الخ)
- تعقيد النسيج العمرانى الذى يحتوى على عدة أنظمة تتفاعل مستقلة وتكون العمران وخصائصه نذكر منها الاتى لايضاح فكرة التعقيد:

- **منظم ذاتيا:** فهو تجميع لعدة منظومات تقوم بترتيب نفسها لتأخذ كل منظومة شكلها الخاص بها self-organization own form ويستقل في ترتيب نفس المنظومة. فمثلا التكوينات الناتجة عن الخلط في النظام الاجتماعى أو الوظائف، ودرجات تنوع مثل التنوع والخلط بين مختلف أنواع الدخل في النماذج الاجتماعية المختلفة او التنوع الخاص بالفراغات داخل العمران- توزيع الفراغات مع الأنشطة او المبانى او عند تداخل الصيغة الثقافية (المساجد- الكنائس) - التنوع ذات الصفة الاقتصادية (البنوك) والتغيرات الاقتصادية).
- **غير خطى:** النظام المجمع للمنظومات لا يقوم بطريقة خطية non-linear systems
- **مستقل:** التوزيع الخاص spatial distribution وهى التوزيعات الخاصة مستقلة عن التنويعات السابقة وتأخذ محور مستقل مثل فئات الدخل الاجتماعى- الحسابات- الوظائف ذات المقياس والنسب المختلفة.
- **متأقلم:** النظام متوافق ويعدل نفسه بناء على تغيير الظروف المختلفة adaptive systems ويقوم بعمل الأفعال وردود الأفعال المناسبة للتطوير، فيقوم بالمنافسة او التعاون compete + cooperative بعمل نوع من التقييم الخاص ويتطور بناء على المتاح.

ويضيف ساليجارس Saligaros ان النظام العمرانى المعقد يعمل على المستوى الأكبر ويظهر في علاقة المجموعات السكنية وعلاقتها بالمحيط الأعلى. وان النظام التدرج الهيكلى يضيف دائما تنويعات

من السكان يذهبون إلى العمل سيراً على الأقدام [١٣] وتوفر بولاق الذكور قدر كبيراً من العمالة بالأنشطة في قطاعي الخدمات والصناعات وفي بولاق الذكور، حيث يجد ثلث السكان عمالة داخل المنطقة، توجد ٢٥٠٠ مؤسسة صناعية صغيرة بمتوسط ٣,٩ وظيفة لكل وحدة صناعية وترتبط التنمية الاقتصادية المحلية وإمكانيات توليد الدخل ارتباطاً إيجابياً بمستوى الكثافة السكانية في هذه الأحياء. حيث مستوى عالي من الحيوية. [١٧] فتظهر استقلالية النظام هنا في الاكتفاء بما هو داخل المنطقة حيث توفر المنطقة سكن وعمل وخدمات لأهالي المنطقة مما يقلل من اعتمادهم على مناطق أخرى لتوفير الاحتياجات الأساسية لهم وتعمل كنظام مستقل.

٤-١-٢ un-predictability of نظام لا يمكن التنبؤ به adaptive behavior / effects نظام يستطيع التأقلم

عملية بناء المساكن وتطويرها تستند إلى مجموعة من العمليات خارج نطاق القوانين واللوائح الحكومية، وبالرغم من ذلك تغلب المجتمع المحلي على المشاكل التي واجهتهم مع السلطات المحلية، عن طريق دفع أموال بطرق غير رسمية، وتمت عملية البناء [١٨]. فلم يمكن التنبؤ بأحجام وأماكن البناء المختلفة التي تتم بالمنطقة حيث انها تتم بشكل غير رسمي وغير معلن في بدايتها.

المجتمع المحلي يواجه ندره في المساحات المفتوحة ونقص الخدمات، ومن مظاهر قدرة المجتمع المحلي على التكيف، انه يتم استخدام الشوارع والفراغات المتاحة بأكثر من استعمال مثلاً استخدام الفراغ كمنشآت دينية (صلاة جمعة/ عيد) أو كمنشآت رياضية لسكان المنطقة بعطلة الاسبوع، وأحياناً استخدام الفراغات كمقهى أو ساحة طعام بجزء من اليوم [١٩]. وتتمتع الشوارع بالمرونة في توفير الاستعمالات للتكيف مع احتياجات السكان، وهي تعتبر وسيلة فعالة للحد من آثار نقص الخدمات بتلك المناطق. كما انها تتغير بتغير احتياجات السوق من حيث الكم والنوعية وهو ما يرفع فائدتها إلى الحد الأقصى.

في حالة توافر أراضي فضاء بمنطقة الاسكان غير الرسمي يتم استخدامها في بعض الأنشطة الاقتصادية مثل المقاهي ومواقف السيارات والمعارض التجارية مقابل ايجار، وفي بعض الحالات يتم استخدامها بالأنشطة الاجتماعية دون ايجار مثل الأنشطة الدينية والرياضية [١٩]. وأيضاً تظهر فكرة التكيف والتأقلم في استعمال الشوارع بأكثر من وظيفة فهي ليست مجرد وصلة بين مكانين، ولكنها تأخذ ابعاداً كثيرة، فهل تعمل كمركز اجتماعي social hub، وكأماكن للعب وأماكن لامتناد الاعمال. ومن سمات المنطقة أيضاً ظهور الحلول الالهية لاي من مشكلات المنطقة فمثلاً نتيجة لضيق عروض الطرق وعدم إمكانية وصول السيارات داخل المنطقة نجد وسائل المواصلات الداخلية الخاصة بالمنطقة (التوك التوك)، والعربات الصغيرة التي يعتمد عليها السكان بشكل كبير في الانتقال الداخلي بالمنطقة [٢٠].

٢-٢ منطقة منشية ناصر: تقع منطقة منشية ناصر غرب المقطم محافظة القاهرة ويحدها شمالاً محور صلاح سالم وجنوباً الطريق المؤدى إلى جبل المقطم وغرباً محور الأوتوستراد وهذا يوضح أهمية موقع المنطقة. وتصنف المنطقة على انها من أكثر المناطق غير الرسمية كثافة وتندى من حيث مستوى الإسكان والمرافق والخدمات، كما انها تحتوي على ٨ مناطق خطيرة تختلف درجة خطورتها بين الدرجة الأولى والدرجة الثانية والتي تم التعامل معها من قبل صندوق التنمية الحضرية. وتبلغ المساحة الكلية لمنشية ناصر ١٣٢٥,٤١ فدان. ويوضح الشكل (٣) استعمالات الأراضي بالمنطقة [٢١]. وفيما يلي مراجعة خصائص منطقة منشية ناصر كنظام معقد.



شكل (٢) أحد المحاور الرئيسية بمنطقة بولاق الذكور.

١-١-٢ نظام يعمل بشكل منظم ذاتياً self-organized

تظهر فكرة التنظيم الذاتي بأكثر من شكل بمنطقة بولاق الذكور فعملية بناء العمارات تتم بالاتفاق بين ملاك الأراضي وبعضهم، كما نجد ان خدمات مثل اضاءة الشوارع وتنظيف أماكن تجمع القمامة او زراعة أشجار صغيرة يقوم بها سكان المنطقة بأنفسهم وخاصة بالشوارع الداخلية الفرعية نتيجة لشعور السكان بملكيتهما وانتمائهم لها [١٤] فمثلاً فيما يخص الاهتمام بالشوارع وتنظيفها فنسبة ٣٦٪ يقوم بها أصحاب المحلات ونسبة ٤٥٪ يقوم بها السكان أنفسهم. [١٤] وهو ما يوضح ان النظام يعمل بشكل ذاتي من خلال اهالي المنطقة والتعاون بينهم البعض دون الرجوع إلى الجهات الحكومية. ويستطيع المجتمع المحلي الوصول إلى حلول لمشكلات المنطقة مثل الاهتمام بنظافة الشوارع بجهود ذاتية دون الاحتياج إلى تدخل من أي من جهات التنمية والتطوير بالمنطقة.

٢-١-٢ نظام غير خطي Non-linear

بيانات السكان بمنطقة بولاق الذكور تُظهر ان النمو السكاني غير خطي حيث نجد ان معدل النمو بين الفترة من ١٩٧٦ حتى ١٩٨٦ يبلغ ١,٥٪، وازداد بمعدل ثابت في الفترة من ١٩٨٦ حتى ١٩٩٦، والفترة ١٩٩٦ حتى ٢٠٠٦، حيث بلغ ١,٩٪، و٢,٣٪ على التوالي، الا انه لم يستمر بصورة خطية وازداد بمعدل مضاعف في الفترة من ٢٠٠٦ حتى ٢٠١٦ ليبلغ ٥,٤٪، [١٥]، وفيما يخص النمو العمراني للمنطقة فنجد انه غير خطي وليس له معدل ثابت أيضاً حيث يوجد تباين حجم النمو العمراني بكل فترة زمنية فنجد ان النمو بالفترة من ١٩٦٨ إلى ١٩٨٢ المساحات المبنية قد ازدادت بمعدل ٣ اضعاف الفترة السابقة لها، وبالفترة من عام ٢٠٠٠ حتى ٢٠١٤ انخفض معدل المساحات المبنية إلى النصف مقارنة بالفترة الزمنية السابقة لها. [١٦] فنجد ان معدل نمو السكان غير مرتبط بشكل طردي مع زيادة عدد الوحدات أو الأنشطة بالمنطقة. فهناك فترات كانت بها زيادة كبيرة للوحدات السكنية، ولكنها ظلت شاغرة لفترة من الزمن.

٣-١-٢ نظام مستقل path-dependence

أظهرت دراسة لل GIZ عام ٢٠٠٨، ان نسبة ١٠٠٪ من السكان بمنطقة بولاق الذكور يلبون احتياجاتهم اليومية من داخل المنطقة، مما يظهر الاكتفاء التي توفره المنطقة للسكان، بالإضافة إلى ان ٦٠٪

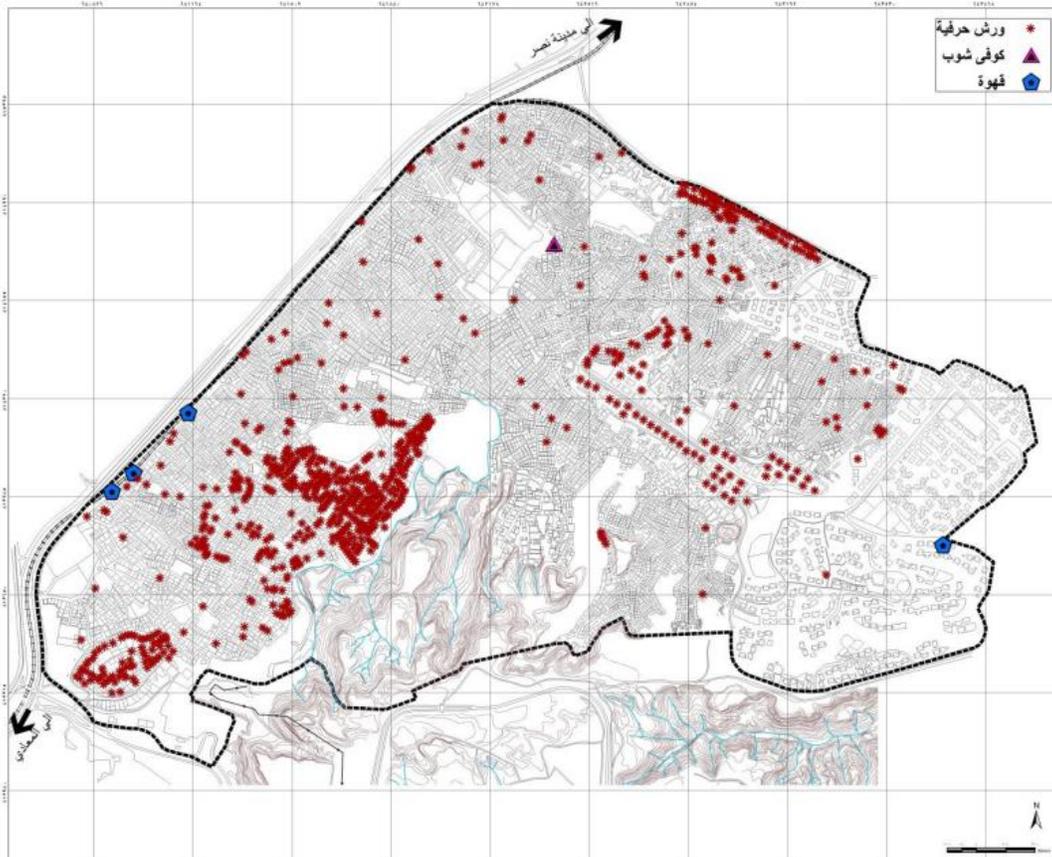
جدول (١) التطور العدد والنسبي ومعدلات النمو السنوى للسكان بشياخات منشية ناصر ونسب التغيير في الفترة ١٩٩٦ - ٢٠٠٦

الشاخات	العددي		%		الفروق النسبية	معدل النمو	نسبة التغير
	١٩٩٦	٢٠٠٦	١٩٩٦	٢٠٠٦			
الخزان	١١٠٦٤	١١٦٠٨	٧,٢	٤,٧	٢,٥-	٠,٥	٤,٩
المعدسة	٢٥٢٩٧	٤١٨٩٣	١٦,٥	١٦,٨	٠,٤	٥,٢	٦٥,٦
المحاجر	١١١٢	٧٢٠١٦	٠,٧	٢٨,٩	٢٨,٢	٥١,٨	٦٣٧٦,٣
منشأة ناصر	١١٥٩٦٧	٦٩٢٢٧	٧٥,٦	٢٧,٨	٤٧,٨-	٥,٠-	٤٠,٣-
مساكن سوزان مبارك الجديدة	٠	٥٤٠٤٨	٠,٠	٢١,٧	٢١,٧	٠,٠	٠,٠
اجمالي القطاع الشرقى	١٥٣٤٤٠	٢٤٨٧٩٢	٩١,١	٩٤,٩	٣,٨	٥,٠	٦٢,١
السلطان برفوق	٧٠٧٩	٦٣٥١	٤,٢	٢,٤	١,٨-	١,١-	١٠,٣-
المجاورين	٨٤	٧٠٥	٠,٥	٠,٣	٠,٢-	١,٨-	١٧,٠-
قايتباى	٧٠٥٧	٦٢٠٢	٤,٢	٢,٤	١,٨-	١,٣-	١٢,١-
اجمالي القطاع الغربى	١٤٩٨٥	١٣٢٥٨	٨,٩	٥,١	٣,٨-	١,٢-	١١,٥-
اجمالي قسم منشأة ناصر	١٦٨٤٢٥	٢٦٢٠٥٠	١٠٠,٠	١٠٠,٠		٤,٥	٥٥,٦

بالإضافة إلى قطاع المشروعات الصغيرة، وهو الجانب المنتج من الاقتصاد غير الرسمي، ويمثل ٢٥% من النشاط غير الرسمي بالمنطقة [٢١]. فتظهر الاستقلالية هنا في نسبة العمالة والأنشطة غير الرسمية بالمنطقة، حيث يتوافر بالمنطقة العديد من فرص العمل غير المرتبطة بالنظام الاقتصادي الرسمي وتعمل بشكل مستقل ومنفصل عن تلك المنظومة.

٣-٢-٢ نظام مستقل path-dependence

تشير البيانات إلى ان نسبة ٥٥% من اجمالى القوة العاملة يعملون خارج المنشآت اى يعملون بدون موقع ثابت او عقار اى انهم باعة جانلين، وهذا العدد الكبير يمثل تحدى بالمنطقة حيث لا يتبع اى نظام ادارى او مؤسسى رسمي، فهو نظام غير رسمى مستقل، ويوضح الشكل التالى (٤) حجم الأنشطة غير الرسمية بمنطقة منشأة ناصر.



شكل (٤) توزيع الأنشطة غير الرسمية بمنطقة منشية ناصر.

الطبيعة الجبلية للمنطقة، وانسجام البناء مع طبيعة الكنتور بالمنطقة. حيث تم البناء على مستويات ارتفاع مختلفة للمنطقة الجبلية وأحيانا داخل الجبل. ومع صعوبة الميول والطبيعة الصخرية للمنطقة إلا ان الكثافة السكانية مرتفعة وجذبت المنطقة عدد كبير من السكان.

٣- خلاصه الدراسات التطبيقية:

خلصت دراسة المنطقتين إلى اثبات وجود التعقيد بالمناطق، واهم خصائصهم كنظام عمراني معقد. إضافة إلى استنتاج أوجه التشابه والاختلاف بين المنطقتين. وبوضوح الجدول (٢) خصائص كل من منطقتي بولاق الدكرور، ومنشية ناصر كنظام عمراني معقد، حيث يظهر في الخصائص العمرانية، الاجتماعية، الاقتصادية والإدارية خصائص النظام المعقد.

٢-٤- نظام لا يمكن التنبؤ به un-predictability of adaptive behavior / نظام يستطيع التأقلم effects

يتراوح عدد سكان منطقة منشية ناصر من ٨٠٠ ألف إلى مليون نسمة وفق العديد من الدراسات [٢٢] بالرغم من ان البيانات الرسمية للجهاز الرسمي للتعبئة والاحصاء لعام ٢٠٢٣ تقدر عدد السكان ب ٢٧٧ ألف نسمة، وتعتبر من اكبر المناطق غير الرسمية على مستوى مصر واحد اكبر المستوطنات على مستوى العالم [٢٢]. نشأت المنطقة بشكل تلقائي، وبالرغم من طبيعة المنطقة الطبوغرافية الصعبة والتي قد تشكل تحديا بعملية التنمية الا ان السكان اقاموا مساكنهم داخل تلك المنطقة الجبلية حتى انه وصلت نسبة المساحات المبنية على حواف جبلية ذات خطورة إلى ١٩١,٦٠ فدان بنسبة ١٧,٧٧٪ من إجمالي مساحة المنطقة. تظهر فكرة التأقلم من خلال تعامل السكان مع

جدول (٢) عناصر التعقيد بكل من المنطقتين الدراسة بولاق الدكرور ومنشيه ناصر.

خصائص النظام المعقد	بولاق الدكرور	منشية ناصر
نظام منظم ذاتيا	<ul style="list-style-type: none"> (نظام البناء- خطوات الإنجاز- المراحل) استكمال الخطوات المطلوبة اعمال الصيانة- النظافة (مثال شارع ناهيا والخدمات التجارية به) 	<ul style="list-style-type: none"> الارتباطات العرقية النشاط الاجتماعي الاقتصادي بين المجتمع المحلي
نظام غير خطي	<ul style="list-style-type: none"> النمو في اعداد السكان معدلات البناء- الوحدات الفارغة وغير المستغلة 	<ul style="list-style-type: none"> توزيع الكثافات على مستوى المنطقة والشبكات المختلفة، والتوزيع على مستوى المناطق المخططة وغير المخططة
نظام مستقل	<ul style="list-style-type: none"> الاعتماد على نفسه في توفير الخدمات الاعتماد على نفسه في توفير الأنشطة والعمالة توليد الدخل الذاتي في المنطقة. 	<ul style="list-style-type: none"> الاعتماد على نفسه في توفير العمل الباعة الجائلين عدم اتباع النظام المؤسسي، وسيادة النظام غير الرسمي
نظام صعب التنبؤ/ متأقلم	<ul style="list-style-type: none"> محاولة التأقلم مع القوانين الاستخدام المتعدد للأرض المتاحة التكيف في الأنشطة 	<ul style="list-style-type: none"> التأقلم مع صعوبات الطبوغرافيا صعوبة في توفير الأراضي زيادة نسبة البناء على الحواف العلاقة بين عدد السكان ونسبة البناء

حيث لا يوجد تطابق بين المناطق وكل منطقه لها خصائص تعقيد مختلفة، وبالتالي لا يوجد حل يمكن ان تطبيقه على كل المناطق.

٣-١ عوامل التشابه والاختلاف بين المنطقتين: بوضوح الجدول (٣) عوامل التشابه بين منطقتين الدراسة بولاق الدكرور ومنشيه ناصر، كنظام عمراني معقد.

جدول (٣) التشابه والاختلاف لإيجاد بدائل للتطوير الاقتصادي في بولاق الدكرور- منشيه ناصر.

الموقع الجغرافي	الاختلافات Differences	التشابه Similarities
الموقع الجغرافي	الموقع الجغرافي: موقع مختلف ومشاكل هذا الاختلاف بتوفير الخدمات	
نشأة المنطقة	التخطيط العمراني هناك اختلاف بين المنطقتين بسبب نشأة بولاق على اراضى زراعية ونشأة منشيه ناصر على اراضى صحراوية.	
العمران والخدمات	حالة العمران والشبكات والخدمات العامة نجد ان منطقة بولاق افضل حالا من منشيه ناصر التحدي البيئي وتوافر المناطق الخضراء والمفتوحة حيث ان بولاق افضل حالا من حيث نسبة المناطق الخضراء والتلوث البيئي.	تحديات النقل: كل منهم بها مشاكل في النقل والتداخل المرورى التخطيط العمراني: كل منهم ذات كثافة عالية- مشاكل الإسكان والشبكات والخدمات العامة. الخدمات المحلية: كلا المنطقتين بها تحديات عدم وجود الخدمات الأساسية، التعليمية- الصحية- إدارة المخلفات.

التشابه Similarities	الاختلافات Differences	
التعامل مع التمويل المحلى ونظام الاعمال الصغرى دون وجود مساعدات ودون البنك او التدريب على البداية او النمو	الوصول الى الشبكات او الاستثمار فيها منشيه ناصر اقل من بولاق الذكورور وهى أعلى اتصاليه في مجال النقل وشبكات البنية الاساسية	شبكات البنية الأساسية
الأنشطة الاقتصادية: كل منهم استعمالات مختلطة مع الإسكان، الأنشطة الصناعية والتنوع في الأنشطة وفرص الوظائف	تطوير الأسواق المحلية- الخدمات او الوصول الى بولاق الذكورور لديها فرصة اكبر وأيضاً حجمها الكبير والتنوع فيها وفي الاقتصاد. ولكن منشيه ناصر تركز على الصناعة المحلية والأسواق وعدم ارتباطها بالمحيط المباشر.	الابعاد الاقتصادية
تداخل المجتمع مع العوامل الاقتصادية فهناك محدودية في تداخل المجتمع في المجال الاقتصادي او للنمو الاقتصادي او الاستجابة للاحتياجات المحلية.	التركيز الاقتصادي: منشيه ناصر تركز على النشاط الصناعي، اما بولاق الذكورور تركز على النشاط التجارى المتداخل مع السكن والاعتماد على الوظائف خارجها.	
<ul style="list-style-type: none"> الديناميكية الاجتماعية: كلا المنطقتين بها تنوع في السكان واختلاط مجموعات اجتماعية اقتصادية والخلفيات الثقافية. نقص التعليم وتطوير المهارات مازال محدود بالرغم من وجود فرصة تحسين العمالة والاعمال. 	<ul style="list-style-type: none"> البعد الثقافى/ التاريخى: كل منطقة ذات بعد تاريخى وثقافى مختلف، والطابع المعمارى والعمرانى مختلف. اختلاف في درجة التكوين الاجتماعى الثقافى وأيضاً نسبة الفقر بما يعكس على حالة العمران بكل منهما 	البعد الثقافى والاجتماعى
	اختلاف اعداد السكان وتركيزهم وهو ما يولد اختلاف في الديناميكية الاجتماعية، والثقافية واختلاف في الأنشطة الاقتصادية.	السكان
	كفاءة التكوين الادارى: كفاءة الاشراف والتنسيق في المحافظة بين القاهرة مع منشيه ناصر، والجيزة مع بولاق الذكورور. وهو ما يؤثر بصورة مختلفة في تحسين حالة بولاق عن منشيه ناصر واختلاف نوعية التحديات وقدرة التطبيق في كل منهم.	البعد الادارى

التدخل ببعد واحد فقط قد لا يعطى النتائج المرجوة من التطوير. التعقيد يساعد على ربط خصائص الاقتصاد والاجتماع والخصائص العمرانية ولابد من البحث عن الانماط المختلفة للتعقيد وايجاد حلول جديده لها قابله للتطبيق.

- نظام مستقل ويظهر بوضوح في حجم الأنشطة الاقتصادية التجارية والحرفية بداخل تلك المناطق وانفصالها عن المحيط.
- التكيف والتأقلم داخل تلك المناطق: حيث يتفاعل الافراد ويتكيفون مع الظروف المتغيرة، وتودى تلك التفاعلات إلى نتائج غالباً ما تكون غير خطية. مثلاً الأنشطة غير الرسمية داخل مناطق الإسكان غير المخطط والتي غالباً تنبع من محدودية الفرص أو قيود الوصول إلى الفرص الرسمية تضيف درجات من التعقيد بسبب تفاعلات الأنظمة الرسمية مع الأنظمة غير الرسمية في ظروف حضرية ديناميكية.

ثالثاً: العلاقة بين خصائص النظام العمرانى المعقد والابعاد المؤثرة بمناطق الإسكان غير الرسمي، ويوضح الشكل (٥) خلاصة عناصر التعقيد العمرانى بمناطق الإسكان غير الرسمي من خلال الابعاد المختلفة، (الاقتصادية- الاجتماعية- القانونية). والتي يمكن من خلال تلك المنهجية التعامل مع مناطق الإسكان غير الرسمي بشكل أكثر كفاءة وفعالية.

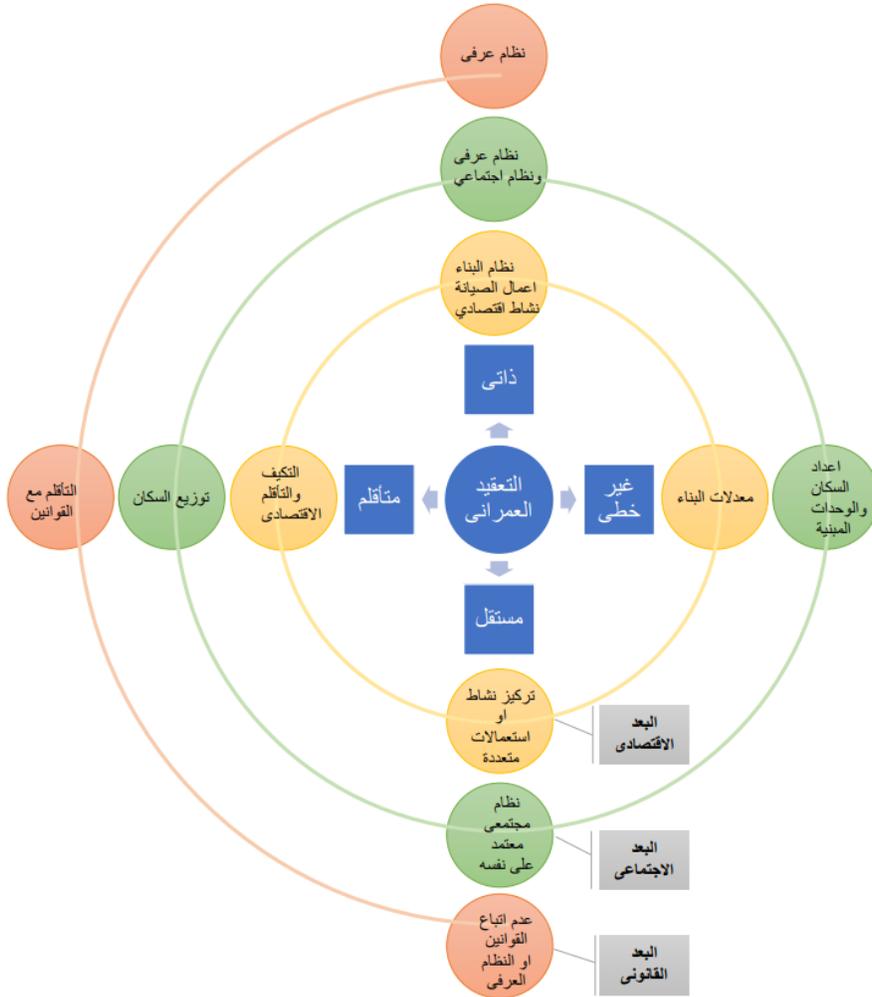
٤- الخلاصة:

تناول البحث الخلفية النظرية لنظرية التعقيد، واستعرض أولاً خصائص النظام العمرانى المعقد بصفاته الأربع، حتى يمكن تحديد ما اذا كان عمران الإسكان غير الرسمي نظام عمرانى معقد ام لا. كما استعرض دراسة تحليلية للحالات الدراسية (بولاق الذكورور- ومنشيه ناصر)، لتحديد مدى الاستفادة من نظرية التعقيد العمرانى في أسلوب التدخل بالمناطق غير الرسمية.

ثانياً: خلصت الدراسة ان مناطق الإسكان غير الرسمي تشكل نظام عمرانى معقد يودى التفاعلات داخله إلى سلوكيات وانماط مختلفة كما توضح النقاط التالية:

- النظام منظم ذاتياً ويظهر ذلك في نشأة تلك المناطق من الأساس، وفي الحلول والمعالجات الذاتية لمشكلات الخدمات والأنشطة الاقتصادية بالمنطقة. الا ان كل منطقة لها النظام الخاص بها والذي يتأثر بطبيعة المجتمع الساكن بها وخصائصه الاجتماعية الاقتصادية ودرجة الترابط بينهم.

- النظام غير خطى حيث ان يظهر ان الابعاد والمتغيرات المختلفة لا تتطور بنفس النسبة ونفس الاتجاه. وفي نفس الوقت التكامل بين كافة الابعاد المختلفة للعمران والتفاعل بينهم هو ما يشكل المنظومة. لذا يجب ان تتكامل التخصصات المختلفة عند التعامل مع تلك المناطق حيث ان



شكل (٥) خلاصة عناصر التعقيد (اقتصادى- اجتماعى- قانونى) بمناطق الإسكان غير الرسمي.

الاجتماعى الاقتصادى. ومن خلال تطبيق نظرية التعقيد نجد انه يجب ان يتم التعامل بشكل متناسق للابعاد جميعها. كما يمكن دراسة كل عنصر على حده لمعرفة اي العناصر اكثر تأثيرا بالعناصر الأخرى حتى يتم التوصية بالتدخل بالبعد المؤثر بشكل اكبر للوصول إلى تدخل اكثر تأثيرا.

٥- التوصيات والأبحاث المستقبلية:

نظرية التعقيد العمراني توضح كيف ان هناك العديد من الترابطات والعلاقات المتداخلة بين العناصر المكونة للمناطق العمرانية وعلى مختلف المستويات ومراحل النمو، إلى جانب ان بعض العناصر قد تكون خارج حدود هذه المناطق ولا يمكن السيطرة عليه نتيجة انه غير مدرك بأغلب الأحيان. لذا فانه يجب تغيير أساليب وسياسات التعامل مع المناطق العمرانية خاصة غير المخططة، بحيث تشمل التعامل مع العوامل والمتغيرات ضمن منظومة التعقيد. فمن أجل التحسين نحن نحتاج إلى اعاده صياغة تعتمد على الوقائع الحقيقية للتعقيد.

استمرار مناطق الإسكان غير الرسمي على النمو والتحضر يخلق العديد

لذا من الضروري تطوير أساليب التعامل والتدخل بالمناطق السكنية غير الرسمية في ضوء تحليلها كنظام عمراني معقد تتداخل فيه العديد من الأنظمة الفرعية والتي يجب دراسة تأثيرها على المنظومة ككل. فمثلا تأثير تكنولوجيا الاتصالات والمعلومات اثرت بشكل كبير على شكل المنظومة العمرانية للمناطق غير الرسمية حيث ساهمت في دعم التعريض exposure لسكان تلك المناطق، مما يؤثر على فرص العمل وأسعار الوحدات السكنية وفرص العمل والعديد من العناصر الأخرى. مثال اخر كيف وهو كيف ان الإضافات الصغيرة فى منظومه التعقيد قد تعطى نتائج كبيره، مثل توصيلات المياه النقية في منطقة قد تعطى تأثيرا كبيرا على الصحة.

لذا التعامل بالطرق التقليدية لتحسين عمران المناطق غير الرسمية من المرجح انه لن يظهر له تأثير في تحسين جودة الحياة لسكان تلك المناطق بشكل حقيقى.

وكما يوضح الشكل (٥) ان كل صفة من صفات النظام العمراني المعقد تتضمن الابعاد الاقتصادية، الاجتماعية، القانونية. وتلك الابعاد لا تعمل بشكل منفصل انما بشكل تجميعى لكل العناصر. فمثلا التغيير القانوني بالمناطق غير الرسمية لا يتم بشكل متسارع او متناسق مع التغيير

- Economics, 29(6), 873–892.
<http://www.jstor.org/stable/23601603>
- 1-10 Bar-Yam, Y. (2002). General features of complex Systems. Encyclopedia of LifeSupport Systems (EOLSS), UNESCO, EOLSS Publishers, Oxford, UK, 1
- 1-11 Mitchell, M. (2006). Complex systems: Network thinking. *Artificial Intelligence*, 170(18), 1194–1212.
<https://doi.org/10.1016/J.ARTINT.2006.10.002>
- 1-12 Dovey, Kim (2012). Informal urbanism and complex adaptive assemblage, *International Development planning review*, 34 (3) 2012
[doi:10.3828/idpr.2012.23](https://doi.org/10.3828/idpr.2012.23)
- 1-13 Howeid, Amira, et al (2009). Cairo's Informal Areas Between Urban Challenges and Hidden Potentials, GTZ Egypt-Participatory Development Programme in Urban Areas (PDP)
- 1-14 Shehayeb, D. (2016), CAIRO RESILIENCE: CITY AS PERSONAL PRACTICE, International Conference on Refuge Urbanism - International Architectuur Biennale in Rotterdam
- 1-15 الجهاز المركزي للتعبئة والاحصاء.
[/https://www.capmas.gov.eg](https://www.capmas.gov.eg)
- 1-16 Badwi, Ibrahim M.; El-Barmelgy, Mohamed M.; Ouf, Ahmed Salah El-Din (2015). Modeling and Simulation of Greater Cairo Region Urban Dynamics Using SLEUTH. *Journal of Urban Planning and Development*, 141(4), 04014032–. [doi:10.1061/\(ASCE\)UP.1943-5444.0000193](https://doi.org/10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000193)
- 1-17 M. Jenks and R. Burgess, Compact Cities in the Context of Developing Countries, 2000
- 1-18 The World Bank (2008). Arab Republic of EGYPT towards an urban sector strategy, Sustainable Development Department Middle East and North Africa Region, Report No. 41178, vol. 1
- 1-19 Osman, T. & Arimam, T. & Divigalpitiya, P. (2013). Dynamism Generated by Alternative Use of Space in the Unplanned Settlements of Greater Cairo Metropolitan region, International Symposium on City Planning
- 1-20 Ashraf, H & Nasreldin, R. (2018). Intermediate urban regions role in improving informal areas in Egypt. Case Study Of Boulaq Ad-Dakrou, International Conference for Sustainable Design of the Built Environment - SDBE London 2018
- 1-21 وزارة الإسكان والمرافق والتنمية العمرانية (٢٠١٦). المخطط الاستراتيجي العام لتطوير منطقة منشأة ناصر.
- 1-22 تضامن (٢٠١٦). منشية ناصر،
http://www.tadamun.co/?post_type=city&p=765
- 6
- من التحديات والتعقيد المتزايد، لذا فمدخل التعقيد العمراني مهم لفهم أسباب وكيفية حدوث التغيرات، وبالتالي الاستجابة بشكل مناسب وسريع لاحتياجات المجتمع المتغيرة. حيث ان النظام المعقد يظهر من خلال تداخل عناصره الصغرى، ولكنها لا تساوى جمعها، وانما تستمر في انتاج مكونات جديده تحمل بصمات وتكرار.
- ان ادخال مفهوم التعقيد العمراني لفهم والتعامل مع المناطق غير الرسمية يتطلب المزيد من البحث، فهناك حاجة إلى فهم أفضل ودراسة لحالات لتحليل كيفية عمل النظام العمراني المعقد من خلال دراسة ليس كل عنصر على حدة ولكن بصورة مجمعة لتحليل درجة التعقيد والتدخل بصورة اكثر ملائمة. مع التطبيق على مستوى منطقة سكنية محددة او مجموعة سكنية لفهم فرص التدخل بصورة اكثر دقة وواقعية.
- المراجع:**
- 1- Sengupta, U (2017). Complexity Theory: The Urban is a Complex Adaptive System, In book: Defining the Urban, Edition: 1. Chapter: 21. Routledge, DOI: 10.4324/9781315576282-21
- 2- Badawy, E., & Mohamed, N. (2022). Towards A Reference Framework for the Sustainability of Informal Settlements Upgrading. *MEJ- Mansoura Engineering Journal*, 47(1), 71-82. doi: 10.21608/bfemu.2022.241711
- 3- Georgiadou Maria Christina, Loggia Claudia, Towards Bisaga Iwona, and Parikh Priti (2021) sustainable informal settlements: a toolkit for community-led upgrading in Durban Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Engineering Sustainability 174:2, 83-93
- 4- Elgohary, M.M., Abdin, A.R. & Khalil, H.A.E. Upgrading informal areas through sustainable urban development principles. *J. Eng. Appl. Sci.* 71, 65 (2024). <https://doi.org/10.1186/s44147-024-00367-0>
- 5- Saad, Ola & Fikry M. Anwar & Hasan, Asmaa El-Sayed (2019). Sustainable upgrading for informal areas, *Alexandria Engineering Journal*, Volume 58, Issue 1, Pages 237-249, <https://doi.org/10.1016/j.aej.2019.03.001>
- 6- Wohl, S. (2018). Tactical urbanism as a means of testing relational processes in space: A complex systems perspective. *Planning Theory*, 17(4), 472-493. <https://doi.org/10.1177/1473095217722809>
- 7- Martin, D., Prabhakaran, V., Kuhlberg, J.A., Smart, A., & Isaac, W.S. (2020). Extending the Machine Learning Abstraction Boundary: A Complex Systems Approach to Incorporate Societal Context. *ArXiv*, abs/2006.09663
- 8- Holovatch, Y., Kenna, R., & Thurner, S. (2017). Complex systems: physics beyond physics. *European Journal of Physics*, 38(2), 023002
- 9- Foster, J. (2005). From simplistic to complex systems in economics. *Cambridge Journal of*