

فكر المحاكاة البيئية كأداة لتخطيط وتصميم التجمعات العمرانية المستدامة

"مقارنة نماذج برامج المحاكاة البيئية في السياق العمراني"

أ.د. / إيهاب محمود بيومي عقبة

أستاذ التصميم والتخطيط البيئي بكلية الهندسة - جامعة الفيوم

د/ ايمان بدوي احمد

مدرس بقسم الهندسة المعمارية - جامعة بني سويف

م. الهام فتحي امام محمد

باحثة دراسات عليا بكلية الهندسة - قسم الهندسة المعمارية - جامعة الفيوم

أ.د. مهجة إمام إمبابي

أستاذ التخطيط والتصميم العمراني والإسكان بكلية الهندسة - جامعة الفيوم

ملخص:

ولتحقيق هدف البحث كانت المنهجية هي دراسة عناصر التخطيط والاستدامة البيئية واستخلاص مؤشرات قادرة على قياس كل عنصر، ودراسة برامج المحاكاة البيئية ومدى تنوعها في قياس هذه العناصر من خلال دراسة تجمع عمراني في مصر ومنهجية برنامج المحاكاة لتحسين منطقة الدراسة.

وخلصت الدراسة إلى: تنوع وتطور برامج المحاكاة البيئية في السياق العمراني واستخدامها بصورة دقيقة ومرنة، ووضع مصفوفة لدراسة فاعليتها كأداة لمحاكاة عناصر التخطيط والاستدامة البيئية ومؤشرات قياس هذه العناصر على المستوى المحلي، والتي تمثل تحدياً أمام المخططين لتحقيقها.

وأوصت الدراسة: بضرورة الاستفادة من برامج المحاكاة البيئية وتطويرها مستقبلاً للعمل بها على نطاق واسع في جمهورية مصر العربية على مستوى الهيئات وأماكن اتخاذ القرار مروراً بإشراك المواطنين.

كلمات مفتاحية: تكنولوجيا المعلومات - التجمعات المستدامة -

مؤشرات مستدامة - برامج المحاكاة .

التجمعات العمرانية عبارة عن أنظمة مُعقدة ومتداخلة نتيجة ارتباطها بمتغيرات اقتصادية واجتماعية وبيئية، وفي مصر نجد هذه التجمعات غير قادرة على تحقيق مفاهيم الاستدامة والتعامل مع هذه المتغيرات خاصة البيئية (حيث صُنفت القاهرة في المركز 99 طبقاً لمؤشر المدن المستدامة¹). على صعيد آخر، خصت الكثير من الأبحاث الدولية علي دور تكنولوجيا المعلومات وأدواتها في تحسين نوعية الحياة والخدمات المقدمة لشاغلي هذه التجمعات، و قياس عناصر التخطيط والاستدامة البيئية طبقاً لمؤشرات الاستدامة في السياق العمراني.

وتكمن المشكلة البحثية في الاحتياج إلى أدوات تساعد على سد الفجوة لتطبيق عناصر التخطيط والاستدامة البيئية ومؤشرات قياس هذه العناصر على التجمعات العمرانية لذلك يهدف البحث إلى دراسة دور برامج المحاكاة البيئية في السياق العمراني كأداة من أدوات تعظيم دور تكنولوجيا المعلومات والتغلب على عوائق قياس عناصر التخطيط والاستدامة البيئية طبقاً لمؤشرات الاستدامة الخاصة بكل عنصر.

مقدمة:

العمراني والمقارنة بينها للوصول لمدى أهميتها كأداة في تحقيق تجمعات عمرانية مستدامة، ودراسة حالة في الواقع المحلي المصري لتطبيق مصفوفة تقييم أداء برنامج المحاكاة ENVI-MET لتأكيد فرضية الباحث في قدرتها على تغيير استراتيجيات ومخططات العمل للتجمعات العمرانية.

وتم الحصول على نتائج وتوصيات تؤيد الطرح بأهمية استخدام برامج المحاكاة كأداة فعالة في تغيير المخططات التصيلية لحالة الدراسة، واقتراح مجموعة توصيات لرفع كفاءتها وضرورة العمل لاستخدامها على نطاق واسع.

عناصر التخطيط والاستدامة البيئية للتجمعات العمرانية:

تواجه المدن حالياً الكثير من التحديات الاقتصادية والاجتماعية والبيئية والتي تم ذكرها سلفاً، من تغير مناخ واستهلاك الطاقة والآثار السلبية نتيجة وتيرة التنمية السريعة ونفاقم مشكلة المخلفات خاصة الصناعية.

لذلك فمن المهم دراسة عناصر التخطيط البيئي لتصميم تجمعات عمرانية مستدامة وبراغي أثناء الدراسة الوقوف على أهم المعايير التي يمكن استخدامها في الدراسة التحليلية أثناء البحث وهي:

- **انبعاثات CO2 والغازات الدفيئة:** دراسة كيفية تقليل تأثير انبعاثات CO2 والحد من الآثار البيئية السلبية، وكيفية التعامل مع الغازات الدفيئة.
- **الطاقة:** من خلال دراسة أهم المعايير الخاصة بتقليل استهلاك الطاقة وربطها بالتخطيط العمراني على مستوى التجمعات، وأهم سياسات استخدام الطاقة النظيفة والمتجددة.
- **استعمالات الأراضي:** دراسة تأثير الكثافة السكانية على الأنشطة التي تتم في الفراغات الخارجية وأهم المعايير المؤثرة في كفاءة استعمالات الأراضي.

قامت الأبحاث السابقة على دراسة مدى قدرة كثير من المدن في استقطاب السكان وتحولها لتجمعات عمرانية تحقق الهدف المنشود منها اجتماعيا واقتصاديا وبيئيا، وتوصلت إلى أن هناك قصور في تخطيط المدينة نفسها وعدم دراسة عناصر التخطيط والاستدامة البيئية (مثل مشروع إسكان مبارك ومشروع المليون وحدة)²، وتمت عمل دراسة على استخدام نماذج لمحاكاة وتحليل البيانات والمعلومات المعقدة وإجراء تقييمات لسناريوهات مستقبلية وتوصلت بأنه لا يمكن استخدام بعض الأدوات إلا في الدول المتقدمة بسبب توافر المعلومات وتنظيمه بهذه الدول³، وقد تم عمل دراسة على بعض المدن المصرية لقياس مدى تحقق الاستدامة بها من خلال عناصر التخطيط والاستدامة البيئية باستخدام مؤشر المدن الخضراء الإفريقية وخلصت لعدم وجود تكامل واتصال لهذه المدن لتحقيق تجمعات مستدامة في مصر وضرورة استخدام التكنولوجيا الخضراء لتقليل التأثيرات البيئية⁴.

ومنها تم التوصل لإغفال الدراسات السابقة في دراسة:

- 1- قدرة برامج المحاكاة البيئية في تقديم سيناريوهات مستقبلية للتجمعات العمرانية في الدول النامية وليس المتقدمة فقط.
- 2- برامج المحاكاة البيئية كأداة من أدوات التكنولوجيا لتحقيق عناصر التخطيط والاستدامة البيئية طبقاً للمؤشرات الدولية. لذلك يركز البحث لدراسة برامج المحاكاة البيئية كأداة لتطبيق تكنولوجيا المعلومات وتقليل الفجوة عند دراسة عناصر التخطيط والاستدامة البيئية وقياس مؤشرات كل عنصر في التجمعات العمرانية المستدامة.

عن طريق استخدام منهجيات مختلفة لتحليل واستقراء الجانب النظري من خلال دراسة عناصر التخطيط والاستدامة البيئية والمؤشرات الدولية واستخلاص مؤشرات تحقيق الاستدامة لكل عنصر ووصف أداء برامج المحاكاة البيئية في السياق

هذه التغييرات.⁵ ويكون لهذه المؤشرات سمات محددة لتحقيق الهدف المنشود منها بدقة ومن هذه السمات.

1- **الهدف:** وضع أهداف محددة لكل مؤشر ومن خلاله يتم التقييم على أرض الواقع.

2- **ذات صلة:** أن تكون الأدوات ذات صلة من خلال المستخدمين لها سواء مطورين أو متخذي قرار أو استشاريين وأن تلبى محاور عمل في نطاق استدامة التجمعات العمرانية اقتصادياً واجتماعياً وبيئياً.

3- **أداة كمية قابلة للقياس:** أن تكون معظم الأدوات التي يتم القياس بها كمية، للوقوف على أرقام تعكس الواقع مع وجود بعض الأدوات الكيفية ولكن بنسب أقل.

4- **المرونة:** يجب تحقيق المرونة في المؤشرات حيث توضع هذه المؤشرات من قبل منظمات عالمية فيجب أن تراعي الظروف المحلية لإمكانية تطبيقها بطريق موسعه.

5- **متراصة وفعالة:** ضرورة تحقيق الترابط بين الفئات وبعضها داخل الأداة والمؤشر الواحد، حتى يتكون صورة متكاملة عن التقييم المراد عمله من خلال المستخدمين.

6- **الشمولية:** محاولة تقديم مؤشرات تراعي شمولية التقييم من خلال المباني والخطط الأولية الموضوععة للتجمعات وصولاً للتنفيذ على أرض الواقع.

7- **سهولة التنفيذ:** يكمن نجاح المؤشر في سهولة استخدامه وتنفيذ أهدافه على أرض الواقع، حيث تتسم الكثير من المؤشرات بعدم شموليتها لفئات كثيرة ولكنها سهلة التنفيذ فيتم استخدامها على نطاق واسع من قبل المستخدمين.

وفيما يلي عرض ودراسة لأهم هذه المؤشرات الدولية ونطاق عمل كل منها، ومن خلال هذه الدراسة سيتم استخلاص أهم المؤشرات التي من خلالها يمكن الاستفادة بها في البحث فيما بعد كما يوضح هو موضح بجدول (1).

• **النقل والتنقل المستدام:** من خلال دراسة تأثير النقل على البيئة وكيفية تقديم رؤى مختلفة في التنقل المستدام داخل التجمعات العمرانية.

• **إدارة النفايات:** دراسة تأثير المخلفات والنفايات في على البيئة.

• **كفاءة إدارة المياه والصرف الصحي:** وذلك بالبحث عن أهم العناصر المؤثرة في ترشيد استهلاك المياه وكفاءة توصيل الصرف الصحي للتجمعات العمرانية.

• **جودة الهواء:** ودراسة أهم المعايير المؤثر في رفع كفاءة وجودة الهواء في التجمعات العمرانية.

• **الإدارة البيئية:** من خلال دراسة تأثير وجود إدارة بيئية تحافظ على تحقيق مفهوم الاستدامة في التجمعات العمرانية.

مؤشرات وأهداف تحقيق تجمعات عمرانية مستدامة:

يرجع استخدام مؤشرات وأهداف محددة، للتعبير عن مدى كفاءة ظاهرة أو إشكالية معينة من المناهج ذات التأثير الإيجابي في عملية الرصد والتقييم والتحليل منذ القدم، وذلك لارتباط هذه المؤشرات بعدة معايير تجعلها قادرة على تحويل ظواهر وإشكاليات من مفهومها الكيفي إلى المفهوم الكمي وبالتالي القدرة على قياسها وجعلها مرتبطة بالوضع الراهن وسهولة تحليله.

أهم سمات المؤشرات الجيدة لتقييم أداء مدى استدامة

التجمعات العمرانية:

وفقاً لمنظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة KFAO يتم اختيار المؤشرات لتوفير معلومات حول ظاهرة معينة لغرض معين وذلك لدعم متخذي القرار بشأن سياسات موضوعة، حيث يتم تحديد وتجميع البيانات التي يمكن مراقبتها وقياسها لتحديد مقدار التغيير في الأحداث المراد دراستها لفهم عملية التغيير وأسباب حدوث

جدول 1: جدول لأهم المؤشرات الدولية المستخدمة في قياس مدى استدامة التجمعات العمرانية. المصدر (بتصرف من الباحثة)

الموقع الإلكتروني	محاو العمل	التاريخ	المنظمة	المؤشر
http://www.urbanchinainitiative.org/en/research/usinitiative.html	- الاقتصاد - البيئة - الموارد - الاجتماع	2010	the Urban China Initiative	China Urban Sustainability Index (USI) ⁶
http://sg.siemens.com/city_of_the_future/docs/greencityindex_report_en.pdf	الأداء البيئي	2009	Economist Intelligence Unit; Siemens	European Green City Index ⁷
https://urbact.eu/reference-framework-sustainable-cities	مكاني. - الاقتصاد الاجتماع - البيئة - الحوكمة	2011	French Ministry in charge of housing and urban development, The Council of European Municipalities and Regions, and the CEREMA	The Reference Framework for Sustainable Cities(RFSC) ⁸
https://www.kwrwater.nl/en/tools-producten/city-blueprint/	• جودة المياه - الخدمات الأساسية للمياه. • معالجة مياه الصرف الصحي. • البنية التحتية - النفايات. • التكيف مع تغير المناخ- الحوكمة	2011	Watermet Amsterdam and the KWR Water Cycle Research Institute	City Blueprint ⁹
https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/10244	• خدمات المدينة. • جودة الحياة • مؤشرات اجتماعية.	2008	the Global City Indicators Facility	The Global City Indicators Program (GCIP) ¹⁰
https://www.breeam.com/discover/technical-standards/communities/	اجتماعية -اقتصادية - بيئية	2012	Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology (BREEAM)	BREEAM Communities ¹¹
https://www.usgbc.org/leed/rating-systems/neighborhood-development	• الموقع النكي والوصولية. • أنماط وتصميم المجاورة. • البنية التحتية والمباني الخضراء.	2009	Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)	LEED for Neighbourhood Development (LEED-ND) ¹²

حيث تعدد البرامج بين برامج ذات أدوات تصميم مثل SketchUp, Revit, and Rhino وبين برامج ذات أدوات محاكاة مثل EnergyPlus. وفيما يلي عرض لأهمية استخدام برامج المحاكاة البيئية في تصميم وتخطيط التجمعات العمرانية المستدامة وهي:

بيئة خالية من المخاطر:

توفر برامج المحاكاة طريقة آمنة لاختبار واستكشاف سيناريوهات "ماذا لو" على هيئة بدائل مختلفة، وتأثير التعديل في بعض المتغيرات على المخطط العام.¹³

توفير المال والوقت:

التجارب الافتراضية من خلال نماذج المحاكاة تعد أقل تكلفة من حيث المال وتستغرق وقتاً أقل لمعرفة فاعلية التصميم على أرض الواقع.

التجسيد والتصوير:

أهمية استخدام برامج النمذجة والمحاكاة البيئية في تخطيط وتصميم التجمعات العمرانية:

مجالات التخطيط والتنمية العمرانية للمدن يقابل كثير من التحديات التي تواجه تحقيق تنمية مستدامة في المسار الصحيح وبالتالي لتنفيذ ذلك يحتاج المصممين والمخططين إلى شراكة كل أصحاب المصلحة للوصول إلى رؤية تكاملية وتقييم يقرب من الواقع، لذلك فإن وجود منصات تكنولوجية تحاكي الواقع وتعمل على مواجهة تحديات تراكم المعلومات وتعقيدات المحاكاة الحضرية وتداخل أكثر من برنامج محاكاة للوصول إلى معلومات لا يمكن الاستفادة منها على نطاق واسع، لتزويد المخططين برؤية إبداعية لحل هذه المشكلات، ومساعدتهم في عمل حلقة وصل بين التحديات ومؤشرات قياس هذه التحديات على أرض الواقع.

برامج شاملة أو تعمل على الجمع بين العديد من العناصر المؤثرة على الاستدامة البيئية للجمعات العمرانية ومنها **UMI (The Urban Modeling Interface)** و **CityCAD**

تصنيف البرامج على أساس ثلاث محاور وهي:

- أ- **برامج المحاكاة الشاملة:** هي برامج يتم فيها محاكاة لأكثر من مؤشر من مؤشرات الاستدامة البيئية.
- ب- **برامج المحاكاة الجزئية:** هي برامج يتم فيها محاكاة لمؤشر أو اثنين لمؤشرات الاستدامة البيئية.
- ج- **برامج المحاكاة المعتمدة على مفهوم المدينة الذكية وانترنت الأشياء Smart-City and IoT Wireless Sensor Networks.**

وجود مخرجات نماذج المحاكاة من صور 2D&3D يسمح بمزيد من التحقق من المفاهيم والأفكار وعمل عملية تواصل وفهم لهذه الأفكار، هذا الفهم يُكسب أصحاب المصلحة (مخططين ومتخذي قرار ومواطنين) ثقة في إختيار البديل الأمثل من عدة بدائل مطروحة ومناقشة النتائج.

محاكاة الديناميكية العمرانية:

الديناميكية الحضرية هي "سلوك مميز للأنظمة الحضرية ومنها المدن، فهي تعبر عن حقيقة ما يجري من تغيرات داخلية على المستوى الحضري الأصغر (من خلال النمو أو التفاعل،...الخ) للعناصر الحضرية، بتأثير القوى الحضرية الخارجية والداخلية. **زيادة الدقة:**

التفاصيل الموجودة في نموذج المحاكاة أكثر دقة من الموجودة في النموذج التحليلي، مما يوفر دقة متزايدة وتنبؤ أكثر فاعلية للبيانات المستخدمة وبالتالي تحقيق تكامل في المعلومات ورؤية أكثر دقة للمستقبل خاصة عند استعمال التطبيقات الحديثة مثل **GPS**.

المشاركة العامة:

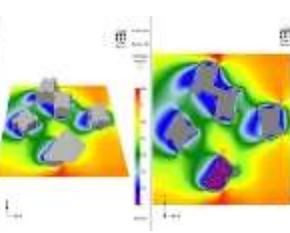
تتم أهمية المحاكاة العمرانية على قدرتها في زيادة عدد الأشخاص المشاركين في عملية التخطيط وسهولة التواصل الأفضل بين جميع الأطراف المشاركة، ويتم استخدام مجموعة دراسات مصغرة لإظهار الاستخدامات والواقع الحالي ومحاكاة البدائل المستقبلية والوقوف على البديل الأمثل الذي يراعي جميع الأطراف المشاركة في العملية التخطيطية.¹⁴

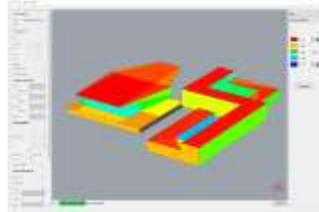
تصنيف برامج المحاكاة البيئية على المستوى العمراني:

تم تصنيف البرامج طبقاً للعناصر التي يتم محاكاتها فهناك برامج جزئية تقدم خدمات ومحاكاة محددة على سبيل المثال **Sumo (Simulation of Urban Mobility)** لمحاكاة حركة السيارات وعلاقتها بشبكة الطرق، أو برامج لمحاكاة راحة المشاة مثل **URBAwind** و **Pedestrian wind** (Pedestrian wind comfort) لمحاكاة حركة الرياح وتأثيرها على المشاة، وهناك

جدول 2: مقارنة بين البرامج من حيث واجهة البرنامج ونبذه عنه وتم اختيار 15 برنامج مختلفة المنهجية والعمل، لفهم طريقة عمل كلا منها وما هو قادر على تقديمه على مستوى التخطيط والتصميم للتجمعات العمرانية. المصدر: (بتصرف من الباحثة).

البرنامج	صورة واجهة البرنامج	نبذه عن البرنامج	البرنامج	صورة واجهة البرنامج	نبذه عن البرنامج
1 - UMI (The Urban Modeling Interface)		شكل 1: واجهة البرنامج المصدر: http://web.mit.edu/sustainable_designlab/projects/umi/index.html	ج 2-Urbansim		ي عمل UrbanSim على الاستفادة من فكر المحاكاة الحضرية والتصور ثلاثي الأبعاد ومشاركة البيانات المفتوحة وذلك لتمكين المستخدمين لاستكشاف البدائل المختلفة وتطويرها وتقييمها وبالتالي تحسين المجتمعات. فهو عبارة عن منصة محاكاة يتم من خلالها دعم تخطيط وتحليل التنمية الحضرية، ويشمل ذلك التفاعلات بين استخدام الأراضي، والنقل، والاقتصاد، والبيئة. ¹⁶ تم تصميم وتطوير برنامج UrbanSim بواسطة المخطط Paul Waddell عن طريق منح مقدمة من المؤسسة الوطنية للعلوم على مدار عقدين من الزمن (2002-2011).
3-Esri cityengine		شكل 3: واجهة البرنامج المصدر: https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/esri-cityengine/overview	4-City CAD(Holistic City Software)		هو برنامج نمذجة ثلاثي الأبعاد متطور لإنشاء بيانات حضرية ضخمة وأكثر تفاعل في وقت أقل من برامج نمذجة أخرى. ويتم استخدام بيانات GIS واستيراد البيانات منها لعمل مدن كاملة على المناطق الجغرافية المختلفة لمرعاة تضاريس المكان. وبالتالي إنشاء سيناريوهات متعددة بسهولة. ¹⁷
					أداة بارامترية غنية بالمعلومات لتخطيط المسقط الأفقي للمشاريع في نطاق 100 هكتار إلى 200 هكتار. ويستخدم بشكل عام في بداية المشروع لاختبار الأفكار واستراتيجيات المخطط الرئيسي، وغير مخصص للاستخدام في مراحل التصميم والبناء التفصيلية للمشروع. ويتم استخدامه من خلال ثلاثة محاور: (استخدام أكاديمي - استخدام تجاري - مجموعات عمل). ¹⁸

البرنامج	صورة واجهة البرنامج	نُبذة عن البرنامج	البرنامج	نُبذة عن البرنامج	صورة واجهة البرنامج	البرنامج	
5-CityBES (City Building Energy Saver)	 <p>شكل 5: واجهة البرنامج المصدر: https://citybes.lbl.gov</p>	<p>عبارة عن منصة للبيانات والحوسبة على الإنترنت للجمهور، يركز على نمذجة الطاقة وتحليل مخزون المباني في المدينة لدعم كفاءة الطاقة على مستوى الأحياء والمدن، وتقليل انبعاثات الكربون</p> <p>يتم استخدام CITYGML لتمثيل وتبادل نماذج المدن ثلاثية الأبعاد 3D.</p> <p>وقد تم تطويرها بواسطة مختبر لورانس بيركلي الوطني.¹⁹</p>	ج	<p>عبارة عن منصة للبيانات والحوسبة على الإنترنت للجمهور، يركز على نمذجة الطاقة وتحليل مخزون المباني في المدينة لدعم كفاءة الطاقة على مستوى الأحياء والمدن، وتقليل انبعاثات الكربون</p> <p>يتم استخدام CITYGML لتمثيل وتبادل نماذج المدن ثلاثية الأبعاد 3D.</p> <p>وقد تم تطويرها بواسطة مختبر لورانس بيركلي الوطني.¹⁹</p>	<p>عبارة عن برنامج يمكنه محاكاة المناخات في البيئات الحضرية MicroclimateSimulation وتقييم آثار الغلاف الجوي والنباتات والمواد والهندسة المعمارية وقياسها على المناخ المحلي في المساحات الخارجية.</p> <p>فهو يساعد في بناء مناطق حضرية للناس والنباتات عن طريق فهم ديناميكيات البيئة المحلية لتمكين التصميم المستدامة من تلبية احتياجات الناس ومتطلبات البيئة، فهو أكثر نماذج المناخ المتاحة المتوفرة تقيماً، مما يثبت قدرته على محاكاة المناخ المحلي لأي منطقة في الأرض.</p> <p>وأسس Michael Bruse شركة GeoTech وتم إصداره عام 1992 وتم التطوير والتحديث مع مجموعة من المطورين حتى ظهر كعلامة تجارية تحت مسمى ENVI-met 2004.²⁰</p>	<p>شكل 6: واجهة البرنامج المصدر: https://www.envi-met.com/</p>	6-ENVI-met
7-URBAwind (Pedestrian wind comfort)	 <p>شكل 7: واجهة البرنامج المصدر: https://meteodyn.com/en</p>	<p>هو برنامج لمحاكاة تدفق الرياح تم تطويره للمناطق الحضرية، ويتم من خلاله عمل محاكاة لتحديد مناطق عدم الراحة في الرياح وتهينة بيئات حضرية لتكون أكثر سلامة وأمان وراحة حول المباني.</p> <p>ويتم الاعتماد على حسابات Computational CFD Fluid Dynamics: ديناميكيات الموائع الحسابية ويتم استخدامها لعمل محاكاة عددية لدراسة حركة الرياح أو الشمس مما يضيف دقة ومحاكاة أكثر وضوحاً وثقة للنموذج الدقيقة لأي هيكل معماري.²¹</p> <p>وتم تطويره من قبل شركة Meteodyn بفرنسا منذ العام 2011.</p>	8-The Anylogic Pedestrian Library	<p>عبارة عن أداة لمحاكاة حركة المشاة وتحليل الحشود في أوقات الذروة، ويتم من خلاله تصميم وتصور وتحليل كيفية تصرف هذه الحشود بدقة عن طريق محاكاتها في بيئة مادية وحاولت القضاء على أوجه القصور في التصميم المقترح.</p> <p>لذلك تعد مكتبة المشاة مفيدة عند محاكاة ديناميكية المشاة في المناظر الحضرية الطبيعية والمناطق المفتوحة والمتاحف ومراكز التسوق والنقل (حيث دراسة مدى قدرة المنشآت على تحمل حركة وتدفق المشاة).</p> <p>وتم تطويره من خلال شركة Anylogic متعددة الجنسيات المتخصصة في برامج المحاكاة والتطبيقات.²²</p>	<p>شكل 8: واجهة البرنامج المصدر: https://www.anylogic.com/download/ds</p>	<p>هو برنامج لمحاكاة تدفق الرياح تم تطويره للمناطق الحضرية، ويتم من خلاله عمل محاكاة لتحديد مناطق عدم الراحة في الرياح وتهينة بيئات حضرية لتكون أكثر سلامة وأمان وراحة حول المباني.</p> <p>ويتم الاعتماد على حسابات Computational CFD Fluid Dynamics: ديناميكيات الموائع الحسابية ويتم استخدامها لعمل محاكاة عددية لدراسة حركة الرياح أو الشمس مما يضيف دقة ومحاكاة أكثر وضوحاً وثقة للنموذج الدقيقة لأي هيكل معماري.²¹</p> <p>وتم تطويره من قبل شركة Meteodyn بفرنسا منذ العام 2011.</p>	

البرنامج	صورة واجهة البرنامج	نُبذة عن البرنامج	البرنامج	صورة واجهة البرنامج	نُبذة عن البرنامج
9-Sumo (Simulation of Urban Mobility)	 <p>شكل 9: واجهة البرنامج المصدر: http://sumo.sourceforge.net</p>	<p>حزمة من أدوات المحاكاة مفتوحة المصدر ودقيقة ومتعددة الوسائط والتطبيقات، مصممة للتعامل مع شبكات الطرق الكبيرة للمدن، ولكن يمكن استخدامها على شبكات أصغر.</p> <p>يتم تصوير المركبات الفردية وتفاعلاتها باستخدام نماذج السلوك في SUMO لتتبع السيارات وتغيير المسار والتقاطع، كما يتم استخدام نماذج للمشاة ومحاكاة حركة الأشخاص وتفاعلاتهم مع المركبات.²³</p>	ج	 <p>شكل 10: واجهة البرنامج. المصدر: http://solemma.net/Diva.html</p>	<p>عبارة عن برنامج لتمذجة ضوء النهار والطاقة plug-in ,for the Rhinoceros – NURBS، ويتيح للمستخدمين إمكانية إجراء سلسلة من التقييمات للأداء البيئي للمباني الفردية والمناظر الطبيعية على المستوى العمراني متضمنا خرائط الإشعاعات والتصويرات الواقعية الخاصة بضوء النهار والمناطق الحرارية.²⁴</p>
11-PTV VISSIM (Verkehr In Städten - Simulationsmodell)	 <p>شكل 11: واجهة البرنامج المصدر: https://www.ptvgroup.com/en-us/solutions/products/ptv-vissim/</p>	<p>هو أداة مثالية لتخطيط النقل المتطور وتحليل العمليات التي تحدث، حيث تم تصميم البرنامج للمساعدة في تحقيق التوازن بين سعة وكفاءة الطريق والطلب على المرور بشكل واقعي.</p> <p>يتيح استخدام PTV VISSIM خيارات شاملة مما يخلق أداة قوية لتقييم وتخطيط البنية التحتية للنقل في المناطق العمرانية وخارج المدن، وتقديم تدابير بنية تحتية مقنعة لمتخذي القرار وأصحاب المصلحة.²⁵</p>	12 – CitySim Pro	 <p>شكل 12: واجهة البرنامج المصدر: http://www.kaemco.ch/download.php</p>	<p>يهدف البرنامج لتوفير دعم لمتخذي القرار ومخططي الطاقة في المناطق العمرانية لتقليل الاستخدام لمصادر الطاقة الغير متجددة (الوقود الأحفوري) وانبعاثات الغازات الدفيئة المرتبطة بها.</p> <p>عن طريق المحاكاة ثلاثية الأبعاد لأشكال المباني الهندسية في سياق عمراني(حي إلى مدينة)، ومحاكاة الطلب على الطاقة في هذه المباني مع مراعاة الطبيعة العشوائية لمستخدمي هذه المباني وسلوكهم المختلف.²⁶</p> <p>تم تطويره وتوزيعه بواسطة مختبر الطاقة الشمسية وفيزياء المباني (LESO-PB) التابع لمعهد الفنون التطبيقية في لوزان (EPFL)</p>

البرنامج	صورة واجهة البرنامج	نُبذة عن البرنامج	البرنامج	نُبذة عن البرنامج	صورة واجهة البرنامج	البرنامج	
13-CupCarbonU –One 4.1	 <p>شكل 13: واجهة البرنامج المصدر: http://cupcarbon.com</p>	ج	<p>برنامج لمحاكاة شبكة الاستشعار اللاسلكية للمدن الذكية (SCI-WSN) ولإنترنت الأشياء، حيث الهدف التصميم والتصوير وتصحيح الخوارزميات الموزعة للرصد وجمع البيانات البيئية. بشكل عام يتم استخدام على نطاقات علمية واسعة ويتميز بالشرح المرئي والتصوري لكثير من المفاهيم المتعلقة بطبولوجيا الشبكات وبرتوكول العمل بها. وتم دعم المشروع من قبل الوكالة الوطنية الفرنسية (la Recherche ANR)، 2014.²⁷</p>	<p>نُبذة عن البرنامج</p>	<p>عبارة عن منصة تعاونية ومفتوحة المصدر للتعامل مع البيانات عن طريق مفهوم التوأمة الرقمية Digital Twin، ويتم تصور البيانات ثلاثية الأبعاد وتحليلها ومشاركتها. بالتالي يسمح بتسهيل عملية صنع القرار وتحسين البنية التحتية وتسريع عملية التحويل لمناطق وتجمعات مستدامة.²⁸</p>	14-Smart City Explorer (SIRADEL)	
15-SEMANTIC TOOLS FOR CARBON REDUCTION IN URBAN PLANNING)	 <p>شكل 15: واجهة البرنامج المصدر: www.semanto-project.eu</p>	16- MIKE URBAN (DHI)	<p>هي منصة متكاملة SEMANCO platform لمساعدة الممارسين والمخططين والمسؤولين المحليين وواضعي السياسات والمواطنين لاتخاذ قرارات أكثر دقة بشأن كيفية الحد من انبعاثات الكربون في المدن. وذلك من خلال نماذج الطاقة التي تم تصميمها بشكل نمونجي لتحليلها وتصوير مؤشرات الطاقة، وتم تطبيق المنصة على ثلاث دراسات حالة: مانريسا في برشلونة، إسبانيا؛ كوبنهاجن، دنيمارك؛ ونيوكاسل أبون تاين، المملكة المتحدة. وتم تطوير البرنامج بتمويل مشترك من قبل المفوضية الأوروبية ضمن البرنامج الإطار السابع European Commission within the 7th Framework Programme 2011-2014.²⁹</p>	<p>نُبذة عن البرنامج</p>	<p>برنامج تم دعمه من شركة DHI، لتحليل البيانات الخاصة بشبكات وأنظمة إمدادات المياه في المناطق الحضرية وأنظمة تصريف المياه وشبكات وأنظمة تجميع ونقل مياه الصرف الصحي، ويتميز بالقدرة على الاندماج مع نظم المعلومات الجغرافية مما يعطي دقة في حرية عمل ومرونة للبرنامج. وتم تطويره من خلال منظمة DHI العالمية المختصة بدراسة وتقديم حلول لتحديات المياه في جميع أنحاء العالم، والتواصل مع المتخصصين لتقديم تكنولوجيا وأدوات قادرة على مواجهة هذه التحديات.³⁰</p>	<p>شكل 14: واجهة البرنامج (Air Parif's air quality monitoring) المصدر: https://www.siradel.com/software/smart-city-explorer</p>	<p>شكل 16: واجهة البرنامج المصدر: https://www.mikepoweredbydhi.com/products/mike-urban</p>

ويوضح جدول 2 تنوع برامج المحاكاة البيئية من حيث منهجية عمل كل برنامج والتي تؤثر على مدخلات ومخرجات البرامج. فهناك برامج يتم من خلالها عمل محاكاة للطاقة وكيفية التعامل معها على مستوى المباني المتعددة مثل برنامج CitySim Pro ،

والتعامل مع مفهوم المناخ المصغر وقدرته في مواجهة تحديات استعمالات الراضي من خلال برنامج ENVI-met، ودور المعلومات والأدوات الدلالية semantic tools في التعامل مع نسبة ثاني أكسيد الكربون من خلال برنامج SEMANCO.

جدول 3: مقارنة بين برامج المحاكاة البيئية طبقا ودور كلا منها في تحقيق وقياس مؤشرات استدامة التجمعات العمرانية: انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون- استهلاك الطاقة- استعمالات الأراضي- النقل المستدام- جودة المياه- كفاءة الهواء - والاستفادة من ضوء النهار. المصدر: بتصرف من الباحثة.

البنية التحتية	ضوء النهار	كفاءة الهواء	جودة المياه	النقل والتقل	استعمالات الأراضي	الطاقة	Co2 والغازات الدفينة	اسم البرنامج	الفئة
	✓			✓	✓	✓	✓	UMI-for-(Rhino)	plugin
	✓					✓		DIVA-for-(Rhino)	
				✓				Pedestrian Library(The Anylogic)	
✓				✓		✓	✓	CupCarbon U-One - (Java)	
		✓				✓		CitySim Pro	Independent tool
		✓			✓		✓	ENVI-met	
				✓		✓	✓	CityCad	
✓				✓				PTV VISSIM	
				✓				Sumo	
✓					✓			Esri cityengine	
		✓				✓		URBAwind	
						✓	✓	SEMANCO	Web Platform
✓				✓	✓		✓	UrbanSim	
✓				✓		✓		Smart City Explorer	
✓			✓			✓	✓	CityBES	

تجمع او منطقة عمرانية لذلك تم اختيار دراسة حالة تم استخدام برنامج بها في الواقع المحلي المصري لبيان أهمية استخدام برامج المحاكاة البيئية في العملية التخطيطية لتأثيرها في تغيير الكثير من الاستراتيجيات المتخذة عند المرور بمراحل التخطيط المختلفة.

من خلال هذه المقارنة بجدول 3، يستنتج قدرة برنامج UMI كبرنامج إضافي في تقديم مخرجات محددة ومتعددة على هيئة خرائط متدرجة الألوان، وبرنامج ENVI-met كمثال رائد في السنوات الماضية للتعامل مع مفهوم المناخ المصغر وكيفية استخدام المعلومات المناخية المعقدة ومتعددة التخصصات في الممارسة العملية وبالتالي تطبيقها في أي

جدول 4: مصفوفة توضح البعد البيئي لبناء تجمعات عمرانية مستدامة، عن طريق عناصر التخطيط البيئي والتي تمثل تحدياً أمام المخططين لتحقيقها وقياس مؤشراتها بالتجمعات العمرانية، مع مراعاة اختيار معايير يمكن دراستها باستخدام تكنولوجيا المعلومات، وأمثلة البرامج التي يمكن استخدامها لكل عنصر. المصدر: بتصرف من الباحثة.

المدخل	عناصر التخطيط والاستدامة البيئية	مؤشرات قياس عناصر التخطيط والاستدامة البيئية	المصدر	برنامج المحاكاة المستخدم
البعد البيئي لبناء تجمعات عمرانية مستدامة	ثاني أكسيد الكربون والغازات الدفيئة	كثافة ثاني أكسيد الكربون (كجم لكل كجم من استخدام طاقة مكافئ النفط)	World Bank ³¹	<ul style="list-style-type: none"> • UMI-for-(Rhino) • CupCarbon U-One - (Java) • ENVI-met • CityCad • SEMANCO • UrbanSim • CityBES
		انبعاثات ثاني أكسيد الكربون نتيجة استخدام الوقود (كيلو طن)	World Bank	
		مؤشر انبعاثات CO2	NUMBEO ³²	
		انبعاثات الغازات الدفيئة (3)	Eurostat ³³	
	الطاقة (التشغيلية-المجمدة-المتجددة)	استهلاك الطاقة في المباني السكنية للفرد الواحد	Eurostat	<ul style="list-style-type: none"> • UMI-for- (Rhino) • DIVA-for-(Rhino) • CupCarbon U-One - (Java) • CitySim Pro • CityCad • URBAwind • SEMANCO • Smart City Explorer • CityBES
		استهلاك الطاقة الكهربائية (نصيب الفرد من الاستهلاك بالكيلو وات)	World Bank	
		سياسات الطاقة النظيفة (0-10)	Green City Index (EUI) ³⁴	
		نسبة استهلاك الطاقة المتجددة من إجمالي الطاقة المستخدم	Eurostat	
		إجمالي إنتاج الطاقة المتجددة (طاقة حرارة باطن الأرض-الرياح-الشمسية) ألف قدم	Eurostat	
	استعمالات الأراضي	الجهود المبذولة لسياسات استخدام الأراضي (0-10)	Green City Index (EUI)	<ul style="list-style-type: none"> • UMI-for-(Rhino) • ENVI-met • Esri cityengine • UrbanSim
		مساحة المساحات الخضراء م2/الفرد	Green City Index	
		نسبة المساحات الخضراء من إجمالي الموقع %	Green City Index	
توزيع الخدمات ونسبتها%		Green City Index		
أنماط البناء للتجمع (التسيج العمراني- وأطول الكتل الموجودة)		European Environmental Agency		
كثافة السكان (عدد الأشخاص في المتر المربع من مساحة الأراضي)		World Bank		
نسبة المناطق السكنية من إجمالي الموقع %		World Bank		
النقل والتنقل	معدل استخدام النقل الجماعي	Metrobits ³⁵	<ul style="list-style-type: none"> • UMI-for-(Rhino) • Pedestrian Library(The Anylogic) • CupCarbon U-One - (Java) • CityCad • PTV VISSIM • Sumo • UrbanSim • Smart City Explorer 	
	حجم شبكة النقل الجماعي %	Metrobits		
	الخدمات الآلية للأستخدام العام للدراجات وبتراوح المؤشر من (0-8)	Bike-Sharing World Map		
	نسبة مسارات المشاة لتحقيق حركة مريحة%	Bike-Sharing World Map		
	سياسات الترويج للنقل المستدام (0-10)	Green City Index (EUI)		
	سياسات الحد من الازدحام (0-10)	Green City Index (EUI)		
	عدم كفاءة حركة المرور	NUMBEO		
	متوسط إنتاج النفايات البلدية لكل شخص (كجم/ سنة)	Waste Management for Everyone		
النفايات	سياسة جمع النفايات والتخلص منها (Zero-Max)	Green City Index		

	Green City Index(EUI)	معدل إعادة تدوير النفايات والتخلص منها (10-0)	
FLUID MIKE URBAN (DHI) CityBES FLOW (Autodesk)	European Environmental Agency	إجمالي كمية المياه المتاحة %	كفاءة المياه والصرف الصحي
	European Environmental Agency	نسبة السكان الذين يحصلون على مياه شرب كافية وآمنة%	
	Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)	إجمالي حصة المياه النقية المتوفرة للفرد %	
	World Bank	نسبة استهلاك المياه (لتر/اليوم/فرد)	
	(FAO)	حصة المياه المعالجة %	
	World Bank	نسبة السكان الذين يستخدمون خدمات الصرف الصحي بأمان %	
	Green City Index	وصلات الصرف الصحي لمياه الصرف الصحي	
	Green City Index(EUI)	سياسات الصرف الصحي المستدامة (10-0)	
CitySim Pro ENVI-met URBAwind URBASun	World Health Organization (WHO)	PM2.5 قياس عدد جزيئات في الهواء التي يقل قطرها عن 2.5 ميكرومتر (ميكرون) المتوسط السنوي	جودة الهواء (نظافة الهواء - الراحة الحرارية في المناطق المفتوحة)
	(WHO)	PM10 قياس عدد جزيئات التي يقل قطرها عن 10 ميكرون (mg/m ³). المتوسط السنوي	
	World Bank	انبعاثات الميثان نتيجة الأنشطة البشرية والصناعية (كيلو طن مكافئ CO ₂)	
	Green City Index(EUI)	سياسات الهواء النظيف (10-0)	
	European Environmental Agency	متوسط عدد ساعات الحرارة والبرودة سنوياً (عدد الساعات/سنوياً)	
	European Environmental Agency	دراسة تأثير العناصر المعمارية مثل (الأفنية، المظلات، ...)	
	European Environmental Agency	دراسة نسبة تأثير الجزر الحرارية	
	European Environmental Agency	وجود عناصر الاستفادة من ضوء النهار (أفنية- مناور...)	
UMI-for-(Rhino) DIVA-for-(Rhino)	European Environmental Agency	نسبة التعرض لضوء النهار للمبنى (عدد الساعات/سنوياً)	الاستفادة من ضوء النهار (داخليا - خارجيا)
	European Environmental Agency	عرض الشوارع وتأثيره على نسبة الإضاءة المكتسبه	
	European Environmental Agency	المواد المستخدمة في واجهات المباني وتأثيرها على نسبة الإضاءة	
	European Environmental Agency	المواد المستخدمة في واجهات المباني وتأثيرها على نسبة الإضاءة	
	Green City Index(EUI)	قياس مدى اتساع عمل الإدارة البيئية على مستوى التجمع (0-10)	الإدارة البيئية
	Green City Index(EUI)	قياس جهود الدولة في عملية الرصد البيئي (10-0)	
	Green City Index(EUI)	المشاركة المجتمعية في عملية صنع القرار البيئي (10-0)	

وبيان قدرة هذه البرامج على دراسة المؤشرات وتم اختيار برنامج ENVI-met لدراسة حالة في الموقع المحلي المصري، ودراسة

يستنتج من جدول 3 و4، إلى تنوع واختلاف برامج المحاكاة البيئية لدراسة التحديات البيئية طبقاً للمؤشرات قياس مدى استدامة التجمعات العمرانية، ووضع مقترح عام يمكن من خلاله دراسة

Comfort Model (UDCM) on a Passive Solar Basis at Mid-Latitude Sites, 2018

وقد تم تخطيط القاهرة الجديدة كواحدة من سلسلة مدن جديدة حول القاهرة لجذب السكان من المناطق الحضرية المزدهمة، وعلى الرغم من لتخطيط لتصبح أقرب للأحياء الريفية التقليدية إلا أن الاعتماد على السيارات والمركبات أدى إلى زيادة الحمل على القاهرة بشكل عام.³⁹

- طبقاً لبيانات جهاز التبيئة والإحصاء فإن متوسط عدد الأشخاص في الأسرة الواحدة 3.75 شخصاً في موقع الدراسة.⁴⁰
- تصنيف الإسكان المهيمن بالمنطقة دور أرضي + طابقين، مع وجود رودود من جميع الجوانب على أن تكون نسبة البناء 50% (FAR) من إجمالي مساحة الأرض، وبالتالي الاعتماد على النسيج العمراني النقطي للمنطقة.

منهجية عمل البرنامج لتحسين منطقة الدراسة:

- أولاً: تقييم الأثار البيئية باستخدام ENVI-met للتأثيرات الحرارية في منطقة عمرانية محدودة، والتركيز على تقييم الراحة الحرارية للمشاة من حيث حساب درجة الحرارة الفسيولوجية المكافئة PET في أوقات مختلفة من اليوم.
- التنبؤ بجميع معايير الأرصاد الجوية وجميع الأسطح العمرانية والتفاعلات الحرارية بين النباتات، عن طريق تقييم الوضع الراهن والاقتراحات والبدايل المقترحة للمنطقة المدروسة حيث (دمج التطبيقات السلبية في الموقع الحالي لتحسين ظروف المناخ المحلي).
- ثانياً: استخدام الـ MATLAB لإنشاء معاملات المعلمات الخاصة بالتصميم لتحقيق ظروف مريحة في المناطق العمرانية في نفس المواقع التي تم فحصها أولاً.

أهم العناصر التي يقدر البرنامج على رفع كفاءتها لتحقيق الاستدامة.

دراسة حالة منطقة التجمع الخامس، القاهرة الجديدة، جمهورية مصر العربية كمثال على برنامج (ENVI-MET):

أتى عرض هذه الحالة لتعبر عن الواقع المحلي داخل جمهورية مصر العربية وبيان قدرة استخدام برامج المحاكاة البيئية في تحسين أداء التجمعات العمرانية، والحصول على أفضل معايير استخدام الأراضي لتحقيق الراحة الحرارية للمشاة والتعامل مع المناخ المصغر.

وتم تطوير نموذج يعتمد على محاكاة برنامج ENVI_ MET للبارمترات التالية: درجة الانضغاط للتربة compactness degree ، نسبة تغطية العشب grass coverage، كثافة مساحة الأوراق leaf area density، تغطية الأشجار للأراضي trees ground coverage، وتحديد مناطق الأسفلت والمباني asphalt and buildings areas.³⁸

إ | معلومات عن حالة الدراسة:

التجمع الخامس هو جزء من التطورات التي تحدث في منطقة القاهرة الجديدة، وتكون من (5-6) مجاورات، وتقع المنطقة الثالثة موضوع الدراسة شرقاً من الطريق الدائري الأول في القاهرة الكبرى على إرتفاع 50 متراً فوق جبل المقطم، شكل 16.



شكل 16: صورة من الأقمار الصناعية للمنطقة الثالثة موضع الدراسة (مقياس 1:2م) التجمع الخامس، القاهرة الجديدة. المصدر: On the Development and Optimization of an Urban Design



شكل 18: التأكد من صحة النتائج حيث (A) المنطقة على برنامج ENVI-met و (C) للجهاز المستخدم لقياسات الموقع وعمل مقارنة للنتائج المصدر: On the Development and Optimization of an Urban Design Comfort Model (UDCM) on a Passive Solar Basis at Mid-Latitude Sites, 2018

تطبيق منهجية البرنامج على الحالة الدراسية (التجمع الخامس):

- تم إجراء المحاكاة لمدة 12 ساعة من الساعة 6 صباحاً إلى الساعة 6 مساءً، بالتوقيت المحلي يوم 1 يوليو كتمثيل ليوم صيفي شديد الحرارة وتم التحليل باستخدام برنامج ECOTECT v.5.6. وتم تسجيل النتائج على ارتفاع 1.6 في جميع أنحاء منطقة النموذج لتحقيق راحة حرارية للمشاة.

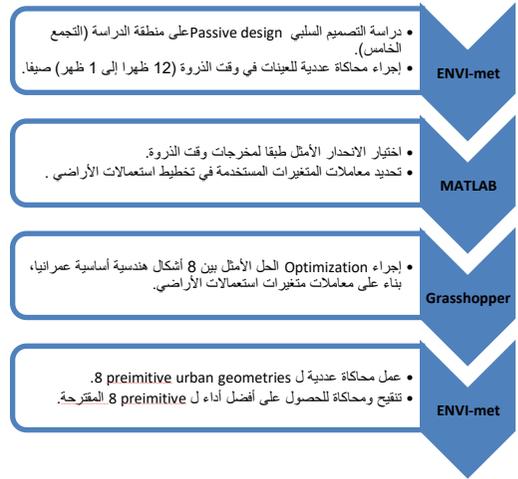
- هناك بديلان (b) و (c) مقارنة بالمخطط الأساسي (a)، لدراسة التصميم العمراني السلبي لمنطقة الدراسة كما يوضح الشكل 35.

- توفر البدائل أنواع مختلفة من المساكن والغطاء النباتي للمناطق الخارجية وترتيب وأنواع الأشجار بنماذج أكثر استجابة للمقترحات.

النسيج العمراني:

- المقترح (b) تم استخدام نفس النسيج المركب المستخدم في المخطط الأساسي (a) لدراسة التأثير البيئي لتوزيع مجموعة المباني clustered urban form، النسبة المئوية لتقسيم المناطق متشابهة مع المخطط الأساسي (a).

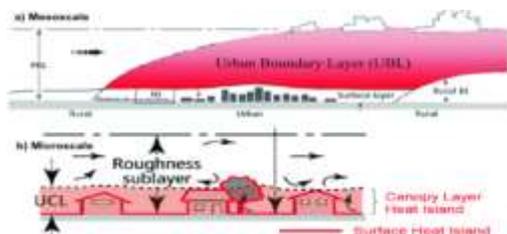
- ثالثاً: إدخال معلمات التصميم المُحسنة في Grasshopper لإنشاء النماذج الهندسية الأولية المقترحة (النسيج والشبكة والغطاء النباتي).
- أخيراً: يتم إعادة عملية المحاكاة باستخدام ENVI-met مرة أخرى لفحص راحة المشاة الحرارية التي سيتم إنتاجها من الأشكال الهندسية المقترحة. شكل 17 يوضح تسلسل العمل بالدراسة.



شكل 17: منهجية عمل الدراسة والبرامج المستخدمة لتحسين الأداء البيئي وتحقيق الاستدامة البيئية لمنطقة الدراسة.

"سيتم عرض المرحلة الأولى (عمليات المحاكاة العددية باستخدام ENVI-met) من منهجية العمل المذكورة في شكل 20 في هذا البحث وأهم نتائج هذه المرحلة على المنطقة المدروسة".
ملحوظة: (تم التحقق من من صحة مخرجات برنامج ENVI-met من خلال العديد من الدراسات عن طريق كل من درجة حرارة الهواء ودرجة الحرارة الإشعاعية المتوسطة، من خلال قياسات ونتائج محاكاة المستقبلات لنقطة معينة بمنطقة الدراسة على أرض الواقع في 5 أغسطس 2017 لمزيد من الدقة في النتائج) شكل 18.

ملحوظة: (تعريف Urban Canopy Layer: هي الطبقة الموجودة في الهيكل الرأسي لطبقة الحدود العمرانية حيث تتراوح من سطح الأرض لقمة المباني، فهي منطقة متعددة الانبعاثات وتتأثر بكل الأنشطة البشرية والطبيعية التي تحدث وهنا تكمن أهمية دراستها لفهم تأثير الجزر الحرارية على المناطق العمرانية المختلفة)⁴¹، شكل 20.



شكل 20: يوضح الفرق بين UBL & UCL المصدر: Quantifying Effects of Urban Heat Islands: State of the Art, November 2019 .
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-34196-1_4

تم تصميم المباني بحيث تشمل نسب عرض إلى طول إلى ارتفاع 1: 3: 1.3 وتوجيه الساحات courtyards لجميع المباني إلى 15 درجة من المحور الشرقي الغربي شكل 21.

المحاور المستخدمة The canyons' axes إما في اتجاه واحد أو عمودي نحو الشمال الغربي لألتقاط الرياح السائدة وزيادة تأثير التبريد النفقي لزيادة الراحة الحرارية.

تم تغيير النمط الهرمي إلى نمط شبكي للسماح بزيادة تأثير التبريد النفقي.

البديل (c) تم تقسيم المناطق وعمل شبكة جديدة مختلفة عن المقترح (b) حيث تتكون جميع الوحدات السكنية من طابق أرضي + ثلاث طوابق، إما أن تكون وحدة واحدة على مساحة 150م² أو دوبلكس 300م²، وتحقيق كثافة سكانية 150 شخص /فدان ومتوسط أفراد الأسرة 3.75 شخص / أسرة.

استخدام نفس النسبة المئوية للخدمات في المخطط الأساسي والبديل الأول.



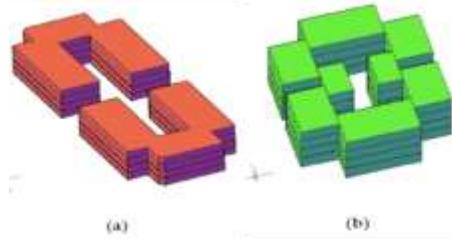
شكل 19: المخطط الأصلي (a) والبديلين (b) و (c)، حيث المباني باللون الرمادي والعشب باللون الأخضر الفاتح والأشجار باللون الأخضر الداكن، والبيضاوي الأحمر يشير إلى موقع المباني العالية المستخدمة لمساعدة طبقة الهواء (Urban Canopy Layer (UCL)) لدمج الرياح والاستفادة منها.

نتائج الدراسة التطبيقية على حالة الدراسة:

تناول المثال السابق مفهوم التخطيط العمراني القائم على المناخ في القاهرة ودراسة دوره في تقديم راحة حرارية في الهواء الطلق للمشاة بمنطقة التجمع الخامس موضع الدراسة، وتأتي أهمية هذه الدراسة في كيفية العمل على الدمج بين تطبيق المعرفة المناخية بأرقامها المعقدة مع الممارسة العملية للتخطيط على أرض الواقع من خلال برنامج ENVI-met. وتم تطبيق جدول 4 لتحديد أهم المؤشرات التي تم دراستها لتحقيق عناصر التخطيط والاستدامة البيئية وعرضها في جدول 5 للوصول للنتائج التالية:

- 1- تركيز الدراسة على معظم المؤشرات الخاصة بعنصر استعمالات الأراضي، وتأثير الغطاء النباتي بمختلف أنواعه على منطقة الدراسة (نوع الأشجار- نسبة المناطق الخضراء).
- 2- التركيز على دراسة حركة الرياح ووقت التعرض للشمس من خلال معيارين (نمط البناء- ونوع الأشجار المستخدمة).
- 3- عدم التركيز على تصميم المبنى الواحد من وجود عناصر معمارية (أفنية- مظلات-...) وتأثيرها على منطقة الدراسة بيئياً.
- 4- عدم دراسة الرطوبة ونسب ثاني أكسيد الكربون على حالة الدراسة لتحقيق جودة الهواء الموجود في منطقة الدراسة.

جدول 5: نتائج تطبيق برنامج ENVI- MET على الحالة الدراسية ودور المحاكاة البيئية في تحقيق وقياس مؤشرات الاستدامة البيئية وتغيير استراتيجيات تخطيط وتصميم التجمع العمراني المصدر: الباحثة.



شكل 21: نماذج المباني المستخدمة في البديل (c)، حيث (a) نموذج إسكان أربع طوابق، و(b) نماذج الإسكان المنقحة بإرتفاع أربع طوابق. المصدر: On the Development and Optimization of an Urban Design Comfort Model (UDCM) on a Passive Solar Basis at Mid-Latitude Sites, 2018

الغطاء النباتي العمراني:

- تم تطبيق مفهوم GreenSect (الغطاء الأخضر داخل المناطق المأهولة)، ويتم وصف المسافات بين كل مكانين عامين في GreenSect بيولوجيا على أساس سرعة المشي البشرية، وإمكانية السير القسوى في الحي كقاعدة للتخطيط الحضري لمنطقة الدراسة.
- تم اختيار 600 م كمسافة مشي وسيطة بين 300 م المحددة من the regulatory agency of English Nature و 900 متر (15 دقيقة مشي) المحددة من European Environmental Agency بشأن الوصول للمساحات الخضراء داخل المجاورات، علماً بأن المشي 5 دقائق يوصف أساس تقليدي لتطوير الأحياء⁴².
- تم ترتيب الأشجار في المناطق العمرانية عن طريق دراسة تأثير الاحتماء بالأشجار لتقليل وقت التعرض لأشعة الشمس إلى الحد الأدنى.

عناصر التخطيط والاستدامة البيئية	مؤشرات قياس الاستدامة البيئية	النقاط التي تم دراستها بواسطة برنامج ENVI-met
ثاني أكسيد الكربون والغازات الدفيئة	كثافة ثاني أكسيد الكربون (كجم لكل كجم من استخدام طاقة مكافئ النفط) انبعاثات ثاني أكسيد الكربون نتيجة استخدام الوقود (كيلو طن) مؤشر انبعاثات CO2	✓
استعمالات الأراضي	انبعاثات الغازات الدفيئة (3) مساحة المناطق الخضراء م ² /الفرد	✓ يتم دراسة نسبة تغطية العشب، وكثافة مساحة الأوراق

✓	يتم دراسة مناطق الأسفلت والمباني، وتغطية الأشجار للأراضي	نسبة المساحات الخضراء من إجمالي الموقع %	
✓	دراسة نسبة وتوزيع أماكن الخدمات وتأثيرها	توزيع الخدمات ونسبتها%	
✓	دراسة أنماط مختلفة لتحقيق راحة حرارية أكبر في منطقة الدراسة.	أنماط البناء للتجمع (النسيج العمراني- وأطوال الكتل الموجودة)	
✓	يتم دراسة تأثير الكثافة السكانية، متوسط أفراد الأسرة	كثافة السكان (عدد الأشخاص في المتر المربع من مساحة الأراضي)	
		نسبة المناطق السكنية من إجمالي الموقع %	
		الجهود المبذولة لسياسات استخدام الأراضي (10-0)	
		PM2.5 قياس عدد جزيئات في الهواء التي يقل قطرها عن 2.5 ميكرومتر (ميكرون) المتوسط السنوي	جودة الهواء (نظافة الهواء- الراحة الحرارية في المناطق المفتوحة)
		PM10 قياس عدد جزيئات التي يقل قطرها عن 10 ميكرون (mg/m3 المتوسط السنوي	
		انبعاثات الميثان نتيجة الأنشطة البشرية والصناعية (كيلو طن مكافئ CO2)	
		سياسات الهواء النظيف (10-0)	
✓	دراسة زيادة التبريد داخل منطقة الدراسة والاستفادة بالرياح السائدة.	تأثير حركة الرياح لتحقيق راحة حرارية	
✓	موقع المباني العالية بمنطقة الدراسة وعلاقته حركة الرياح.		
✓	تقليل وقت التعرض لأشعة الشمس عن طريق دراسة تأثير الاحتماء بالأشجار	متوسط عدد ساعات الحرارة والبرودة سنوياً (عدد الساعات/سنوياً)	
✓	دور المباني العالية في تقليل تأثير الجزر الحرارية	دراسة تأثير الجزر الحرارية	
		دراسة تأثير العناصر المعمارية مثل (الأفنية، المظلات، ...)	

2- دور المخطط العمراني في اختيار برنامج المحاكاة المناسب لحالة الدراسة لتحقيق أقصى استفادة دون أهدار الوقت في عمليات النمذجة الطويلة دون داعي.

3- الاهتمام بدقة المعلومات المدخلة لبرامج المحاكاة لتلافي الحصول على بدائل غير مناسبة للواقع الفعلي.

4- تعدد المؤشرات المؤثرة على دراسة كل عنصر من عناصر التخطيط والاستدامة البيئية عند استخدام برامج المحاكاة مما يمثل عائق في كثير من الأحيان للوصول لنتائج دقيقة.

التوصيات الخاصة بالدراسة التحليلية:

1- توضيح مدى الارتباط بين عناصر التخطيط ومؤشرات الاستدامة البيئية للتجمعات العمرانية وبين برامج المحاكاة البيئية كأداة فعالة في تقديم رؤية تكاملية لأصحاب المصلحة (مخططين-باحثين- متخذي قرار) لوضع الخطط والاستراتيجيات ارتكازاً على دقة المعلومات ومحاكاتها.

من خلال هذا الطرح والتوصيات المرصودة بجدول 6 يمكن بيان أهمية برنامج ENVI-met في رفع كفاءة التجمعات العمرانية وتحقيق مؤشرات الاستدامة من خلال التعديلات التخطيطية والتصميمية للمخطط الرئيسي والبدايل التي تمت باستخدام البرنامج.

النتائج والتوصيات:

مروراً بمراحل البحث المختلفة تم تجميع أكثر النقاط المؤثرة في تحقيق تجمعات عمرانية مستدامة باستخدام أدوات وتطبيقات تكنولوجية (برامج المحاكاة البيئية) قادرة على قياس مؤشرات تحقيق الاستدامة الخاصة بعناصر التخطيط والاستدامة البيئية.

1 | التوصيات العامة:

1- ضرورة استخدام برامج المحاكاة البيئية منذ المراحل الأولى في التخطيط والتصميم للتجمعات العمرانية لضمان تحقيق الاستدامة.

- 2- برنامج UMI كبرنامج إضافي حديث في الفترة الأخيره وقدرته على التعامل مع أكثر من عنصر من عناصر التخطيط والاستدامة، مما يمثل سهولة للمستخدم للوصول لنتائج مترابطة وتنوع المخرجات.
- 3- برنامج ENVI-met كبرنامج قادر على التعامل مع المعلومات المعقدة لدراسة المناخ المصغر وبالتالي اختياره لدراسة حالة في الواقع المحلي المصري.
- النتائج والتوصيات الخاصة بحالة الدراسة:
- يوضح جدول 6 أهم النتائج التي تم الوصول إليها لتحسين ورفع كفاءة منطقة الدراسة وهي:
- 1- تقديم بدائل لتحسين الوضع الحالي مرتكزة على تعديل العناصر التالية (النسيج العمراني- تصميم الوحدات السكنية- نسبة المباني والمناطق الخضراء- التشجير).
- جدول 6: التعديلات التخطيطية والتصميمية للمخطط الرئيسي a من خلال البديل b&c وقدرة برنامج ENVI-met في تحسين ورفع كفاءة المخطط النهائي لمنطقة الدراسة. المصدر: الباحثة.
- 2- دراسة عنصر استعمال الأراضي، وتأثير الغطاء النباتي الخاص بنوع الأشجار المستخدم ونسبة المساحات الخضراء للبدائل.
- 3- تأثير دراسة عنصر جودة الهواء (نظافة الهواء- الراحة الحرارية في المناطق المفتوحة)، والوصول لنتائج جيدة في زيادة التبريد بتغيير نمط المباني المستخدم والاستفادة من حركة الرياح السائدة بالمنطقة.
- 4- إغفال دراسة عنصر انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ومدى مساهمة عمليات التشجير في تحسين الوضع الحالي لمنطقة الدراسة.
- 5- إغفال دراسة وجود عناصر مائية بالموقع العام للبدائل المقترحة ومدى تأثيرها لزيادة التبريد وتحقيق راحة حرارية بالمناطق المفتوحة.

منهجية العمل	المخطط الرئيسي a	البديل b	البديل c
النسيج العمراني	نمط هرمي	نمط هرمي	نمط شبكي
الوحدات السكنية	أرضي+ ثلاثة طوابق	أرضي+ ثلاثة طوابق (مع تعديل اتجاه وضع الوحدات وتغيير تصميمها	تغيير تصميم واتجاه الوحدات مع استخدام مباني عالية في بعض الأماكن للمساعدة في دمج حركة الرياح لتحسين الأداء الحراري.
نسبة المباني للمناطق الخضراء	نسبة المباني غير متكافئة مع المناطق الخضراء	زيادة الغطاء النباتي لتلبية الاحتياجات البيئية.	وجود مناطق مفتوحة خضراء ومدروس نسبة الوصول إليها طبقا للمؤشرات الدولية، واستخدام مفهوم GreenSect لتبريد منطقة الدراسة
التشجير	انخفاض نسبة التشجير بالمخطط.	زيادة نسبة التشجير مع تنوع الأشجار المستخدمة لتقليل التعرض لأشعة الشمس.	ترتيب الأشجار بالمناطق المفتوحة ذات الغطاء النباتي وبالتالي زيادة كفاءة المخطط
التوصيات الخاصة بالدراسة	تم دراسة الحالة بوضع حلول لتحسين وضع قائم من خلال منهجية عمل يتم فيها محاكاة الحلول والبدائل عن طريق فكر المحاكاة (برنامج ENVI-met) ويلاحظ تغيير المخطط بالكامل (البديل c) من حيث التصميم للمباني والمناطق المفتوحة وأنواع الأشجار المستخدمة، وإمكانية تقديم تعديلات تصميمية وفقا لمؤشرات الاستدامة، وبالتالي قدرة برامج المحاكاة في تحسين ورفع كفاءة المخطط النهائي لتجمع العمراني والقدرة على التعامل مع المخططات التفصيلية.		

الخاتمة:

تكامل، واقتراح كيفية تطوير ذلك للعمل به على نطاق واسع في جمهورية مصر العربية على مستوى الهيئات وأماكن اتخاذ القرار مروراً بإشراك المواطنين. وحرص الباحث على تأكيد الفرضية الخاصة بالبحث عن مدى أهمية برامج المحاكاة البيئية كأداة من أدوات تكنولوجيا المعلومات لدراسة عناصر التخطيط والاستدامة البيئية وقياس مؤشرات هذه العناصر على مستوى التجمعات العمرانية.

تخطيط التجمعات العمرانية ومحاولة جعلها مستدامة من أهم تحديات العصر الحالي، وذلك لتعدد العوامل والمتغيرات المسؤولة عن فكر التخطيط لهذه التجمعات سواء اقتصادية أو اجتماعية أو بيئية، ويعتبر البحث مساهمة متواضعة في المناقشات الجارية لما قدمه من أفكار وآليات يمكن العمل بها في أبحاث أخرى، لكيفية الاستفادة من برامج النمذجة والمحاكاة البيئية لتحسين ورفع كفاءة التجمعات العمرانية وتقديم رؤى أكثر

المصادر:

1. : **Sustainable Cities Index 2016 – 100 of the World's Leading Cities**, At Website: <https://ecourbanhub.com/sustainable-cities-index-2016-arcadis-cebr/>
2. يحيى شوكت، مرصد العمران، مليون وحدة لمن؟ ست حقائق عن مشروع الإسكان الاجتماعي، كجزء من سلسلة AT WEBSITE: http://marsadomran.info/facts_budgets/2018/05/1519/
3. María Cecilia Marengo, **Urban Simulation Models: Contributions as Analysis-Methodology in a Project of Urban Renewal**, Article in Current Urban Studies, 2014, 2, 298-305. DOI: 10.4236/cus.2014.23028
4. Ibrahim Hegazy, Wael Seddik and Hossam Ibrahim, **Towards green cities in developing countries: Egyptian new cities as a case study**, Article in International Journal of Low-Carbon Technologies, 2017. DOI: 10.1093/ijlct/ctx009.
5. : Food and Agriculture Organization of the United Nations, **Pressure-State-Response Framework and Environmental Indicators, 2002**. At Website: <http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/en/lead/toolbox/refer/envindi.htm>
6. UCI Launch 2016 Urban Sustainability Index (USI) Report, Beijing, 2017. At Website: http://www.urbanchinainitiative.org/en/content/details_19_62344.html
7. the Economist Intelligence Unit, **European Green City Index, Assessing the environmental impact of Europe's major cities**, Siemens, Munich, Germany, 2009.
8. Koos van Dijken, Ruud Dorenbos, Ries Kamphof, **The Reference Framework for Sustainable Cities (RFSC): Testing results and recommendations**, 2012.
9. An EIP Water Action Group of the European Commission, **The City Blueprint@ Approach- Improving Implementation Capacities of Cities and Regions by sharing best practices on Urban Water Cycle Services**. At Website: [https://www.eip-water.eu/sites/default/files/E-Brochure%20City%20Blueprint%20\(v5\).pdf](https://www.eip-water.eu/sites/default/files/E-Brochure%20City%20Blueprint%20(v5).pdf).
10. Perinaz Bhada, Dan Hoornweg, **THE GLOBAL CITY INDICATORS PROGRAM: A MORE CREDIBLE VOICE FOR CITIE**, DIRECTIONS in Urban Development, 2010.
11. **BREEAM Communities technical manual**, Issue: 1.2 , Copyright © 2016 BRE Global.
12. **LEED v4 for NEIGHBORHOOD DEVELOPMENT, Report, 2018**.
13. <https://www.anylogic.com/use-of-simulation/>
14. Daniel Bulmer, **How can computer simulated visualizations of the built environment facilitate better public participation in the planning process?**, 2013. AT Website: <http://www.onlineplanning.org>,
15. MIT Sustainable Design Lab, **Umidocs Documentation Release 2.3a4**, 2019.

16. Fletcher Foti and Paul Waddel, **UrbanSim2: Simulating the Connected Metropolis**, 2014. Available at: <https://scholarworks.umass.edu/foss4g/vol14/iss1/6>
17. **Esri@ CityEngine**, Report, 2014
18. <https://popupcity.net/observations/citycad-software-stop-masterplanning/>
19. Tianzhen Hong, Yixing Chen, Mary Ann Piette, Xuan Luo, **Modeling City Building Stock for Large-Scale Energy Efficiency Improvements using CityBES**, 2018. PDF.
20. ENVI-met-new-features-winter-release, report, Germany, 2018/19. AT WEBSITE: <http://www.envi-met.com/>
21. Karim FAHSSISa, Guillaume DUPONTa , Pierre LEYRONNAS, **UrbaWind, a Computational Fluid Dynamics tool to predict wind resource**, 2011.
22. <https://the.anylogic.company/>
23. Hua Wei , **SUMO: an introduction from a beginner.2018. PDF**
24. **DIVA-FOR-RHINO DEMO**, Radiance International Workshops National, Renewable Energy Lab Golden- CO, 2013.
25. PTV Group, **PTV VISSIM User Manual**. Karlsruhe, Germany,2014.
26. <https://www.epfl.ch/labs/leso/transfer/software/citysim/>
27. **CupCarbon® User Guide Version U-One 4.1** from website: www.cupcarbon.com
28. **ENGIE acquires SIRADEL, the leading high-tech player in 3D modelling and a supplier of innovative urban solutions**, France, 2016. AT Website: <https://www.engie.com/en/journalists/press-releases/siradel-high-tech-player>
29. Álvaro Sicilia, **SEMANCO- Environments for collaborative ontology mapping, PUBLIC PRESENTATION**, 2012.
30. MIKE URBAN+Guide to existing MIKE URBAN Users Migration. © DHI A/S, Denmark, 2020. PDF AT Website: <https://www.mikepoweredbydhi.com/products/mike-urban>
31. <https://data.albankaldawli.org/indicator?tab=all>
32. <https://www.numbeo.com/pollution/>
33. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/home>
34. **African Green City Index, Assessing the environmental performance of Africa's major cities**, Economist Intelligence Unit, sponsored by Siemens.
35. <http://mic-ro.com/metro/>
36. Yong Qin, Yuyan Luo, Jingru Lu, Lu Yin, Xinran Yu, **Simulation analysis of resource-based city development based on system dynamics: A case study of Panzhihua**, Applied Mathematics and Nonlinear Sciences, 2018. DOI: <https://doi.org/10.21042/AMNS.2018.1.00009>
37. Yongping Li & Guohe Huang, **Modeling Municipal Solid Waste Management System under Uncertainty**, Journal of the Air & Waste Management Association, 2012. DOI: <https://doi.org/10.3155/1047-3289.60.4.439>
38. Mohammad Fahmy , Hisham Kamel , Hany Mokhtar , Ibrahim Elwy , Ahmed Gimiee , Yasser Ibrahim and Marwa Abdelalim, **On the Development and Optimization of an Urban Design Comfort Model (UDCM) on a Passive Solar Basis at Mid-Latitude Sites**, 2018. doi: 10.3390/cli7010001 www.mdpi.com/journal/climate.
39. Wael salah Fahmi, Keith Sutton. **Greater Cairo's housing crisis: Contested spaces from inner city areas to new communities**. Cities, 2008,277–297.
40. CAPMAS. Final Report of Population Statistics for Egypt 2006; Central Agency for Public Mobilisation and Statistics: Cairo, Egypt, 2008.
41. T.R OKe, **The distinction between canopy and boundary-layer urban heat islands**, Atmosphere journal, 1976. <https://doi.org/10.1080/00046973.1976.9648422>
42. Andrés Duany & Emily Talen , **Transect Planning**. Journal of the American Planning Association, Published online: 2007. <https://doi.org/10.1080/01944360208976271>

THE ENVIROMENTAL SIMULATION CONCEPT AS A TOOL FOR PLANNING AND DESIGEN SUSTAINABLE URBAN COMMUNITIES

"A COMPARISION OF ENVIROMENTAL SIMULATION PROGRAMS IN URBAN CONTEXT"

ABSTRACT:

Urban communités are complex and overlapping systems as a result of their association with economic, social and environmental variables, in Egypt we find these clusters are unable to achieve the concepts of sustainability and connected with these variables, especially environmental (as Cairo is ranked 99th according to the Sustainable Cities Index- Arcadis). On the other hand, a lot of international research has concluded on the role of information technology and its tools in improving the quality of life and services provided to the occupants of these communities, and measuring the elements of planning and environmental sustainability according to the indicators of sustainability in the urban context.

The research problem lies in the need for tools that less the gap to apply the elements of planning and environmental sustainability, and indicators for measuring these elements on urban communities. Therefore, the research aims to study the role of environmental simulation programs in the urban context as a tool to maximize the role of information technology and overcome challenges to measuring the elements of planning and environmental sustainability. According to the sustainability indicators for each elements.

Key Words:

Information Technology- Simulation Programs- Sustainable Communities- Sustainable Indicators.