Journal of Advanced Engineering Trends
ISSN : 2682 - 2091

Vol.42, No.2. July2023

http://jaet.journals.ekb.eg

رؤية بنائية لمخططات المدن الجديدة في ضوء نظرية الحركة الطبيعية؛ دراسة حالة العاصمة الإدارية الجديدة ـمصر

ريام محمدالصغير محمود المرشدي [أ] *

[أ] مدرس بقسم العمارة- كلية الهندسة، جامعة المنيا، المنيا، مصر.

Corresponding author(s) E-mail: riamelmorshedy@mu.edu.eg

الملخص:

يمثل العمران البيئة المعيشية للإنسان ومحل استقبال الأنشطة الإنسانية، فيتأثر بها ويؤثر فيها في سلسلة من العلاقات المتبادلة المستمرة. بصفة عامة يصعب اختبار وتقييم العمران قبل التنفيذ ومرور عشرات السنوات، مما قد يترتب عليه تباعات اجتماعية وعمرانية تستنزف الموارد والطاقات والوقت لإصلاحها.

سعياً وراء فهم العمران والتنبؤ بما سيكون عليه نتيجة للمؤثرات الاجتماعية قدم هيلير Hillier نظرية بنية الفراغ مع نهاية سبعينيات القرن الماضي لتقييم مستقبل التجمعات العمرانية كنمط لمحاكاة الواقع العمراني القائم في ضوء التنظيم الذاتي للمدينة.

تتناول هذه الورقة دراسة المخطط الاستراتيجي للعاصمة الإدارية الجديدة بمصر كأحد المشروعات العمرانية القومية الطموحة على مسطح أرض يبلغ ١٧٠ ألف فدان، للتنبؤ بما سيكون عليه عمران المدينة في ضوء نظرية الحركة الطبيعية، بالتركيز على دراسة شبكة الطرق وتوزيع الأنشطة خاصة الاقتصادية بالمخطط الاستراتيجي. مستخدمة تقنيات بنية الفراغ كتقييم مقيس، ومعتمدة على قيم التكامل والاختيار بالتطبيق في برنامج Depthmapx.

أظهرت النتائج تناقضات بين المخطط الحالي والتوقعات الاجتماعية المكانية لمستقبل المدينة تمثلت في مواقع المراكز الاقتصادية ومسارات الطرق ذات الأولية للتنقل. وعلى ذلك تم اقتراح نموذج بتعديل أجزاء من شبكة الطرق وتم اختباره والتنبؤ بمستقبله، وقد سجلت نتائج النموذج توافقات اجتماعية مكانية بالمقارنة بالوضع الحالي.

الكلمات المفتاحية: تحليل بنائي (نحوي)، التكامل الزاوي، الاختيار الزاوي، العملية الاقتصادية للحركة الطبيعية، نظرية بنية الفراغ.

Syntactic Reading for The New Cities in View of The Natural Movement Theory; Case Study The New Administrative Capital- Egypt

Riam Mohamed-Elsagher Mahmod Elmorshedy[a]*

[a] *Architectural Department, Faculty of Engineering, Minia University, Minya, Egypt.*

Corresponding author(s) E-mail: riamelmorshedy@mu.edu.eg

Abstract:

Urbanism is the human living environment and the place for human activities. It has a continuous series of interactions with people. In general, urbanism is hard to test and evaluate before construction, and as the decades pass, which creates social and physical impacts that consume resources, energy, and time to fix. By the end of the seventies the last century, Bill Hillier presented the space syntax theory for urbanism forecasting as a simulation method for urban's present and past depending on the city's self-organization.

This paper examines the new administrative capital of Egypt, which occupies 170000 acres and is one of the ambitious national urban projects. It depends on the natural movement theory and space syntax techniques (integration and choice measures) and applies DepthmapX software to predict the city.

The results show contradictions between the current plan and the socio-spatial expectations of the city, in the economic centers' locations and the priority roads for movement. Hence, the author proposed a model to modify the road network. Compared to the current situation, the model results document a social-spatial consensus.

Keyword: Syntactic analysis, Angular Integration, Angular Choice, The natural movement economic process, The space syntax theory.

١. المقدمة:

أن التفكير في نقل عواصم الدول ليس أمراً سهلاً، بل يحتاج إلى مراجعة عميقة وميزانية دقيقة لحساب الخسائر والارباح، ليس فقط اقتصادياً أو تخطيطياً وإنما اجتماعياً وسياسياً أيضاً. [1] فتغيرات العمران سواء بالمدن القائمة أو إنشاء مدن جديدة له تأثيرات اجتماعية وسياسية واقتصادية تمتد عبر الأجيال، مما يجعل من الصعب تجاوزها ويستغرق إصلاحها وقتاً طويلاً.

اعتمدت دراسة وتحليل وتقييم العمران خاصة العمران الحضري على حساب مجموعة من القيم متمثلة في كثافة العمران والاستعمالات التي يتم ترجمتها بخرائط استعمالات الأراضي وحالات المباني وارتفاعات المباني ...الخ، تقدم هذه الخرائط صورة وصفية جيدة لطبيعة العمران ومناطق التمركز والخلخلة، إلا إنها لم توضح معنى أو تفسير لأسباب الصورة التي يظهر عليها العمران، فهي تقتصر على عرض صورة لكفاءة العمران القائم وتسمح بالتدخل في صياغة العمران بناء على المعتقدات التي قد يتضح فيما بعد أنها كانت خاطئة.

بينما في واقع الأمر؛ يجب أن يُنظر إلى عناصر المخطط داخل هيكل المدينة على مستوى أبعد من تحديد مسطح أو شكل مناسب للاستعمال، إنما ينظر إلى كيفية تضمينه في التكوين المكاني العام، والتي أكدها فحص مخططات المدن القائمة، فأي مساحة في المخطط هي أكثر من كونها عنصر محلي. حيث يلعب ترتيب المباني ومتابعة كيفية إنشاء شبكة الشوارع دورًا في العلاقات الاجتماعية وفي الأنشطة الاجتماعية والاقتصادية الإضافية للناس، وبالتالي، في طريقة بناء الجملة المكانية. فيظهر مصطلح الفراغ "space" كمصفوفة نشطة لعمليات الاستيطان التي يرتبط فيها التخطيط المادي للمدينة ارتباطًا وثيقًا بعلاقاتها الاجتماعية والثقافية والاقتصادية.[2, 3]

Revised:16 April, 2022, Accepted:14 June , 2022

تأكدت ضرورة النظر إلى طريقة بناء الجملة المكانية في النصف الثاني من القرن العشرين نتيجة للتدهور السريع الذي ظهر بالعديد من مخططات الإسكان الاجتماعي الطموحة والاعتقاد السائد بأن الشكل المادي والمكاني للهياكل العمرانية لهذه المخططات له دور في هذا التدهور، ولدراسة هذا الاعتقاد بشكل أكثر شمولية تم الفصل بين العوامل الاجتماعية والاقتصادية من جانب والتوزيع المكاني لعناصر مخططات المدن من جانب أخر دون النظر لمساحة العناصر. [4]

على مستوى عمران المدن؛ أشارت دراسات بيل هيليير Bill Hillier في سبعينيات القرن العشرين إلى أن المدن بشكل عام يتم إنشاؤها نتيجة لعلاقات متبادلة بين الفراغات والحركة فترتيب الفراغات بطريقة ما قد يؤدي إلى تحسين الوصول إلى أجزاء منها ويحد منه لأجزاء أخرى مما يترتب عليه تباين فرص الفراغات في التواجد البشري ومن ثَم الأنشطة، خاصة الأنشطة الاقتصادية، وأضاف هيليير أن هذه الظاهرة تميل إلى أن تكون ثابتة عبر الثقافات لأن التجارة والتبادل يعملان دائماً بنفس الطريقة [4].

أوضح تاو يانغ Tao Yang وبيل هيليير Bill Hillier أن الهيكل الحضري (شبكات الفراغات بالمدينة) يمثل تكوين مكاني يشكل الحركة ويؤثر على أنماط استخدام الأراضي وكثافة المباني، وتعقبها تغذية عكسية لتأثير الحركة على الهيكل الحضري [5]، مما يخلق تأثيرات مضاعفة وإنشاء مراكز مختلفة الحجم وتغيرات في المخطط عما صمم عليه، وهذا سُمي بنظرية الحركة الطبيعية (تتناول العلاقات التبادلية بين الهيكل الحضري والتواجد البشري وتعتبر أساس لدراسات بنية الفراغ space syntax).

وضع هيليير Hillier وهانسون Hanson أساس رياضي لقياس الارتباطات المكانية (سبعينيات القرن العشرين، وصدر أول كتاب عام ١٩٨٤ بعنوان The social logic of space) يدرس بناء الجملة المكانية (نظرية بنية الفراغ space syntax theory) [6]، وتعاقبت منذ ذلك الوقت مجموعة من الدراسات والأبحاث تستهدف تطوير نظرية بنية الفراغ [7, 8, 9, 10]؛ دراسة العلاقات المكانية والاجتماعية-الاقتصادية [11, 9, 12, 13, 3, 14]، تقديم تقنية حاسوبية لإجراء المزيد من الدراسات على التكوينات المكانية المتسعة والأكثر تعقيداً [15, 16, 17]، تطوير نظريات مؤثرة على البيئة المبنية كنظرية الحركة الطبيعة [18, 19] ، وأصبح بالإمكان تحديد حركات السيارات والمشاه [20, 11, 9].

استخدمت مقاييس التكامل والاختيار لشبكات الحركة كأحد مقاييس بنية الفراغ لاستخلاص مجموعة من الخصائص المكانية الاجتماعية للبيئة العمرانية تسمح بالتنبؤ بما سيكون عليه مستقبل عمران المدينة في ضوء تأثير التنظيم الذاتي لتكوينها المكاني، وبذلك تمكن هذه التقنية من دراسة المخططات خلال مرحلة التصميم والتخطيط والتنبؤ بالعواقب قبل التنفيذ.

تعتبر مشروعات انشاء المدن الجديدة في مصر من أضخم المشروعات العمرانية وأكثرها استنزاف للموارد الاقتصادية، فعلى مدار ما يقرب من ٥٠ عام (منذ عام ١٩٧٧) تم انشاء العديد من المدن الجديدة بعدة أجيال والتي تباينت بين النجاح والفشل وأحياناً الخلل بين واقع عمرانها وما خُطِطَت عليه، واستمرار سياسة الدولة في انشاء المزيد من المشروعات العمرانية الضخمة على المستوى القومي يستدعي ضرورة تحليل عمرانها والتنبؤ بمستقبلها في ضوء التواجد البشري قبل التنفيذ لضمان نجاح مثل هذه المشروعات.

المخطط الاستراتيجي للعاصمة الإدارية الجديدة والمخصص له مساحة ١٧٠ ألف فدان [21] تضمن عدد من الوظائف المدنية حيث تم تقييم المعايير الفنية وفقاً لكل وظيفة من توصيف للموقع المقترح وكفاية مساحته ونطاق خدمته، إلا أنه لم يتطرق إلى الوظائف المدنية المتوقعة من هذه المواقع، بمعنى أخر؛ ما يقوم به السكان في المدينة من ممارسة أنشطة ضمن التوزيع المكاني للبيئة العمرانية.

يتناول البحث قراءة لمخطط العاصمة الإدارية الجديدة بالتركيز على مسارات الحركة مستنداً في ذلك على نظرية الحركة الطبيعية وتطبيقها ببنية الفراغ في تحديد محاور الحركة ذات الجذب للأنشطة الاقتصادية وشرايين الحركة الرئيسية الأقصر أو الايسر على مستوى المدينة (تعتبر محاور جاذبة للحركة خلالها).

٢. مراجعة نظرية:

إنشاء بيئة عمرانية جيدة يتطلب التعامل مع الفراغ أولاً ثم الشكل، هذا يعني أن تخطيط وتصميم المناطق الحضرية يجب أن يتعامل مع شبكة المسارات كأساس للمدينة [22]، فالهيكل المكاني المحدد لوظيفة ما يكون له الأولوية في التخطيط والتصميم عن الشكل بصفة عامة [3].

تحلل نظرية بنية الفراغ تكوين شبكة الشوارع لاستنتاج تدفق ونمط الحركة بناءً على أن التكوين المكاني يؤثر على تصور الناس واستخدام الفراغ [9, 23, 20, 24, 25]، حيث تسمح التقنيات المستعملة في نظرية بنية الفراغ بالتعامل مع الخصائص العددية للمخططات المكانية لتحليل تكويناتها والتنبؤ بما ستكون عليه في المستقبل واختبار سيناريوهات التخطيط الحضري والتصميم الحضري وتطويرها [26]. فهي تقدم إجابة عن تساؤل؛ ماذا يحدث إذا...؟

٢ .١. نظرية بنية الفراغ space syntax theory

على مدى العقدين الماضيين اكتسبت نظرية بنية الفراغ أهمية خاصة في مجالات الهندسة المعمارية والتخطيط الحضري والتصميم الحضري وعلم الاجتماع الحضري وهندسة النقل وعلم الجريمة وعلم الآثار [3]، وعلى العديد من المستويات سواء على مستوى المساحات الداخلية لمبنى [27, 28, 29, 30]. وحتى مستوى المناطق الحضرية الكبيرة [9, 31].

يعتمد تحليل بنية الفراغ على نظرية الرسم البياني لتصوير البنية المكانية وتحديد العلاقة بين فراغ ما والفراغات الأخرى في النظام [9, 10]، متناول مفهوم المركزية في مقياسين رئيسيين؛ التكامل والاختيار [9]، حيث يمثل التكامل سهولة الوصول إلى جزء الشارع من أجزاء الشارع الأخرى في النظام، بينما الاختيار يمثل احتمالية استخدام جزء الشارع كطريق بالنسبة لجميع أجزاء الشارع الأخرى في النظام الحضري، بناءً على أقصر مسار بين جميع الأزواج المحتملة من الأصول إلى الوجهات [7, 8].

توفر بنية الفراغ أدوات وتقنيات للتحليل والتشخيص الحضري، والتنبؤ بالتغيرات المكانية التي تنتج عن إعادة الهيكلة، والتنبؤ بالتأثيرات الاجتماعية والاقتصادية المستقبلية لمقترحات التخطيط والتصميم الحضري [26, 3]، وبالتركيز على شبكات الشوارع أظهرت الدراسات أن مقاييس بنية الفراغ مرتبطة بالحركات الفعلية، وبالتالي يمكن استخدامها لتحديد حركات ومستويات تدفق المركبات والمشاة على طول الشوارع [32, 11, 20]. تقدم بنية الفراغ في هذا الإطار تحديد لإمكانيات الجذب مستندة على قيم التكامل والاختيار للمناطق المكانية كجزء من عملية التنظيم الذاتي للمدينة [33]، والتي تمثل قوة مؤثرة قد تحول دون تنفيذ المخطط الفعلي بالشكل الأمثل، وما ينجم عنه من تناقضات تتطلب إعادة هيكلة المخطط بما يتوافق مع متطلبات التنظيم الذاتي.

من أهم تطبيقات نظرية بنية الفراغ في التخطيط والتصميم الحضري؛ تقييم التأثيرات المكانية على مواقع النشاط الاقتصادي ودرجة حيوية المراكز الحضرية [13, 12]. إلقاء نظرة ثاقبة على الحقائق المكانية المعقدة كجزء من عملية التنظيم الذاتي للمدينة [34]، معتمدة في ذلك على وجود ارتباط بين حركة المشاة والمركبات وتكوين التخطيط المكاني [19, 14]. والذي اثبت صحة نظرية الحركة الطبيعية.

٢ .٢. نظرية الحركة الطبيعية The Theory of Natural Movement

تشرح نظرية الحركة الطبيعية -التي يشار إليها غالبًا باسم العملية الاقتصادية للحركة الطبيعية the Natural Movement Economic Process [2, 37, 36, 35, 14- كيف تعمل البيئة المبنية بشكل مستقل عن المخططات الموضوعة فيما يتعلق بالأنشطة الاجتماعية والاقتصادية [2].

تنص النظرية على أن التكوين المكاني لشبكة الشارع يؤثر على تدفق الحركة البشرية وموقع المحلات التجارية في البيئة المبنية، وأن هناك علاقة سببية بين الفراغ والحركة والأنشطة الاقتصادية، كلما كان الشارع أكثر تكاملاً مكانيًا زاد تدفق حركة الناس وزادت جاذبية الأرض على طول هذا الشارع للأنشطة الاقتصادية [14]. تتأثر هذه العملية وتتغير خلال التدخلات الحضرية مثل روابط الشوارع الجديدة [38, 35]، فليس الحركة والجاذبات الحضرية هي التي تؤثر على التكوين المكاني لشبكة الشوارع، بل التكوين المكاني لشبكة الشارع هو العامل الحاسم للحركة وللموقع الأمثل للأنشطة الاقتصادية [2].

قبل نظرية الحركة الطبيعية كانت معظم نماذج حركة المشاة والمركبات تعتمد على استخدام الأراضي "عوامل الجذب" المضمنة في النسيج الحضري، حيث تتناسب الحركة من وإلى هؤلاء الجاذبين بشكل مباشر مع أوزانهم النسبية (نموذج الجاذبية Gravity model يعتمد على خصائص كل من مصدر وهدف الرحلة، فهو يَعتبر بعض استخدامات الأراضي بطبيعتها أكثر "جاذبية" من غيرها -أحد نماذج استعمالات الأراضي/النقل-)•. يتم بعد ذلك إنشاء العديد من

• نماذج استعمالات الأرضي/ النقل Land use/ Transport models نهج يربط بين استعمالات الأراضي وإمكانية الوصول إليها،[55] يعتمد مجال بحث نماذج استعمالات الأراضي/ النقل على المقترحات النظرية من مجموعة واسعة من التخصصات (الاقتصاد، الجغرافيا، علم النفس، ..الخ)، مرتكزة في ذلك على نظريات الاقتصاد الجزئي الحضرية الكلاسيكية classical urban micro-economic theories of Alonso لـ (ألونسو Alonso (١٩٦٤)، ريكاردو Ricardo (١٨٢١)، فون ثونين Von Thunen (١٨٢٦)، وينجو Wingo (١٩٦١)، وآخرون)، كأساس مرجعي لفهم العلاقة بين استعمال الأرض والنقل، حيث تفترض النظرية الاقتصادية الحضرية أن تكلفة النقل -وهي دالة لمسافة السفر- لها تأثير جوهري على موقع الأنشطة والهيكل الأمثل العام للمدن.[56]

تم تطوير سلسلة من هذه النماذج لمواجهة تحديات توقعات النقل وتقييم السياسات.[57] فهي نماذج تعمل على؛ استكشاف التفاعل المتبادل بين استعمال الأراضي والنقل، التنبؤ باستعمال الأراضي التي تعتمد على سياسات استعمالات الأراضي المدخلة والتغييرات في إمكانية الوصول الناتجة عن نظام النقل، تطوير خطط وسياسات مكانية بديلة. ,55] 58]

تتناول نماذج استعمالات الأراضي / النقل استعمالات الأراضي وأنظمة النقل بشكل متبادل (موقع الأنشطة وحاجتها إلى التفاعلات ينتج عنه طلب على النقل؛ ومن ناحية أخرى، يؤثر نظام إمداد النقل ومستويات أداء خدمات النقل على مواقع الأنشطة).[59] يشكل عنصر استعمالات الأراضي جميع مواقع الأنشطة - السكنية والتوظيفية والأنشطة المساعدة مثل التسوق والمدارس والترفيه.[56] يركز عنصر النقل على فهم سلوك التنقل (الآلي) كأساس للتنبؤ بالطلب على التنقل وإدارته، وبالتالي يتضمن دراسة مجموعة من المتغيرات منها؛ أصل ووجهة الرحلة، وسيلة النقل المستخدمة، ملكية سيارة، التكلفة المتعلقة بنظام النقل (مثل الوقت، المسافة) ...الخ.[59 ,56, 56]

يتطلب تطبيق نماذج استعمالات الأراضي/ النقل مجموعة من المدخلات تتتابع في شكل خطوات إجرائية على النحو التالي:[56 ,60]

- تحديد مواقع استعمالات الأراضي (بالنسبة للمدن المزعم إنشاءها تبعاً لمخططاتها العمرانية، بالنسبة للمدن القائمة من واقع الوضع الحالي لمخطط المدينة).
- تحديد الرحالات المختلفة (رحلات تعتمد على المنزل مثل؛ العمل من المنزل، التسوق من المنزل، ...الخ، رحلات لا تعتمد على المنزل مثل؛ التسوق من العمل، ....الخ). بالإضافة إلى مجموعة من العوامل الديموغرافية والاجتماعية (متوسط عدد أفراد الاسرة، مستوى الدخل، .....الخ)، لتقدير الرحالات المتولدة (مرحلة توليد الرحلات Trip generation تعتمد على بعض النماذج الرياضية والمعادلات لاستنتاج عدد الرحلات المتولدة وتأخذ في الاعتبار العوامل المؤثرة على معدل تولد الرحلات ومنها؛ دخل الاسرة، ملكية سيارة، حجم الاسرة والتركيب العمري والنوعي للاسرة، خصائص استعمالات الأراضي، الوصول إلى نقل عام ذو كفاءة عالية).
- تحديد طريقة تقدير توزيع الرحالات بين الأصول والوجهات المختلفة، حيث توجد عدة طرق (على سبيل المثال؛ طرقة معاملات النمو Growth factors، طريقة نموذج الجاذبية Gravity model، طريقة تعظيم الانتروبيا Entropy maximization، طريقة نموذج Logit)، وذلك لتوزيع الرحلات في صورة مصفوفات (مرحلة توزيع الرحلات Trip distribution حيث يتم توزيع الرحلات المتولدة على المناطق الجزئية).
- تحديد نموذج لوغاريتمي لتقسيم مصفوفات الرحلات على أنواع وسائل النقل، (مرحلة توزيع الرحلات Modal split وتأخذ في الاعتبار العوامل المؤثرة على توزيع الرحلات؛ خصائص الرحلة (الغرض، طول الرحلة)، الخصائص المنزلية (الدخل وملكية السيارة وحجم الأسرة وتكوينها)، خصائص المنطقة (الكثافة السكنية، تركيز العمال، المسافة من منطقة التجارة المركزية)، خصائص الشبكة (نسبة الوصول، نسبة وقت السفر، نسبة تكلفة السفر)).
- تقسيم الطلب اليومي على النقل للفترات الزمنية (ذروة الصباح، منتصف النهار، ذروة المساء، والليل).
- توزيع الرحلات على المسارات (الطرق) المختلفة، (مرحلة تعيين المرور Traffic assignment ويتم اختيار الطريق باستخدام تقنيات ذات نماذج رياضية ومعادلات مستندة على عدة معايير مثل وقت الرحلة، مسافة الرحلة، التكلفة، الأمان، وغالباً ما يستخدم وقت الرحلة باعتبار أن كل من مسافة وتكلفة الرحلة تمثل دالة به).

الرحلات المحاكاة من أزواج من مواقع الأصل والوجهة ويتم تجميعها لإنتاج معدلات تدفق الحركة النهائية. على النقيض؛ فنظرية الحركة الطبيعية كما اقترحها باحثو بناء جملة الفراغ تهتم بالحركة من جميع أزواج الأصل والوجهة المحتملة داخل النظام، وهذا يعني أن كل مساحة تعتبر في ذات الوقت أصلًا ووجهة، فإمكانات الحركة خلال مساحة هي نتيجة تكوين الشبكة الحضرية، أي نتيجة لترتيب مكونات النسيج الحضري من شوارع رئيسية وشوارع ثانوية وميادين وما إلى ذلك [32].

على غرار ذلك وبالاعتماد على فكرة "مركزية القرب" في نظرية الرسم البياني يتم نمذجة شبكة الشوارع كسلسلة من الخطوط المنفصلة للحركة المحتملة دون عوائق (تسمى الخطوط المحورية؛ أقل عدد من خطوط الحركة يمثل البيئة) وتمثيلها كرسم بياني، حيث يُظهر الرسم البياني أن بعض الشوارع من المحتمل أن تقع في أقصر الطرق طوبولوجيًا عن غيرها -أي يسهل الوصول إليها-، يُطلق على هذا المقياس لإمكانية الوصول العالمية اسم "التكامل Integration" أو "خلال إمكانية الحركة في بنية الفراغ through-movement potential in space syntax"، وهذا المقياس يمثل ما يقرب من ٧٠٪ -٧٥٪ من معدلات تدفق الحركة في البيئات الحضرية. أوضحت دراسة بحثية لـ هيليير Hillier وإيدا Iida بعنوان" Network and psychological effects in urban movement" عام ٢٠٠٥ أسباب الارتباط بين معدلات التدفق ومقياس إمكانية الوصول كأساس للتنبؤ بمعدلات التدفق النسبية للحركة في بيئة معقدة (مثل وسط المدينة أو الحي)، فبمجرد إنشاء الرسم البياني للشبكة يتم حساب قيم التكامل لكل خط وهذه القيمة هي التي ترتبط بعدد الأشخاص الذين يجتازون هذا الطريق[32] .

يرجع الاعتماد خلال هذه الدراسة على نظرية بنية الفراغ بالرغم من الاستعمال الشائع لنماذج استعمالات الأراضي/ النقل لمجموعة من الأسباب تتمثل في:

الأساس النظري:

- اعتمدت نماذج استعمالات الأراضي/ النقل على نظريات الاقتصاد الحضري لفهم العلاقة بين استخدام الارض والنقل مفترضة أن تكلفة النقل لها تأثير جوهري على موقع الأنشطة والهيكل الأمثل العام للمدن، فهي بذلك تتناول النقل آلياً وتركز على التكلفة في مقابل تجاهل السلوك البشري. في حين اعتمدت نظرية بنية الفراغ space syntax على نظرية الحركة الطبيعية للمدن والتي اعتمدت على السلوك البشري وعلاقته بالتركيب المكاني لشبكة الطرق (متضمنة بذلك حركة المركبات والمشاه) وما ينتج عنه من نشأة وازدهار أو اختفاء وتقلص للأنشطة الإنسانية خاصة الاقتصادية والتجارية.
- تتناول نماذج استعمالات الأراضي/ النقل نظام النقل والبنية الأساسية الخاصة به كأساس لدراسة العلاقة المتبادلة بين النقل واستعمالات الأراضي دون النظر للعلاقات المكانية التي تربط شبكة الطرق وتأثيرها على استعمالات الأراضي، في حين نظرية بنية الفراغ تتمحور حول فكرة العلاقات المكانية للفراغات (الطرق، ...الخ) وانعكاساتها على الحركة والاستعمال.
- اعتمدت نماذج استعمالات الأراضي/ النقل على تكلفة النقل كدالة في المسافة، ولم يلتفت إلى الانعطاف الزاوي عند تغيير الاتجاه اثناء الحركة كمؤثر في اختيار مسارات الحركة من اصل لوجهة ما، بينما

اثبتت الدراسات في مجال نظرية بنية الفراغ space syntax theory أن الانعطافات الزاوية بين محاور شبكة الطرق تعطي فكرة أكثر واقعية عن حركة الناس وأماكن الاشغال بالأنشطة، بالإضافة إلى إمكانية تطبيق الانعطافات الزاوية باستخدام البرامج الحاسوبية الخاصة بنظرية بنية الفراغ.

متطلبات التطبيق:

- تطبيق نماذج استعمالات الأراضي/ النقل يتطلب مدخلات توزيع استعمالات الأراضي كمدخل أساسي وأولي، ولا يمكن إتمام تطبيق النماذج بدونه. بينما نظرية بنية الفراغ فتبحث في طبيعة تكوين شبكة الطرق بالمخططات وتأثيرها على نشأة وازدهار الأنشطة الاقتصادية والتجارية في ضوء السلوك البشري لاستعمال الفراغات، وبذلك فتطبيق نظرية بنية الفراغ يسفر عنه تحديد المواقع الملائمة للأنشطة الاقتصادية وهذه مرحلة تسبق تطبيق نماذج استعمالات الأراضي/ النقل.

مجال وهدف الدراسة:

- دراسة المخططات العمرانية قيد الإعداد والتنفيذ والتنبؤ بمستقبلها في ضوء التواجد البشري يحول دون ظهور تناقضات فيما بعد بين الواقع النظري للمخطط العمراني والواقع الفعلي في ضوء المعايشة البشرية، وبالتالي يحد من تبعات قد تتطلب إعادة هيكلة لكامل الخطط.

تمكن نظرية بنية الفراغ من اختبار وتحليل المخططات قيد الاعداد والحصول على نتائج تتمثل في؛ تحديد إمكانيات الجذب للفراغات (الطرق ...الخ)، تقييم للتأثيرات المكانية على مواقع النشاط الاقتصادي وحيوية المراكز الحضرية، وذلك بالاعتماد على التكوين المكاني لشبكة طرق المخطط العمراني ومجرداً من دراسة نظام النقل. بالتالي تمكن نظرية بنية الفراغ من مراجعة وتحليل العديد من السيناريوهات الخاصة بمخططات المدن والمناطق العمرانية وتحديد افضلها من حيث التكوين المكاني للفراغات والأنشطة كمرحلة سابقة لاستخدام نماذج استعمالات الأراضي/ النقل.

- قدمت بنية الفراغ قيم رقمية تترجم العلاقات المكانية بالمخططات وتعطي دلالات ومعاني اجتماعية واقتصادية مُثبته بذلك نظرية الحركة الطبيعية، وهذا ما يدعم هذه الدراسة باعتبارها تتناول مخططات المدن الجديدة في ضوء نظرية الحركة الطبيعية.

٢ .٣. دراسات سابقة:

منذ نهاية القرن الماضي، استفادة مجموعة من الأبحاث والدراسات الاكاديمية من تطبيقات نظرية الحركة الطبيعية وبنية الفراغ معتمدة على مقياسي التكامل والاختيار في التحليل والتنبؤ بالعمران، فقدم هيلير دراسة عن العلاقة بين النشاط والفراغ (تحقيق علاقات مكانية تلبي متطلبات حركة وتواجد بشري يتوافق مع متطلبات الأنشطة المختلفة)، مضيفاً بنهاية البحث مناقشة حول الطريقة التي تؤثر بها أنماط التكامل المكاني على موقع الطبقات والفئات الاجتماعية المختلفة في المدينة [4].

من جانب آخر؛ عرض ريد Read سلسلة من الدراسات للمدن الهولندية [39, 40, 41]، مؤكداً أن تلك المدن تتكون عادة من شبكات -شوارع- عالمية وأخرى محلية متشابه، وقد اقترح مقياس التكامل (التكامل العالمي، والتكامل المحلي) لشرح هذه الهياكل الحضرية وتسليط الضوء على المناطق المحلية [5].

مؤخراً، قدم استي هدايتي Isti Hidayati وآخرون دراسة مكانية للعاصمة كوالالمبور بماليزيا تتناول عواقب تأثير السياسات والقرارات التخطيطية السابقة (توسيع الطرق، مشروع السيارات الوطني، التنمية المجزأة للمدينة) على الشكل الحضري لسلوك التنقل في منطقة العاصمة سريعة التحضر، مستخدمة مقياسي التكامل والاختيار، واسفرت نتائج الدراسة عن أن السياسات المتبعة خلقت شكلاً حضريًا يشجع حركة المركبات بدلاً من المشاة. وبالتالي أدى ذلك إلى ثقافة الاعتماد على السيارات والتي تتعارض مع مبادرات الدولة بشأن التنمية المستدامة [9] .

٣. منهجية البحث

تتناول منهجية الدراسة تقديم تحليل بنائي (نحوي/ تركيبي) للهيكل المكاني لمخطط العاصمة الإدارية الجديدة فيما يتعلق باستعمالات الأراضي وشبكة الطرق، معتمدة في ذلك على نظرية بنية الفراغ (space syntax theory) حيث تتناول هذه النظرية خصائص التكوين المكاني للفراغات دون النظر إلى حجم أو ابعاد الفراغ فهي نظرية مبنية على دراسة الاتصالات المكانية للفراغات والتعبير عنها بعلاقات رياضية، تفسر تواجد الأنشطة الإنسانية في ضوء الخصائص المكانية. يتم إيجاد القيم الرياضية للعلاقات المكانية بالتطبيق بـ DepthmapX programme كأداة للتفكير في العلاقة بين الفراغ والنظم الاجتماعية، فهو برنامج ينفذ مجموعة من تحليلات الشبكة المكانية لفهم العمليات العمرانية والاجتماعية داخل البيئة المبنية [7]. تبعاً لنظرية الحركة الطبيعية ونظرية بنية الفراغ تستخدم قيم التكامل والاختيار لدراسة الهيكل المكاني لشبكة الشوارع وتأثيرها على كل من؛

- استعمالات الأراضي من أنشطة اقتصادية -مناطق التسوق-. (قيم التكامل Intgration)
- معدلات الحركة المتولدة بالشبكة -تحديد شبكة المسارات الرئيسية-. (قيم الاختيار Choice)
- مواقع المراكز الاقتصادية. (قيم الدمج بين التكامل والاختيار Combination between Integration and Choice)

مقياس التكامل Integration (I) لا يتعرض لإمكانية الرؤية في الفراغ إنما يلخص عمق الفراغ من الآخرين [42]، فهو يصنف أجزاء النظام من الأكثر تكاملاً إلى الأكثر انعزالاً، وتحقق المساحات ذات قيم التكامل الأعلى من متوسط التكامل لكامل النظام اتصال مادي أعلى من غيرها [43]. يرتبط التكامل بشكل كبير بأنماط حركة المشاة والمركبات، فالتكامل يعتبر قياس لإمكانات الحركة لجزء ما كوجهة، يصف مدى سهولة الوصول إليه من جميع القطاعات الأخرى [44]، فالتكامل العالمي global integration هو أفضل متنبئ بالحركة على نطاق واسع (مستوى المدينة) بما في ذلك حركة السيارات [26, 45].

مقياس الاختيار Choice يقيس كمية الحركة التي تمر عبر كل عنصر مكاني على أقصر أو أبسط الرحلات بين جميع أزواج العناصر المكانية في نظام ما. فهو يصف مدى احتمالية المرور عبر المقطع في الرحلات، وبالتالي إمكاناته كطريق من جميع القطاعات إلى جميع القطاعات الأخرى [33]، فالطرق ذات قيم الاختيار الأعلى تعبر عن الطرق المزدحمة والعكس.

اثبتت الدراسات في مجال نظرية بنية الفراغ space syntax theory أن الانعطافات الزاوية بين كل زوج متصل من الخطوط المحورية لشبكة الطرق تعطي فكرة أكثر واقعية عن حركة الناس وأماكن الاشغال بالتحليل المكاني [20, 48, 47, 46]، حيث تميل شوارع التسوق المزدحمة إلى التواجد في أكثر أجزاء الشوارع المتكاملة زاوياً من شبكة الطرق [49]. بينما يحدد الاختيار الزاوي شبكة الطرق الرئيسية للمدن والمناطق (يشير إلى اشغال الشبكة)، لأن هذه الطرق بها أقل عدد إجمالي من الانحرافات الزاوية لجميع الشوارع الأخرى في النظام [3, 45]. بذلك تحظى المناطق التي تقع على طول شوارع ذات قيم تكامل واختيار زاوي مرتفع بأهمية مكانية خاصة حيث تميل المراكز الاقتصادية إلى تحديد موقعها على طول هذه الطرق [45].

بناءً على ما تقدم سيتم التطبيق باستخدام التحليل الزاوي لحساب كل من التكامل والاختيار الزاوي ومقياس يدمج بينهما للعثور على أجزاء في شبكة الطرق تعمل كوجهة محتملة وطريق للحركة في ذات الوقت، وبالتالي تضييق نطاق التركيز على عناصر أقل وأكثر أهمية تجمع سمات كونها وجهة محتملة مرغوبة وفي نفس الوقت طريق مرغوب للحركة.

يتم حساب مقياس الدمج بين التكامل والاختيار من المعادلة التالية: [7]

$$\text{Combination between Integration and Choice} = \text{Integration (r)} * \log (\text{Choice (r)} + 2)$$

حيث؛ r= نصف القطر. (لحساب قيم التكامل والاختيار. على مستوى المدينة يتم ادخال قيمة (n) لنصف القطر اثناء التطبيق في البرنامج).

٣ .١. دراسة الحالة؛ العاصمة الإدارية الجديدة

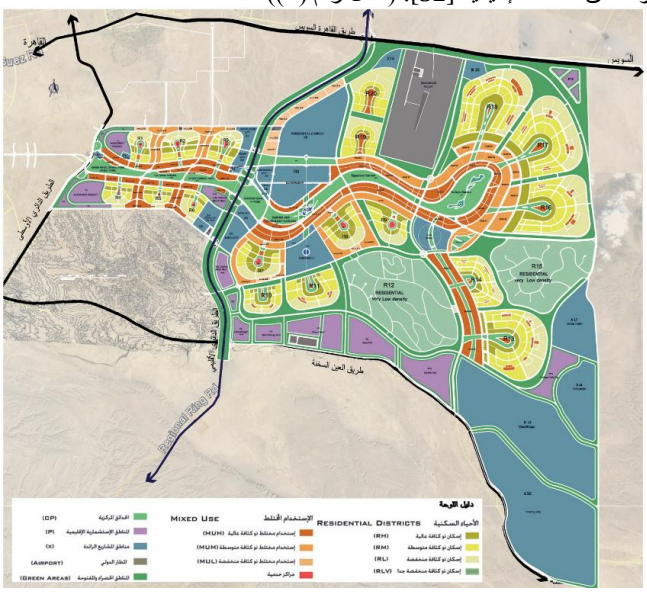
تتبنى الدولة المصرية مخططًا استراتيجيًا للتنمية العمرانية بكامل القطر المصري، يستهدف زيادة مساحة المناطق المعمورة، وإنشاء تجمعات عمرانية ومدن حضارية لتخفيف الازدحام عن المدن القديمة، ومجابهة الزيادة السكانية المطردة [50]، وتلبية لتخفيف الضغوط على إقليم القاهرة الكبرى الذي يقع به الوزارات ومجلسي الشعب والشورى والعديد من الجامعات الحكومية والخاصة وما ينتج عنه من اختناقات مرورية وتكدس للفئات العمرية والاجتماعية طلباً في تلبيه الاحتياجات المختلفة من عمل ودراسة ...الخ.

في مارس ٢٠١٥ أعلن الرئيس "عبد الفتاح السيسي" خلال مؤتمر "دعم وتنمية الاقتصاد المصري" عن مشروع قومي "إنشاء العاصمة الإدارية الجديدة" لمصر، لتكون عاصمة عالمية ومقر سياسي وبؤرة النشاط الاقتصادي وذات بنية تحتية كنواة لمعيشة رغدة وتنمية مستدامة، ويُعد هذا المشروع أحد أكثر مشروعات التطوير العقاري طموحاً، وتبلغ المساحة الإجمالية للمدينة ١٧٠ ألف فدان [50].

تقع العاصمة الإدارية الجديدة ضمن إقليم القاهرة الكبرى، في المنطقة ما بين طريقي القاهرة -السويس شمالاً والقاهرة -العين السخنة جنوباً، ويحدها شرقاً مناطق صحراوية وغرباً الطريق الدائري الأوسطي، وتبعد حوالي ٦٠ كم عن القاهرة [51].

يقسم الطريق الدائري الإقليمي المدينة جزئين شرق الطريق وغربه. يتوسط المدينة بطول محورها العرضي منطقة ترفيهية مركزية يحدها شمالاً محور محمد بن زايد الشمالي وجنوباً محور محمد بن زايد الجنوبي. تضم المدينة ٢٠ حي سكني (بمسمى R1 وحتى R20) منهم ١٨ حي خطط بحيث تقع منطقة الخدمات بمركزه ويحيط بها إسكان ذو كثافة مرتفعة يليه إسكان ذو كثافة متوسطة وأخيراً على المحيط الخارجي للحي إسكان ذو الكثافة المنخفضة، وحيان أخران (R12، R15) خُصصا للإسكان ذو كثافة منخفضة جداً فقط.

تضم منطقة شمال محور محمد بن زايد الشمالي الحي الحكومي والمطار الدولي وعدد ٨ أحياء سكنية ومناطق ذات استعمال مختلط متباينة الكثافة (كثافة مرتفعة، كثافة متوسطة، كثافة منخفضة)، ومناطق مشاريع خاصة، ومناطق خدمات إقليمية. يضم منطقة جنوب محور محمد بن زايد الجنوبي عدد ١٢ حي سكني ومناطق ذات استعمال مختلط متباينة الكثافة، ومناطق مشاريع خاصة، ومناطق خدمات إقليمية [52]. (شكل رقم (١))



شكل رقم (١): المخطط الاستراتيجي للعاصمة الإدارية الجديدة

المصدر: شركة العاصمة الإدارية الجديدة، خريطة استعمالات الأراضي للمخطط الاستراتيجي، ٢٠٢٢

يوضح الوصف العمراني المفصل للمخطط توزيع استعمالات الأرضي على مستوى المدينة بكثافاتها المختلفة، ويحدد مسارات الحركة والنقل للحافلات المختلفة (السيارات- المترو)، ويأتي الوصف العمراني على النحو التالي:

٣ .١ .١.استعمالات الأرضي:

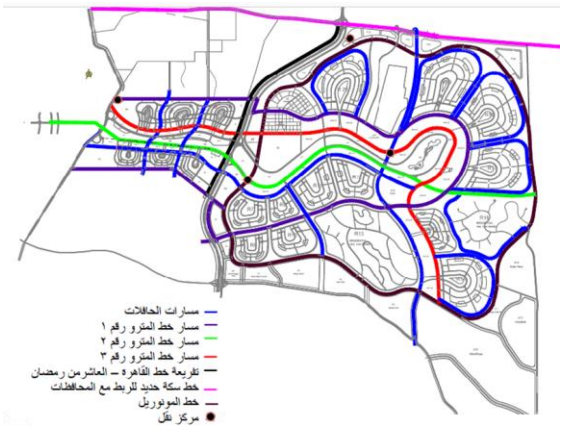
توزعت الخدمات المختلفة (الاقتصادية، الترفيهية، التجارية، ....الخ) على أرجاء المدينة بشكل متوازن على طول المحاور الرئيسية كمحوري محمد بن زايد الشمال والجنوبي والمناطق بين الأحياء السكنية وبمراكزها، أخذاً في الاعتبار تباين الكثافات السكانية. ظهر توزيع الاستخدامات على النحو التالي: [52]

- الاستخدام المختلط ذو الكثافة العالية (يشمل مناطق ذات استعمال تجاري سكني، تجاري اداري، تجاري سكني اداري، تجاري سكني اداري ترفيهي سياحي)؛ على طول ست محاور حركة بالمدينة متباينة في كثافة التوزيع وهم محوري محمد بن زايد الشمالي والجنوبي، بالمنطقة المحصورة بين R12 و(R13, R14) ويحدها شمالاً خدمات إقليمية، والمناطق المحصورة بين المناطق السكنية R4, R5, R6.
- الاستخدام المختلط ذو كثافة متوسطة (يشمل مناطق ذات استعمال تجاري سكني، خدمي ترفيهي)؛ بعدة مناطق بالمدينة وهي: الأجزاء المنحصرة بين كل من R1 وR2 و R3، المناطق المنحصرة بين الاستخدام المختلط عالي الكثافة الواقع على محور محمد بن زايد الشمالي والمناطق R16, R17, R18, R19. على محيط كل من R7, R8 والجزء المحصور بين R9 والاستعمال المختلط عالي الكثافة الواقع على محور محمد بن زايد الجنوبي.
- الاستخدام المختلط ذو الكثافة المنخفضة (يشمل مناطق ذات استعمال خدمي ترفيهي)؛ يقع بأجزاء متفرقة وهي: شمال كل من المناطق R1, R2, R3، متاخم للمنطقة الحكومية جهة الغرب، جنوب كل من R7, R8.
- الحدائق المركزية؛ شريط حدائقي يتوسط المدينة بكامل عرضها يحده شمالاً محور محمد بن زايد الشمالي، وجنوباً محور محمد بن زايد الجنوبي.
- المناطق الاستثمارية الإقليمية؛ تقع جنوب المدينة حيث يحدها جنوباً طريق العين السخنة وغرباً الطريق الدائري الحلقي وشمالاً الاحياء السكنية R7, R10, R11 ويفصلها عن هذه المناطق في بعض الأجزاء مناطق خضراء مفتوحة وفي أجزاء أخرى استعمال مخطط متوسط الكثافة.
- مناطق المشاريع الرائدة؛ تقع جنوب شرق المدينة، بالإضافة إلى بعض المناطق ذات الموقع المتوسط بالمدينة مثل الخدمات الحكومية (القصر الجمهوري، مجمع الوزارات، مجلسي الشعب والشورى) شمال محور محمد بن زايد، الاوبرا ومنطقة السفارات جنوب محور محمد بن زايد.

٣ .١ .٢. مسارات الحركة والنقل:

تشمل مسارات حركة المركبات ومسارات خطوط المترو، احتوى المخطط على مجموعة من الطرق المخصصة لحركة المركبات فقط بالإضافة إلى ثلاث مسارات مثلت خطوط المترو الثلاثة وتخدم ايضاً حركة المركبات (شكل رقم (٢)). أما عن عروض شبكة النقل فقد تم تحديدها بناء على معدلات تدفق الحركة المتوقعة في ضوء كثافة التردد على الخدمات -استعمالات الأراضي- (تم تحديد الرحلات حسب الغرض من الرحلة باستخدام نموذج الجاذبية لتوزيع الرحلات)، واتخذت الشوارع العروض الآتية: [52] (شكل رقم (٣))

- طرق شريانية رئيسية بعرض ١٢٤م
- طرق شريانية بعرض ٩٤م
- طرق رئيسية بعرض ٦٠م، ٧٠م، ٨٠م.
- طرق مجمعة بعرض ٤٠م، ٥٠م.
- طرق محلية بعرض ٣٠م.



شكل رقم (٢): مخطط شبكة المسارات

المصدر: شركة العاصمة الإدارية الجديدة، البنية الأساسية، (٢٠٢٢)

شكل رقم (٣): عروض شبكة الطرق

المصدر: إعادة رسم من؛ شركة العاصمة الإدارية الجديدة، البنية الأساسية، (٢٠٢٢) باستخدام برنامج DepthmapX

٣ .٢. تحليل البيانات والنتائج:

تم إجراء تحليل مقطعي زاوي لمحاور شبكة الشوارع Axial lines (الخط المحوري axial line هو أطول خط مستقيم يمثل أقصى امتداد رؤية أو حركة يمكن إنشاءه لنقطة دون عوائق في البيئة المبنية، مشيراً إلى الطريقة التي يتحرك بها البشر في خطوط عبر الشوارع [6, 53, 54])، بحساب قيم كل من؛ تكامل المقطع الزاوي، اختيار المقطع الزاوي، الدمج بينها، أتت نتائج إجراء التحليل على النحو التالي:

٣ .٢ .١. مقياس تكامل المقطع الزاوي: (شكل رقم (٤))

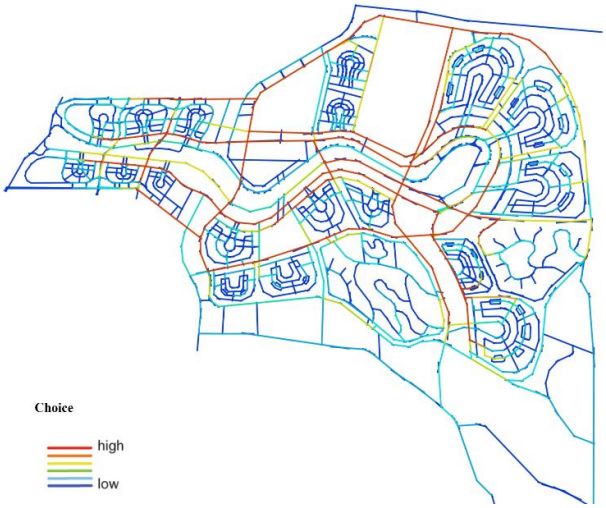
اظهر التحليل تركز مناطق جذب الأنشطة الاقتصادية بثلاث محاور طولية تقع شرق الطريق الدائري الإقليمي (الطريق الذي يحد المطار الدولي من الشرق، الطريق الذي يحد المنطقة الرئاسية من الغرب، الطريق الفاصل بين R8 و R9)، وأجزاء من ثلاث محاور أخرى عرضية تقع ايضاً شرق الطريق الدائري الإقليمي أحدهما شمال المدينة واثنين جنوب المدينة (الطريق الموازي لمحور محمد بن زايد الشمال بالمنطقة الحكومية، الطريق الموازي لمحور محمد بن زايد الجنوبي شمال R8 وR9، الطريق الذي يحد R7, R8, R9 جنوباً). أسفر التحليل المكاني عن تباين بين قيم التكامل وتوزيع الأنشطة الاقتصادية والتجارية بالمخطط.

شكل رقم (٤): نتائج مقياس تكامل المقطع الزاوي للمخطط الاستراتيجي

المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج DepthmapX

٣ .٢ .٢. مقياس اختيار المقطع الزاوي: (شكل رقم (٥))

أظهر التحليل بعض التوافقات بين عروض الشوارع وخصائصها المكانية كونها أكثر الطرق اختياراً للتنقل. حيث سجلت الشوارع بعرض ١٢٤م بصفة عامة أعلى قيم اختيار فيما عدا محوري محمد بن زايد الشمال والجنوبي باستثناء الجزء الشرقي من المحور الجنوبي. على الجانب الآخر ظهرت طرق كأكثر الطرق اختياراً متباينة العروض وهي؛ الطريق الذي يحد المنطقة الرئاسية غرباً ويمتد حتى R7 جنوب محور محمد بن زايد الجنوبي بعرض ٧٠م، طرق (شرق منطقة الاوبرا، الطريق جنوب R7, R8, R9 والممتد حتى R16، وطريقين جنوب المنطقة الرئاسية و R1, R2, R3، وشمال R4, R5, R6) بعرض ٩٤م، طريق غرب R18 بعرض ٨٠م.



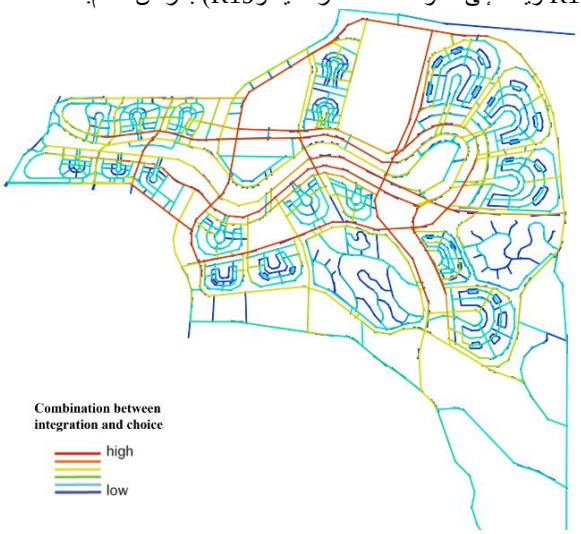
شكل رقم (٥): نتائج مقياس اختيار المقطع الزاوي للمخطط الاستراتيجي

المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج DepthmapX

٣ .٢ .٣. مقياس الدمج بين تكامل واختيار المقطع الزاوي: (شكل رقم (٦))

أتت نتائج التحليل لتوضح مجموعة من الطرق تمثل مركز للجذب الاقتصادي وتعمل كمسار مرغوب للتنقل عبر المدينة وهي؛ محورين طوليين (الطريق الفاصل بين موقع المطار الدولي وحي R18 ويمتد المحور حتى جنوب المدينة، الطريق غرب المنطقة الرئاسية ويمتد جنوباً حتى R7 وهي بعرض ١٢٤، ٧٠م على التوالي)، وثلاث محاور عرضية (طريق محصور بين احياء R7, R8,

R9 و الأحياء R10, R11, R12، طريق يحد من جهة الشمال أحياء R7, R8, R9 ويمتد حتى الحد الشرقي R16، طريق يحد من جهة الجنوب أحياء R1, R2 ويمتد إلى حدود المنطقة الرئاسية وR19) بعرض ٩٤م.



شكل رقم (٦): توضح أكثر الطرق جذباً اقتصادي تجاري وتعمل كمسار للحركة

المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج DepthmapX

تظهر نتائج مضاهاة مقياس الدمج بخريطة استعمالات الأرضي وجود توافق مكاني لبعض مناطق الاستعمال المخطط مرتفع الكثافة كمراكز اقتصادية مثل جزء من المحور الذي يحد R1, R2, R3 جنوباً، جزء من طريق يقع جنوب R19، جزء من طريق يحد R7, R8, R9 شمالاً، الطريق الذي يحد R13, R14 غرباً، طريق يحد R12 شرقاً.

على الجانب الآخر ظهرت مناطق تمثل مواقع مرشحة كمراكز اقتصادية لا تتوافق مع استعمالات الأرضي المرصودة بالمخطط مثل؛ طريق يحد R10, R11, R12 شمالاً، طريق فاصل بين المطار الدولي وR18، طريق يحد المنطقة الرئاسية جنوباً ويفصلها عن الجزء الحكومي، طريق يقع غرب المنطقة الرئاسية ويمتد جنوباً حتى الحد الغربي لـ R7.

٤. مناقش النتائج وتصميم النموذج:

تضمنت نتائج التحليل المكاني للمخطط الاستراتيجي في طياتها مجموعة من التحديات المتوقعة التي تحول دون استمرار استعمالات الأرضي للمخطط بعد استكمال المدينة على النحو المصمم عليه. يمكن اجمال هذه التحديات بـ (جدول (١))

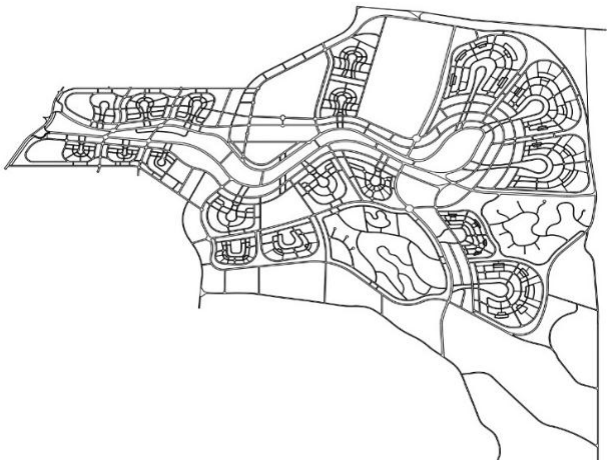
جدول (١): نتائج التحليل المكاني للمخطط الاستراتيجي

المقياس	يشير إلى	التحديات المتوقعة
التكامل	شوارع التسوق المزدحمة.	تقلص النشاط الاقتصادي التجاري لمناطق الاستعمال المختلط عالية الكثافة بصفة عامة فيما عدا جزء من الطريق الذي يحد الحي R8, R9 جهة الشمال والمحصور بين مناطق ذات استعمال مختلط عالي الكثافة شمالاً واستعمال مختلط متوسط الكثافة جنوباً. ازدهار اقتصادي تجاري للمناطق ذات الاستعمال المختلط متوسط الكثافة بالمقارنة بالمناطق عالية الكثافة، والتي تقع جنوب كل من R7, R8، وشرق R8. وجود بعض المناطق المؤهلة مكانياً للاستعمال الاقتصادي بما يتناقض مع وظيفتها بالمخطط الاستراتيجي، متمثلة في؛ الطريق الذي يحد موقع المطار الدولي من جهة الشرق، الطريق الذي يحد المنطقة الرئاسية من جهة الغرب، الطريق الفاصل بين حي R8 وحي R9.
الاختيار	شبكة الطرق الرئيسية (يشير إلى اشغال الشبكة).	تقلص معدلات الاشغال (الحركة) على محوري محمد بن زايد الشمال والجنوبي ذوي عرض ١٢٤م (مع الأخذ في الاعتبار ان هذه المحاور تمثل خط مترو رقم ٣، وخط مترو رقم ٢ على التوالي). ارتفاع معدلات الاشغال بالطرق المحيطة بالمنطقة الرئاسية جهة الشمال والغرب والجنوب، مما يتطلب دراسات أمنية. بالإضافة إلى تباين عروضها والتي تمثلت بـ ٧٠، ٧٠، ٩٤ م على التوالي، مما يتطلب مراجعة لقيم العروض في ضوء الكثافة المرورية المترتبة على موقعها في الهيكل المكاني للمدينة.
دمج بين التكامل والاختيار	موقع المراكز الاقتصادية.	خلل في توزيع الأنشطة الاقتصادية للمخطط بالمقارنة بنتائج التحليل كأفضل مواقع للمراكز الاقتصادية، مما يترتب عليه إما كساد اقتصادي لبعض المناطق بالمقارنة بغيرها أو تغير في استعمالات الأراضي عما هو مخطط.

في ضوء التحليل المكاني للمخطط الاستراتيجي وما أسفر عنه من تحديات على مستوى توزيع استعمالات الأراضي وعروض الطرق وبأخذ في الاعتبار أن تحديد عروض الشوارع بالمخطط اعتمدت على (نموذج الجاذبية) توزيع الاستعمالات دون النظر إلى تأثير العلاقات المكانية للشبكة على ازدهار أو تقلص الأنشطة الاقتصادية (نظرية الحركة الطبيعية). يُقترح اجراء بعض التعديلات على شبكة الطرق لتتوافق مع توزيع استعمالات وعروض الشوارع بالمخطط الاستراتيجي.

٤ .١. النموذج المقترح لتعديل المخطط الاستراتيجي:

تستهدف استراتيجية تعديل المخطط رفع قيم التكامل لمحوري محمد بن زايد الشمالي والجنوبي والطريقان الموازيان لهم جنوباً وشمالاً بصفة خاصة كون تم تخصيص الاستعمال المختلط عالي الكثافة على امتدادهم بشكل رئيسي ويمثلوا محاور حركة ذات أولوية، ومن ثَم دعم الأنشطة الاقتصادية والحركة ليتوافقا مع مواقع توزيع استعمالات الأراضي للمخطط الاستراتيجي، ويأخذ في الاعتبار مسارات النقل المخصصة لخطوط المترو. (شكل رقم (٧))

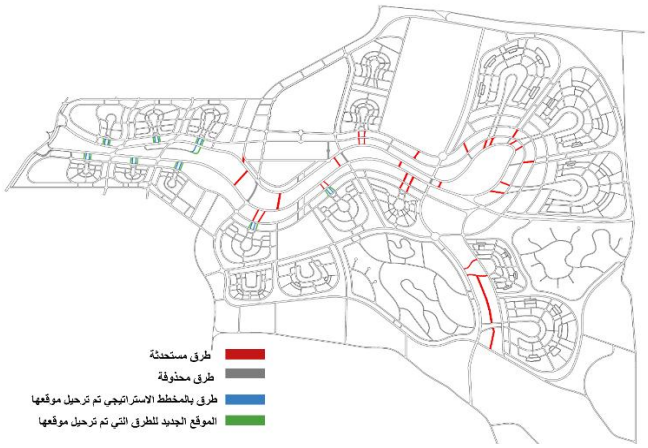


شكل رقم (٧): النموذج المقترح

المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج AutoCAD

وضعت النقاط الإرشادية الآتية لتحقيق استراتيجية التعديل: (شكل رقم (٨))

- تأكيد اتصال شبكة الطرق بين محوري محمد بن زايد ومراكز المناطق السكنية.
- تأكيد اتصال شبكة الطرق بين محوري محمد بن زايد والطرق المحيطة بالمناطق السكنية.
- قطع استمرارية بعض الطرق التي حظت بخصائص مكانية بالمخطط يَدعم نمو الأنشطة الاقتصادية بما يتناقض مع الاستعمال المخصص على امتدادها بالمخطط الاستراتيجي.
- الحفاظ على طرق مسارات خطوط المترو دون تعديل.



شكل رقم (٨): التعديلات في المخطط الاستراتيجي

المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج AutoCAD

٤ .٢. تحليل النموذج:

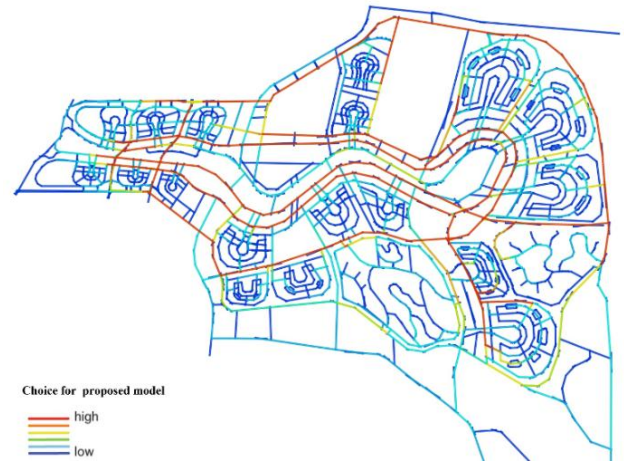
تم تحليل النموذج بنائياً بإجراء مقاييس؛ التكامل، الاختبار، الدمج بين التكامل والاختبار وقد اسفرت نتائج التحليل عن:

مقياس تكامل المقطع الزاوي (شكل رقم (٩)): تركزت القيم القصوى للتكامل بالمحاور الاقتصادية المحددة بالمخطط الاستراتيجي خاصة بمركز المدينة على طول محوري محمد بن زايد والطريقين الموازيين لهما شمالاً وجنوباً. انخفاض التكامل للمنطقة الرئاسية والمطار الدولي. الاحتفاظ بقيم التكامل مرتفعة للطرق الواقع جنوب R7, R8, R9 (طريق يمثل خط مسار مترو رقم ١).

شكل رقم (٩): نتائج مقياس التكامل للنموذج

المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج DepthmapX

مقياس اختيار المقطع الزاوي (شكل رقم (١٠)): سجلت قيم الاختيار لمحور محمد بن زايد الجنوبي والطريق الموازي له والطريق الموازي لمحور محمد بن زايد الشمالي أعلى قيم اختيار، ارتفاع قيم الاختيار للطريق الفاصل بين حي R2, R3 والذي يمتد من شمال المدينة إلى جنوبها، الاحتفاظ بقيم اختيار مرتفعة للطريق الواقع جنوب R7, R8, R9 (طريق يمثل خط مسار مترو رقم ١).



شكل رقم (١٠): نتائج مقياس الاختيار للنموذج

المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج DepthmapX

مقياس الدمج بين تكامل واختيار المقطع الزاوي (شكل رقم (١١)): أظهرت النتائج أن المحاور ذات أولوية الاهتمام (اعلى قيم تكامل واختيار) يتركز عليها مناطق الاستعمال المختلط عالي ومتوسط الكثافة والمتمثل في:

المستوى الأول (القيم القصوى لمقياس الدمج)؛ محور محمد بن زايد الجنوبي والطريق الموازي له، الطريق الموازي لمحور محمد بن زايد الشمالي، الطريق الذي يحد R14 من الغرب، الطريق الفاصل بين R2 وR3 والممتد من شمال المدينة إلى جنوبها. (توافقت هذه النتائج مع توزيع استعمالات المخطط كمناطق مؤهلة لتكون مراكز اقتصادية).

المستوى الثاني؛ محور محمد بن زايد الشمالي، الطريق الفاصل بين R1 وR2 والممتد من شمال المدينة إلى جنوبها، الطريق الذي يحد R12 من الشرق.

شكل رقم (١١): نتائج مقياس الدمج بين التكامل والاختيار للنموذج

المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج DepthmapX

تشير نتائج اختبار النموذج بصفة عامة إلى تحسن في قيم التكامل والاختيار وتوافقها مع توزيع الاستعمالات بالمخطط الاستراتيجي مقارنة بمخطط شبكة الطرق الحالي، ويمكن رفع كفاءة النموذج المقترح لدعم استعمالات الأراضي في ضوء نظرية الحركة الطبيعة، باتباع التوصيات الآتية:

- دراسة تأثير المخطط التفصيلي للمناطق المختلفة (لاتزال قيد الإعداد) على القيم المكانية لمحوري محمد بن زايد، والتدقيق في تجنب تأثيرها السلبي (أي لا تتسبب شبكة الطرق بالمخططات التفصيلية في خفض قيم التكامل للمحورين في مقابل ارتفاع قيم تكامل طرق أخرى).
- زيادة استقامة وأطوال شبكة الطرق بمركز المدينة (بالتالي خفض قيم الانحراف الزاوي) في مقابل استخدام شوارع منحنية بالمناطق المحلية (مثل المناطق السكنية) بالمخطط التفصيلي (بالتالي زيادة العمق الزاوي)، حيث يترتب على ذلك التميز المكاني والوظيفي لهيكل شبكة الطرق العالمية على مستوى المدينة (الشبكة الامامية) وشبكة الطرق للمناطق المحلية (الشبكة الخلفية).

٥. الخلاصة:

استهدف البحث التنبؤ بمستقبل عمران العاصمة الإدارية الجديدة في ضوء نظرية الحركة الطبيعية كأحد أهم المشروعات العمرانية القومية الضخمة بجمهورية مصر العربية. اعتمدت المنهجية على التحليل البنائي (التحليل النحوي) للمخطط الاستراتيجي مستندة في ذلك على خريطة استعمالات الأراضي وخريطة شبكات الطرق. أوضحت نتائج التحليل عدم توافق المخطط الاستراتيجي مع نتائج التنبؤ بمستقبل العمران في ضوء النمو الذاتي للمدينة (تواجد النشاط البشري)، موضحة معوقات استكمال واستمرارية المخطط على النحو المستهدف.

اقترح الباحث استراتيجية لتعديل المخطط مبنية على رفع قيم التكامل والاختيار لمحاور الطرق الاقتصادية (المحاور التي يقع على امتدادها استعمال مختلط مرتفع ومتوسط الكثافة) بهدف دعم استعمالات الأراضي بالمخطط ومن ثم توافقه مع نظرية الحركة الطبيعية. تضمنت هذه الاستراتيجية مجموعة من النقاط الارشادية على النحو التالي:

- تأكيد اتصال شبكة الطرق بين محوري محمد بن زايد ومراكز المناطق السكنية.
- تأكيد اتصال شبكة الطرق بين محوري محمد بن زايد والطرق المحيطة بالمناطق السكنية.
- قطع استمرارية بعض الطرق التي حظت بخصائص مكانية بالمخطط تدعم نمو الأنشطة الاقتصادية بما يتناقض مع الاستعمال المخصص على امتدادها بالمخطط الاستراتيجي.
- الحفاظ على مسارات خطوط المترو دون تعديل.

تم تحليل النموذج المقترح (تحليل بنائي -نحوي-) مسفرة نتائجه عن تفوق في قيم التكامل والاختيار للمحاور الاقتصادية (طرق بالمخطط يقع على امتدادها استعمالات مختلطة عالية ومتوسطة الكثافة) بالمقارنة بما عليه المخطط الاستراتيجي للعاصمة الإدارية الجديدة، مشيراً الباحث إلى إمكانية تطوير النموذج بالتعامل على مستوى أكثر تفصيلاً (المخططات التفصيلية) لمناطق وأجزاء المدينة مع مراعاة اتباع التخطيط المنحني لشبكة الطرق المحلية في نظير الاعتماد على شبكة طرق مستقيمة وممتدة على مستوى المدينة.

المراجع:

[1] أ. خ. علام, *مجلة جمعية المهندسين المصرية*, vol. 2, القاهرة: جمعية المهندسين المصرية، ١٩٩٨. pp. 21 ,

[2] B. Hillier, "Cities as movement economies," *Urban design international*, no. 1, pp. 41-60, 1996.

[3] C. Yamu, A. v. Nes and C. Garau, "Bill Hillier's Legacy: Space Syntax- A Synopsis of Basic Concepts, Measures, and Empirical Application," *Sustanabilty*, vol. 13, no. 6, pp. 1- 25, 2021.

[4] B. Hillier and L. Vaughan, "The City as One Thing," *Progress in Planning*, vol. 67, no. 3, pp. 205-230, 2007.

[5] T. Yang and B. Hillier, "The Fuzzy Boundary: the Spatial Definition of Urban Areas," in *6th International Space Syntax Symposium*, Istanbul, Turkey, 2007.

[6] B. Hillier and J. Hanson, The social logic of space, New York: Cambridge University Press, 1984.

[7] K. Al_Sayed, A. Turner, B. Hillier, S. Iida and A. Penn, Space Syntax Methodology textbook, 4th ed., London: Bartlett School of Architecture, UCL, 2014.

[8] B. Hillier, T. Yang and A. Turner, "Normalisign Least Angle Choic in Depthmap – and How It Opens up New Perspectives on the Global and Local Analysis of City Space," *Journal of Space Syntax*, vol. 3, no. 2, pp. 155-193, 2012.

[9] I. Hidayati, C. Yamu and W. Tan, "You Have to Drive: Impacts of Planning Policies on Urban form and Mobility Behavior in Kuala Lumpur, Malaysia," *Journal of Urban Management*, vol. 10, no. 1, pp. 69-83, 2021.

[10] M. Batty, *A New Theory of Space Syntax*, London: UCL Centre for Advanced Spatial Anlysis, 2004.

[11] A. van Nes and C. Yamu, "Space Syntax – a Method to Measure Urban Space Related to Social, Economic and Cognitive Factors," in *The Virtual and the Real in Planning and Urban Design: Perspectives, Practices and Applications*, C. Yamu, A. Poplin, O. Devisch and G. de Roo, Eds., London, Routledge, Francis and Taylor, 2018, pp. 136–150.

[12] B. Hillier, "The Theory of the City as Object or How Spatial Laws Mediate the Social Construction of Urban Space," in *3rd International Space Syntax Symposium*, Atlanta, Georgia, USA., 2001.

[13] C. Garau, A. Annunziata and C. Yamu, "A Walkability Assessment Tool Coupling Multi-Criteria Analysis and Space Syntax: the Case Study of Iglesias, Italy," *European Planning Studies*, pp. 1-23, 2020.

[14] B. Hillier, A. Penn, J. Hanson, T. Grajewski and J. Xu, "Natural Movement: or. Configuration and Attraction in Urban Pedestrian Movement," *Environment Planning B*, vol. 20, no. 1, pp. 29-66, 1993.

[15] A. Turner, "UCL Depthmap 7: From Isovist Analysis to Generic Spatial Network Analysis," in *New Developments in Space Syntax Software*, Istanbul, ITU Faculty of Architecture, 2007, pp. 43-50.

[16] A. Turner and A. Penn, "Encoding Natural Movement as an Agent-Based System: an Investigation into Human Pedestrian Behaviour in the Built Environment," *Environment and Planning B: Planning and Design*, vol. 29, p. 473 – 490, 2002.

[17] D. Dara-Abrams, *Using Computational Models of Environmental Form as Cognitive Descriptions of Real-world Environments*, Berkeley: University Of California, 2011.

[18] B. Hillier, A. Penn, J. Hanson, T. Grajewski and J. XU, "Natural Movement: or Configuration and Attraction in Urban Pedestrian Movement," *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, vol. 20, no. 1, pp. 29 - 66, 1993.

[19] A. Penn, B. Hillier, D. Banister and J. Xu, "Configurational Modelling of Urban Movement Neworks," *Environment and Planning B Planning and Design*, vol. 25, no. 1, pp. 59-84, 1998.

[20] B. Hillier and S. Iida, "Network and Psychological Effects in Urban Movement," A. C. a. D. Mark, Ed., 2005, pp. 475-490..

E. Stolk and E. Tan, Eds., London, Springer, 2012, pp. 129-152.

[34] C. Yamu, "It Is Simply Complex(ity). Modeling and Simulation in the Light of Decision-Making, Emergent Structures and a World of Non-Linearity," *DISP*, vol. 50, no. 4, pp. 43-53, 2014.

[35] A. v. Nes, Road Building and Urban Change. The Effect of Ring Roads on the Dispersal of Shop and Retail inWestern European Towns and Cities, Ph.D. Thesis, Department of Land Use and Landscape Planning, Agricultural University of Norway, 2002.

[36] A. v. Nes, "Centrality and Economic Development in the Rijnland Region: Social and Spatial Concepts of Centrality," in *6th International Space Syntax Symposium*, Istanbul, Turkey, 2007.

[37] C. Yamu, "Emerging and Shifting Centralities: Evidence from Vienna," in *Jahrbuch des Instituts fuer Raumplanung der TU Wien 202, Band 8*, T. G. M. K. A. Z. S. Dillinger, Ed., Wien, Austria, NWV Verlag GmbH, 2020, pp. 543–559.

[38] C. Yamu and P. Frankhauser, "Spatial Accessibility to Amenities, Natural Areas and Urban Green Spaces: Using a Multiscale, Multifractal Simulation Model for Managing Urban Sprawl," *Environment and planning B: Urban Analytics and City science*, no. 42, pp. 1054-1078, 2015.

[39] S. Read, "Space Syntax and the Dutch City," *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, vol. 26, pp. 251-264, 1999.

[40] S. Read, "Thick Urban Space: Shape, Scale, and the Articulation of the Urban in an Inner-City Neighbourhood of Amsterdam," in *3rd International Symposium*, Atlanta, USA, 2001.

[41] S. Read, "Flat City: A Space Syntax Derived Urban Movement Network Model," in *5th International Space Syntax Symposium*, Delft, Netherlands, 2005.

[42] N. Asif, N. Utaberta, A. B. Sabil and S. Ismail, "Reflection of Cultural Practiceson Syntactical Values: An Introduction to the Application of Space Syntax to Vernacular Malay Architecture," *Frontiers of Architectural Research*, pp. 521-529, 2018.

[43] B. Hillier, Space is the Machine: A Configurational Theory of Architecture, 2nd ed., London, UK: Space Syntax, 2007.

[44] B. Hillier, "The Genetic Code for Cities – Is It Simpler than We Thought?," in *Complexity in Cities conference*, Delft, 2009.

[21] خريطة مشروعات مصر, [Online]. Available: https://egy-map.com/projects. [Accessed 22 مايو ٢٠٢٠].

[22] D. Seamon, "The Life of the Place: A Phenomenological Commentary on Bill Hillier's Theory of Space Syntax," *Nordic Journal of Architectural Research*, vol. 7, no. 1, pp. 35-48, 1994.

[23] B. Hillier, "Studying Cities to Learn about Minds: Some Possible Implications of Space Syntax for Spatial Cognition," *Environment and Planning B*, vol. 39, no. 1, pp. 12-32, 2009.

[24] I. Hidayati, W. Tan and C. Yamu, "How Gender Differences and Perceptions of Safety Shape Urban Mobility in Southeast Asia," *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, vol. 73, no. 2, pp. 155–73, 2020a.

[25] I. Hidayati, W. Tan and C. Yamu, "Realised Pedestrian Accessibility of an Informal Settlement in Jakarta, Indonesia," *Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability*, vol. 14, no. 4, pp. 434-456, 2020b.

[26] L. N.Groat and D. Wang, Architectural Research Methods, Second ed., Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2013.

[27] B. Hillier, Space is the Machine: A Configurational Theory of Architecture, London, UK: Space Syntax, 1996.

[28] J. Hanson, Decoding Homes and Houses, Cambridge, UK.: Cambridge, 1999.

[29] K. Tzortzi, "Space: Interconnecting Museology and Architecture," *The Journal of Space Syntax*, vol. 2, no. 1, pp. 26-53, 2011.

[30] A. Penn, J. Desyllas and L. Vaughan, "The Space of Innovation: Interaction and Communication in the Work Environment," *Environment and Planning B: Planning and Design*, vol. 26, pp. 193-218, 1999.

[31] A. v. Nes, "Analysing Larger Metropolitan Areas on Identification Criteria for Middle Scale Networks," in *the 7th International Space Syntax Symposium*, Stockholm, 2009.

[32] N. S. Dalton and R. Dalton, "The Theory of Natural Movement and its Application to the Simulation of Mobile Ad Hoc Networks (MANET)," in *the 5th Annual Conference on Communication Networks and Services Research*, Fredericton, NB, Canada, 2007.

[33] B. Hillier, "The Genetic Code for Cities: Is It Simpler than We Think?," in *Complexity Theories of Cities Have Come of Age, An Overview with Implications to Urban Planning and Design*, J. Portugali, H. Meyer,

Land Use, vol. 8, no. 3, pp. 1-28, 2015.

[57] G. Emberger and P. Pfaffenbichler, "A Quantitative Analysis of Potential Impacts of Automated Vehicles in Austria Using a Dynamic Integrated Land Use and Transport Interaction Model," *Transport Policy*, no. 98, pp. 57–67, 2020.

[58] D. f. Transport, "Supplementary Guidance Land Use/Transport Interaction Models," Gov. UK, UK., 2014.

[59] L. Eboli, C. Forciniti and G. Mazzulla, "Exploring Land Use and Transport Interaction through Structural Equation Modelling," *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, no. 54, pp. 107 – 116, 2012.

[60] M. Wegener, "Overview of Land Use Transport Models (Chapter 9)," in *Handbook of Transport Geography and Spatial Systems*, Kidlington, UK, Pergamon/Elsevier Science, 2004.

[45] A. v. Nes and C. Yamu, Introduction to Space Syntax in Urban Studies, Switzerland AG: Springer Nature, 2021.

[46] B. Hillier, "The Hidden Geometry of Deformed Grids: Or, Why Space Syntax Works, When it Looks as Though it Shouldn't," *Environment and Planning B: Planning and Design*, vol. 26, no. 2, pp. 169-191, 1999.

[47] A. Tuner, "Angular Analysis," in *3rd International Space Syntax*, Atlanta, USA, 2001.

[48] R. C. Dalton, "The Secret Is to Follow Your Nose: Route Path Selection and Angularity," in *3rd International Space Syntax Symposium*, Atlanta, Georgia, USA., 2001.

[49] A. Turner, "Could a Road-Centre Line Be an Axial Line in Disguise?," in *5th International Space Syntax Symposium*, Delft, Netherlands, 2005.

[50] الهيئة العامة للاستعلامات بوابتك إلى مصر, [Online]. Available: http://sis.gov.eg/Story/180006/%D9%85%D8%AF%D9%86-%D8%A7%D9%84%D8%AC%D9%8A%D9%84-%D8%A7%D9%84%D8%B1%D8%A7%D8%A8%D8%B9-..-%D9%85%D8%AC%D8%AA%D9%85%D8%B9%D8%A7%D8%AA-%D8%B0%D9%83%D9%8A%D8%A9-%D9%81%D9%89-%D9%85%D8%B5%D8%B1?lang=ar. [Accessed 27 اغسطس ٢٠١٩].

[51] وزارة التخطيط والتنمية الاقتصادية, [Online]. Available: https://mped.gov.eg. [Accessed 20 اكتوبر ٢٠٢٠].

[52] شركة العاصمة الادارية الجديدة، "البنية الاساسية"، القاهرة، ٢٠٢٢.

[53] A. Turner, A. Penn and B. Hillier , "An Algorithmic Definition of the Axial Map," *Environment and Planning B: Planning and Design* , vol. 32, no. 3, pp. 425-444. , 2005.

[54] L. Vaughan and I. Geddes, "Urban form and Deprivation: a Contemporary Proxy for Charles Booth's Analysis of Poverty," *Radical Statistics* , vol. 99, pp. 46-73, 2009.

[55] M. Aljoufie, M. Zuidgeest, M. Brussel, J. v. Vliet and M. v. Maarseveen, "A Cellular Automata-Based Land Use and Transport Interaction Model Applied to Jeddah, Saudi Arabia," *Landscape and Urban Planning*, no. 112, pp. 89– 99, 2013.

[56] R. A. Acheampong, "Land Use-Transport Interaction Modelling: A Review of the Literature and Future Research Directions," *The Journal of Transport and*