المجلة الدولية للأبحاث العلمية والتنمية المستدام
(IJSRSD)
الاتحاد العربي للتنمية المستدامة والبيئة

تقييم دور الذكاء الاصطناعي الجيومكاني في رصد التغيرات الزمكانية للمسطحات الخضراء بحي مصر الجديدة الفترة 2015-2024م

صبحي عبد الحميد عبد الجواد عبد الحميد[1،2]*، إيمان فؤاد محمد أحمد[3]

[1]مدرس الجيومورفولوجيا ونظم معلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد - كلية الأداب - جامعة بورسعيد

[2]مدرس الجيومورفولوجيا ونظم معلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد - كلية الأداب - الجامعة المصرية الصينية

[3]باحثة دكتوراة في التنمية المستدامة باستخدام الذكاء الاصطناعي - كلية الآداب - جامعة المنصورة

معلومات البحث

الكلمات المفتاحية:
مصر الجديدة ، الإستشعار عن بعد، الذكاء الإصطناعي

المؤلف المسئول عن نشر البحث:
د.صبحي عبد الحميد عبد الجواد عبد الحميد

البريد الإلكتروني
sobhi.abdelhameed@arts.psu.edu.eg

تارخ الإرسال:
24/10/2024

تاريخ قبول النشر:
23/12/2024

المستخلص العربي

تناولت الدراسة تقييم دور الذكاء الاصطناعي الجيومكاني في رصد التغيرات الزمكانية لمواقع ومساحات المسطحات الخضراء في حي مصر الجديدة بين عامي 2015 – 2024م، حيث تم تحليل صور الأقمار الصناعية خلال الفترة المذكورة ودراسة التغيرات والقيام ببعض التحليلات الجيواحصائية Geo-statistics مع التركيز على تحليل نمط توزيع المسطحات الخضراء والتشجير باستخدام تقنية الاستشعار عن بُعد وتفعيل التحليلات المكانية التي تتضمنها برمجيات نُظُم المعلومات الجغرافية ArcGIS Pro ، التي تهدف في مجملها إلى اشتقاق مناطق تواجد الغطاء النباتي حي مصر الجديدة من صور الأقمار الصناعية تمهيداً لحساب المساحات الخضراء في عام 2015م وكذلك في عام 2024م وتحديد مواقع التغيرات ومساحاتها ودراسة نمط توزيعها المكاني لها في منطقة الدراسة ، لذا اتبعت الدراسة منهج التحليل المكاني القائم على اشتقاق طبقات استعمالات الأرض بصورة عامة والغطاء النباتي لغرض تحديد المساحات الخضراء ونمط توزيعها مكانياً ، كما تم توظيف خرائط الأساس الرقمية وبيانات صور الاقمار الصناعية Landsat لعام 2015م و 2024م للحصول على رصد تقريبي لها بما ينعكس على البيئة المحيطة ، خاصة أنها تمثل أهمية بالنسبة للمختصين وصانعي القرار لإعادة النظر بما يحقق العدالة المكانية في التوزيع ، وبذلك أكدت نتائج أساليب التحليل المكاني في بيئة نظم المعلومات الجغرافية تركز وعدم انتظام توزيع مشاريع التشجير في منطقة الدراسة بما يحقق عدالة مكانية في توزيعها على كل منطقة الدراسة ، وبذلك حددت هذه الاساليب المناطق التي تفتقر لمشاريع التشجير والتي ينبغي ان تؤخذ في الاعتبار عند إقامة أي مشاريع جديدة مستقبلاً.

Evaluating the role of geospatial artificial intelligence in monitoring spatiotemporal changes in green areas in Heliopolis district during the period 2015-2024

Sobhi abdulhameid Abdulgawad Abdelhameed[1,2*], Iman Fouad Mohamed Ahmed[3]

[1]Lecturer in Geomorphology, GIS and Remote Sensing, Faculty of Arts, Port Said University
[2]Lecturer in Geomorphology, GIS and Remote Sensing, Faculty of Arts, Egyptian Chinese University
[3] PhD researcher in sustainable development using artificial intelligence, Faculty of Arts, Mansoura University

ARTICLE INFO

Keywords:
Heliopolis district;
Remote sensing;
Artificial intelligence

Corresponding author:

Sobhi Abdulhameid Abdulgawad Abdelhameed

Email:

sobhi.abdelhameed@arts.ps

u.edu.eg

Received: 24/10/2024

Accepted: 23/11/2024

ABSTRACT

The study addressed the evaluation of the role of geospatial artificial intelligence in monitoring the spatiotemporal changes in the locations and areas of green spaces in the Heliopolis district between 2015 and 2024. Satellite images from the specified period were analyzed, and geostatistical analyses were conducted, focusing on the spatial distribution pattern of green spaces and vegetation using remote sensing technology. Spatial analyses, available in geographic information system (GIS) software like ArcGIS Pro, were activated to derive areas of vegetation presence in Heliopolis from satellite images, aiming to calculate the green spaces in both 2015 and 2024, identify the locations of changes, and study their spatial distribution pattern in the study area.

The study followed a spatial analysis approach based on deriving general land use layers and vegetation cover to determine green space areas and their spatial distribution pattern. Digital base maps and satellite data from Landsat for the years 2015 and 2024 as an applied model to reveal the extent of the changes' impact on temperature values in the region, reflecting on the surrounding environment. This is particularly important for specialists and decision-makers to reconsider spatial justice in distribution.

The results of the spatial analysis methods in the GIS environment confirmed the concentration and irregular distribution of tree-planting projects in the study area, achieving spatial justice in their distribution across the entire region. These methods also identified areas lacking in tree-planting projects, which should be considered when planning future projects

المقدمة:

تزداد مخاطر الاحتباس الحراري على سطح الأرض يومًا بعد يوم نتيجة للأنشطة البشرية غير المستدامة، مما أدى إلى ارتفاع درجات حرارة سطح الأرض، خاصة في المدن التي نفتقر فيها إلى المساحات الخضراء، هذا الارتفاع أثر بشكل ملحوظ على مدي راحة الإنسان، مسببًا حالات من الإجهاد وعدم الراحة ، ووفقًا لإحصائيات الأمم المتحدة، فإن نصيب الفرد من المساحات الخضراء في بعض الدول المتقدمة بلغ 24 مترًا مربعًا في بريطانيا، 20 مترًا مربعًا في روسيا، و18 مترًا مربعًا في الولايات المتحدة الأمريكية، بينما في جمهورية مصر العربية بلغ نصيب الفرد 2 سم^2 فقط.

ومع تضاعف المخاوف من تلوث الهواء داخل المدن في السنوات الأخيرة، ولاسيما بعد تفاقم الآثار الناتجة عن التغير المناخي، ولعل هذا ما أثار الجدل حول كيفية الحفاظ على المساحات الخضراء، وفي الوقت نفسه العمل علي تطوير وتنمية للشوارع والأماكن العامة بما يتلاءم مع الزيادة السكانية المتنامية والحد من حدة التزاحم في الطرق، على الرغم من استهداف الحكومة تغيير السلوكيات ونشر الوعي البيئي والحفاظ على الموارد الطبيعية في الاستراتيجية القومية للتنمية المستدامة، كما أطلقت الحكومة المصرية مبادرات بيئية مثل (اتحضر للأخضر)، وتبني وتشجيع عدد من المبادرات المجتمعية البيئية مثل (شجرها) ولكن تأتي دائماً مشروعات التنمية والتطوير لتقليص المساحات الخضراء التي تعاني في الأصل من الإهمال والتهميش والقطع الجائر للأشجار لاستبدالها بمآرب سيارات (جراجات) وتوسعة للطرق والمباني والمقاه والمطاعم.

يهدف هذا البحث إلى استخدام التقنيات الجيومكانية، التي تُعد من أحدث الأساليب المتبعة لتقييم الآثار البيئية لتغيرات الغطاء النباتي خلال الفترة 2015 – 2024م ، من خلال دمجها مع تقنيات الجيوماتكس ، حيث تتضمن الجيوماتكس ثلاث تقنيات تحليلية رئيسية، وهي نظم المعلومات الجغرافية(GIS) ، الاستشعار عن بُعد(RS) ، ونظم تحديد المواقع العالمية(GPS) ، مما يسهم في إنتاج بيانات دقيقة تساعد على تحسين وضوح ودقة النتائج الرقمية ، ولاسيما مع الذكاء الاصطناعي الجيومكاني Geo AI بالإضافة إلى ذلك، توفر تقنيات الجيوماتكس أدوات لتحليل البيانات المكانية بطريقة عملية متميزة من خلال العمل على طبقات متعددة ذات خصائص متنوعة تعكس الوضع الراهن للمنطقة، مما يدعم عملية اتخاذ القرارات التنموية حيث يهدف هذا البحث إلى إثبات مدي فعالية هذه التقنيات في رصد المساحات الخضراء في حي مصر الجديدة وتقيم دور الذكاء الاصطناعي الجيومكاني في رصد التغيرات الزمكانية للمسطحات الخضراء بحي مصر الجديدة ومعدلات زيادتها أو نقصانها بين 2015 و2024م، لتكون نواة لدراسات مستقبلية تفصيلية عن المساحات الخضراء في إقليم القاهرة الكبرى من خلال دراسة تطبيقية.

أهمية البحث:

1. متابعة وتحليل التغيرات في المساحات الخضراء خلال الفترة (2015–2024)، مما يوفر بيانات دقيقة حول معدلات الزيادة أو التراجع في هذه المساحات، وخاصة في حي مصر الجديدة
2. يوفر استخدام الأدوات التحليلية باستخدام تقنيات الجيوماتكس ما يدعم اتخاذ قرارات تنموية مبنية على بيانات دقيقة، مما يسهم في تحسين التخطيط العمراني والمحافظة على الموارد البيئية.
3. تعزيز استخدام الذكاء الاصطناعي الجيومكاني (Geo AI) والتقنيات المتقدمة الأخرى مثل نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بُعد(RS) ، لتقديم حلول مبتكرة لرصد التغيرات البيئية.
4. البحث عن حلول تطبيقية أكثر فاعلية لمواجهة التحديات المتعلقة بالنمو السكاني المتزايد والضغط على المساحات الخضراء، من خلال تحسين التخطيط المكاني وتوجيه التنمية بما يحافظ على البيئة.

الدراسات السابقة:

- **أحمد رأفت غضيه (1994م)**: بعنوان " Land use Mapping of Selected Areas of country Durham north-east England by Satellite Remote sensing and Field Survey methods" وقد استهدف عبرها رسم خرائط استعمالات الاراضي في ستة مناطق مختارة وأظهرت دراسته قدرة القمر الصناعي Landsat TM على انتاج خرائط دقيقة لاستعمالات الاراضي وكذلك الوصول لنتائج عالية الدقة عبر دمج بيانات صور الاقمار الصناعية مع بيانات نظم المعلومات الجغرافية لإنتاج خرائط للحقول الزراعية.
- **سعد أبو راس الغامدي (1996م)**: بعنوان "تحليل الاستجابة الطيفية لنباتات المناطق الجافة وشبة الجافة" حيث استخدم صور الأقمار الصناعية لدراسة الغطاء النباتي في المناطق الجافة وشبة الجافة وهدفت دراسته الى القيام بنمذجة لقياس الاستجابة الطيفية لنباتات المناطق الجافة وشبة الجافة عبر تحليل طبيعة الأجسام الانعكاسية في أطياف صور الاقمار الصناعية وقد اعتمد في دراسته على صور القمر الصناعي الأمريكي Landsat TM.
- **أحمد رأفت غضيه (2000م)**: بعنوان " An Evaluation of Satellite Remote Sensing in the West Bank Palestine for Crop Area "وقد ناقش في بحثه كفاءة استخدام صور القمر الصناعي الفرنسي SPOT لتحديد وحساب مساحة المحاصيل الزراعية في الجزء الشمالي من الضفة الغربية حيث تمتاز هذه المنطقة بصغر حجم الحقول وتعقيد البيئة الطبيعية بها.
- **تطرق أتيسوغلو وتوناي(Atesoglu & Tunay, 2010)** للتحليل المكاني والزمني لتغيرات الغطاء الغابي في منطقة بارتين شمال غرب تركيا باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، واستخدام مرئيات للقمر لاندسات للأعوام (1987، 1992 ،2000) ، وتوصلت نتائج الدراسة إلى انخفاض مساحة الغابات، بفعل زيادة الأراضي الزراعية.
- **ودرس الحاج (Elhag, 2011)** ملاءمة الأرض للتشجير باستخدام الاستشعار عن بعد جنوب غرب جزيرة كريت(اليونان)، بالاعتماد على مرئيات لاندسات لعامي 1984 ، 2006 ، لاكتشاف تغير الغطاء النباتي باستخدام مؤشر) NDVI) ، وتم تحديد افضل مناطق التشجير بعد استبعاد المساحات التي تقل عن 1800م2 ، وتجفيف المناطق التي تتجاوز مساحتها 100 م2 .

من تحليل الدراسات السابقة يتضح لنا أن أغلبها تناول تحديد ورصد للغطاء النباتي من جوانب مختلفة لكن ليس هناك دراسة واحدة تحوي مكونات موضوع الدراسة، وقد تمكن الباحث من الاستفادة من كافة الدراسات السابقة لخدمة أهداف البحث التطبيقية عبر بناء فكرة الدراسة ومنهجيتها التطبيقية وتحليل نتائجها العملية.

أهداف البحث:

1. يهدف البحث إلى استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي الجيومكاني كأحد الأساليب الحديثة لرصد التغيرات الزمكانية للمسطحات الخضراء، وتحليلها بدقة لتحسين نتائج الرصد.
2. العمل علي دمج ثلاث تقنيات تحليلية متميزة تشمل نظم المعلومات الجغرافية(GIS) ، الاستشعار عن بُعد(RS) ، ونظم تحديد المواقع العالمية (GPS)، لإنتاج مخرجات دقيقة تسهم في وضوح النتائج الرقمية.
3. استخدام تقنيات الجيوماتكس لتحليل البيانات المكانية عبر طبقات متعددة، مما يعكس الوضع الراهن للمنطقة، ويُسهم في دعم عملية اتخاذ القرار التنموي.
4. المساهمة في تحقيق أهداف رؤية مصر 2030، من خلال توظيف تقنيات الجيوماتكس في دعم التنمية المستدامة وتوجيه القرارات البيئية، عبر إثبات فعالية تقنيات الذكاء الاصطناعي الجيومكاني في رصد المساحات الخضراء ودعم الدراسات التطبيقية في هذا المجال.

مشكلة الدراسة:

اعمال التنمية والتطوير العمراني في المنطقة ولاسيما شبكة الطرق التي جاءت علي حساب المسطحات الخضراء والبيئة الطبيعية في حي مصر الجديدة واستبدال الغطاء النباتي بالطرق وما ينتج عنها وعدم القيام بأعمال إحلال متلائمة مع ما تم فقده من كثافة في الغطاء النباتي والقاء الضوء علي المناطق التي تم ازالتها وتحديد المواقع الأكثر تضرراً وحساب تكلفة التدهور البيئي علي مستوي كل حي وصولاً لمستوي الشارع.

منهجية الدراسة العامة:

اعتمد في تحقيق أهداف البحث على المنهج الوصفي التحليلي حيث طبق المنهج العلمي في تحليل صور الأقمار الصناعية عبر البرمجيات المتخصصة للحصول على النتائج الخاصة بالدراسة، كذلك استخدام المنهج الوصفي في تحديد خصائص الظاهرة ووصف طبيعتها ونوعية العلاقة بين متغيراتها والتعرف على حقيقة الظاهرة على أرض الواقع، كذلك استخدام المنهج التاريخي لدراسة تغيرات الغطاء النباتي خلال سنوات محددة ، كذلك تم الاعتماد على أسلوب نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في تصميم نموذج قاعدة البيانات FGDB لكامل المنطقة المستهدفة بالدراسة مع مراعاة أن تتضمن صور الأقمار الصناعية المتوفرة لمنطقة الدراسة لعام 2015م و2024م لدراسة تغيرات الغطاء النباتي، وإدراج كافة المدخلات لنموذج قاعدة البيانات المتكاملة ومن ثم تحليلها وتطبيق النمذجة المكانية لتقييم الوضع البيئي لحي مصر الجديدة .

منهجية الدراسة التطبيقية لاستخراج المسطحات الخضراء بمنطقة الدراسة:

توجد العديد من المؤشرات الخاصة بالتحليل الطيفي للنبات الطبيعي من صور الاقمار الصناعية وخاصة صور القمر الصناعي الأمريكي Landsat نظراً لأن هناك أرشيف من الصور لأي منطقة بالعالم منذ عام 1977م وحتى يومنا هذا، ومن أشهر تلك المؤشرات ما يلي:

NDVI: **Normalized Difference Vegetation Index**:

يعتمد على عملية رياضية قائمة علي كل من باند R وNIR في عملية رياضية منطقية تنص علي (NIR – Red) / (NIR + Red) ويكون الناتج صورة احادية اللون يكون النبات الطبيعي فيها واضح بلون ابيض ناصع ويستخدم لدراسة الانعكاسات الطيفية من الصيغة النباتية للنبات.

RVI: **Ratio–based Vegetation Indices**:

يعتمد على عملية رياضية قائمة على كل من باند R وNIR في عملية قسمة رياضية تنص على (NIR / Red) ويكون الناتج صورة احادية اللون يكون النبات الطبيعي فيها واضح بلون ابيض ناصع ويستخدم لدراسة الغطاء النباتي.

EVI: **Perpendicular Vegetation Index**:

يعتمد على عملية رياضية قائمة علي كل من ناتج عملية NDVI وإدخالها في معادلة حسابية تنص على ½(NDVI+1) ويكون الناتج صورة احادية اللون يكون النبات الطبيعي فيها واضح بلون ابيض ناصع وميزته انه يتخلص من تأثيرات الغلاف الجوي ويعتمد علي NDVI في مدخلاته الرقمية.

:**SAVI**: **Soil Adjusted Vegetation Index**

يعتمد على عملية رياضية قائمة على كل من ناتج عملية **NDVI** وإدخالها في معادلة حسابية تنص على **[+ NIR + Red)** / (**NIR – Red**) (**1 + L**) * **[L)]** مع الاحاطة انه قد تم اضافة عامل التربة ويرمز له بالرمز L ويكون الناتج صورة احادية اللون يكون النبات الطبيعي فيها واضح بلون ابيض ناصع وهو مطور ويتميز بأنه زود بمعامل تصحيح التربة.

TSAVI:

يعتمد على عملية رياضية قائمة على كل من ناتج عملية NDVI وإدخالها في معادلة حسابية قائمة علي (NIR – Red) وتنص علي a(NIR–

[R=a(NIR-b) + 0.08(1+a2)]/ (AR-b) مع الاحاطة انه قد تم اضافة عامل الانحدار ويرمز له بالرمز b ويكون الناتج صورة احادية اللون يكون النبات الطبيعي فيها واضح بلون ابيض ناصع وهو ايضا يعني بالتربة وجودتها والغطاء النباتي.

TVI:

لفعاليته العالية في تحديد مناطق الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة علي صور القمر الصناعي الأمريكي Landsat لعام 2015م و2024م بدقة وضوح بلغت 30م، من خلال تطبيق المعادلة التي أشار اليها Deering et al (1975) حيث يتميز النبات بشكل عام بعكسه لكمية قليلة من الأشعة تحت الحمراء القريبة أو ما يطلق عليها NIR وعليه يمكن بسهولة الربط بين الكتلة الحيوية للنبات وقيم النبات الانعكاسية في القمر الصناعي Landsat والتي تنص علي:

$$\sqrt{(NDVI + 0.5}$$

مصادر البيانات:

تم الاعتماد علي الخرائط الرقمية التفصيلية الصادرة عن الجهاز المركزي للتعبئة العامة والاحصاء مقياس 5.000/1 لنطاق مصر الجديدة، وصور الأقمار الصناعية بدقة 50 سم لتحديد مواقع الأشجار بدقة عالية، إضافة الي صور القمر الصناعي Planet بدقة وضوح 3 متر لعام 2015م و2024م، وصور الأقمار الصناعية من نوعية Landsat لعام 2015م و2024م.

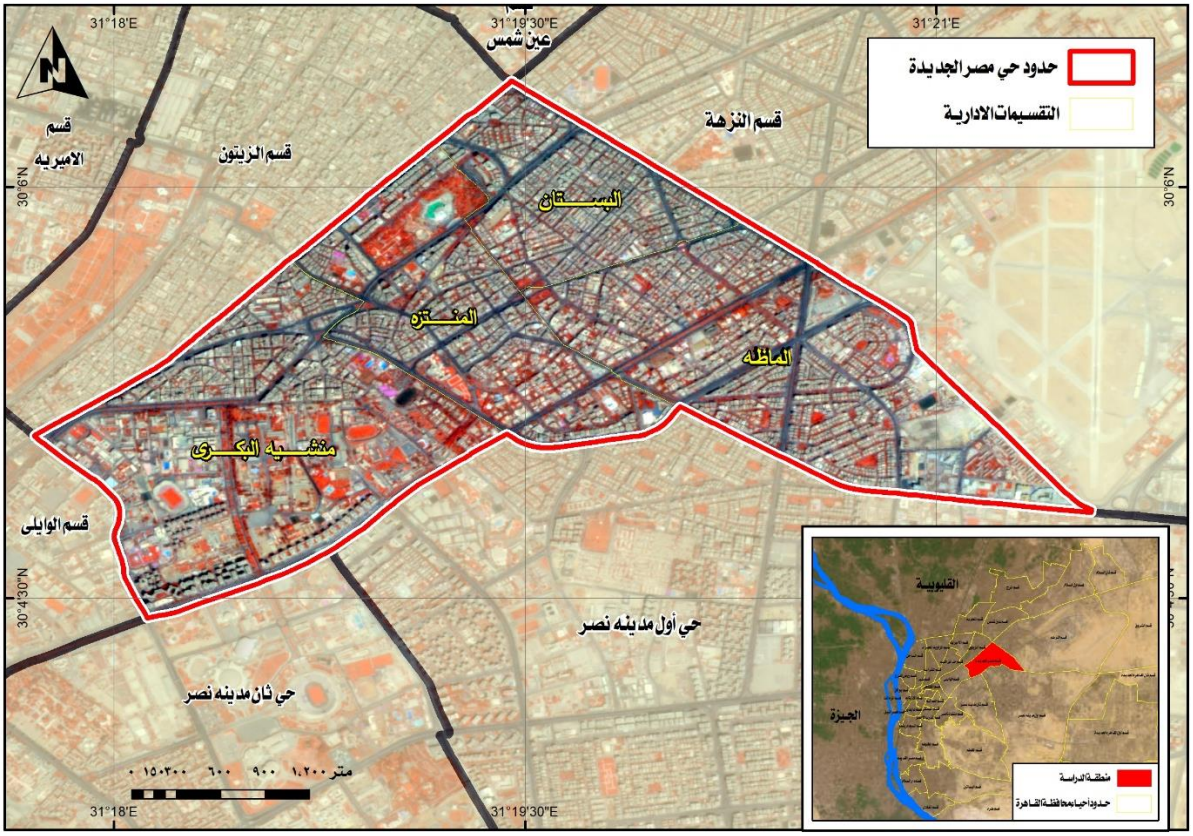
البرمجيات المستخدمة:

تم الاعتماد علي برمجيات نظم المعلومات الجغرافية **ArcGIS Pro** في رسم واعداد الخرائط الخاصة بالتحليلات المكانية لمواقع الغطاء النباتي والأشجار المستخرجة من خلال الذكاء الاصطناعي الجيومكاني **Geo AI** واستنباط قيم درجات الحرارة من خلال برمجيات **Erdas Imagine** عبر العمل علي صور القمر الصناعي **Landsat**.

المناقشة:

أولاً: الموقع الفلكي والجغرافي:

تعد منطقة الدراسة أقدم أحياء المنطقة الشرقية فقد أنشئ منذ 118عامو يقع حي مصر الجديدة في المنطقة الشرقية لمحافظة القاهرة بين دائرتي عرض (22 ً 04 ً 30 ْ) و(26 ً 06 ً 30 ْ) شمالاً، وبين خطي طول (40 ً 17 ً 31 ْ) و (38 ً 21 ً 31 ْ) شرقاً ، وهي بذلك الامتداد تشغل مساحة بلغت نحو 9.38كم2 بنسبة 0.34% من إجمالي مساحة محافظة القاهرة ، يحدها من الشرق قسم النزهة ، ومن الغرب قسم الزيتون وقسم الوايلي، ومن الشمال قسم عين شمس، ومن الجنوب حي أول وثان مدينة نصر ويحدها من الغرب قسم الوايلي شكل (1) ، ويتكون حي مصر الجديدة من أربع شياخات هي : البستان ، ألماظة ، المنتزه، منشية البكري ، وهي أقل أحياء المنطقة الشرقية لمحافظة القاهرة من حيث عدد الشياخات.



المصدر: بالاعتماد علي صور الأقمار الصناعية Planet، أغسطس 2024م، وخرائط الأساس الرقمية التفصيلية لمدينة القاهرة، الجهاز المركزي للتعبئة العامة والاحصاء، 2020م

شكل (1) موقع منطقة الدراسة

ثانياً: التحليل السكاني:

بلغ اجمالي عدد السكان في منقطة الدراسة نحو 290 الف نسمة حيث جاء حي الماظة في الترتيب الأول بعدد سكان بلغ 93.5 الف نسمة يليه حي منشية البكري 82.7 الف نسمة ثم حي البستان بنحو 68.5 الف نسمة وأخيراً حي المنتزه بعدد سكان بلغ 45.3 الف نسمة، ويعتبر حي البستان أعلي من حيث الكثافة السكانية حيث بلغت الكثافة 52 الف نسمة/كم2 وكان أقل الاحياء كثافة منشية البكري 25 الف نسمة/كم2.

ثالثاً: المساحات الخضراء وكيفية تحديدها في الحيز العمراني لمنطقة الدراسة :

فقد أقرت المفوضية أن المساحات الخضراء هي" شبكة من المناطق الطبيعية وشبه الطبيعية عالية الجودة تم تخطيطها مسبقًا ويوجد بها الكثير من المميزات البيئية، والتي تم تصميمها وإدارتها لتقديم مجموعة واسعة من خدمات النظام البيئي وحماية التنوع البيولوجي في كل من المناطق الريفية والحضرية (Aldona Harasimowicz, 2020, No 65) .

كما عملت المفوضية الأوروبية على تقسيم المساحات الخضراء إلى أربع فئات، وهم:

1- **المساحات الخضراء العامة** :هي مساحات مخصصة لعامة الناس ويطُلق عليها عادة الحدائق العامة، لممارسة أنشطة ترفيهية بدون مقابل أو بمقابل مادي بسيط.

2- **المساحات الخضراء شبه العامة** :مثل المساحات المفتوحة في المستشفيات أو الهيئات الحكومية أو الإدارات الخاصة كالشركات والنوادي.

3- **المساحات الخضراء الخاصة** :هي حدائق الوحدات السكنية مثل المجمعات السكنية والمنازل الخاصة التي تهتم بتخصيص مساحة لإنشاء الحديقة، وتتميز هذه المساحات بأن صيانتها تتم من قِبلْ سكان الوحدات.

4- **المساحات الخضراء الممتدة بالشوارع** :وهي نتاج عمليات التخطيط لشبكة من الأشجار على امتداد الطرق بكل أنواعها.

مع العلم أن تصنيف المساحات الخضراء يختلف من دولة إلى أخرى حسب توجهات التخطيط الحضري السائدة بها .ولعلّ التصنيف السابق يعكس طبيعة المساحات الخضراء المتواجدة في المدن المصرية التي تتميز بالزحف العمراني المستمر على الأراضي المفتوحة، مما يجعل النسبة الأكبر من المساحات الخضراء مُرتبطة بتخطيط الوحدات العمرانية سواء العامة أو الخاصة.

رابعاً: تحليل خريطة استخدام الأرض من المؤشرات الطيفية لمنطقة الدراسة:

توجد بمنطقة الدراسة (حي مصر الجديدة) العديد من أنماط استخدام الأرض شكل (1) والتي تم من خلاله اعداد نسب ومساحات التغطية لكافة أنماط استخدام الأرض المختلفة حيث تعتبر الوظيفة السكنية من أكثر الوظائف الحضرية مساحة وانتشارًا، كما تمثل المحرك الأول لنمو المراكز الحضرية، وتتسم بالمرونة الكبيرة والقدرة على الانتقال والنمو (**Hartshorn, T. A,1971, P.229**) ، وذلك لأن الأصل في وظيفة المدينة هي السكن، ولكن بتطور وسائل الحياة تنضم إلى وظيفة السكن وظائف أخرى، تتعلق بالتخصص الحرفي مثل التجارة والصناعة والحرف الأخرى، وكذلك بالخدمات الإدارية، التعليمية، الثقافية والدينية وغيرها (محمود عبد اللطيف عصفور والسعيد إبراهيم البدوي ، 1983م ، ص : 74) ، وقم تم الاعتماد علي نمط المؤشرات الطيفية للخروج بالنتائج المطلوبة بشكل رقمي بالاعتماد علي تحليل صور الأقمار الصناعية وهي كالتالي :

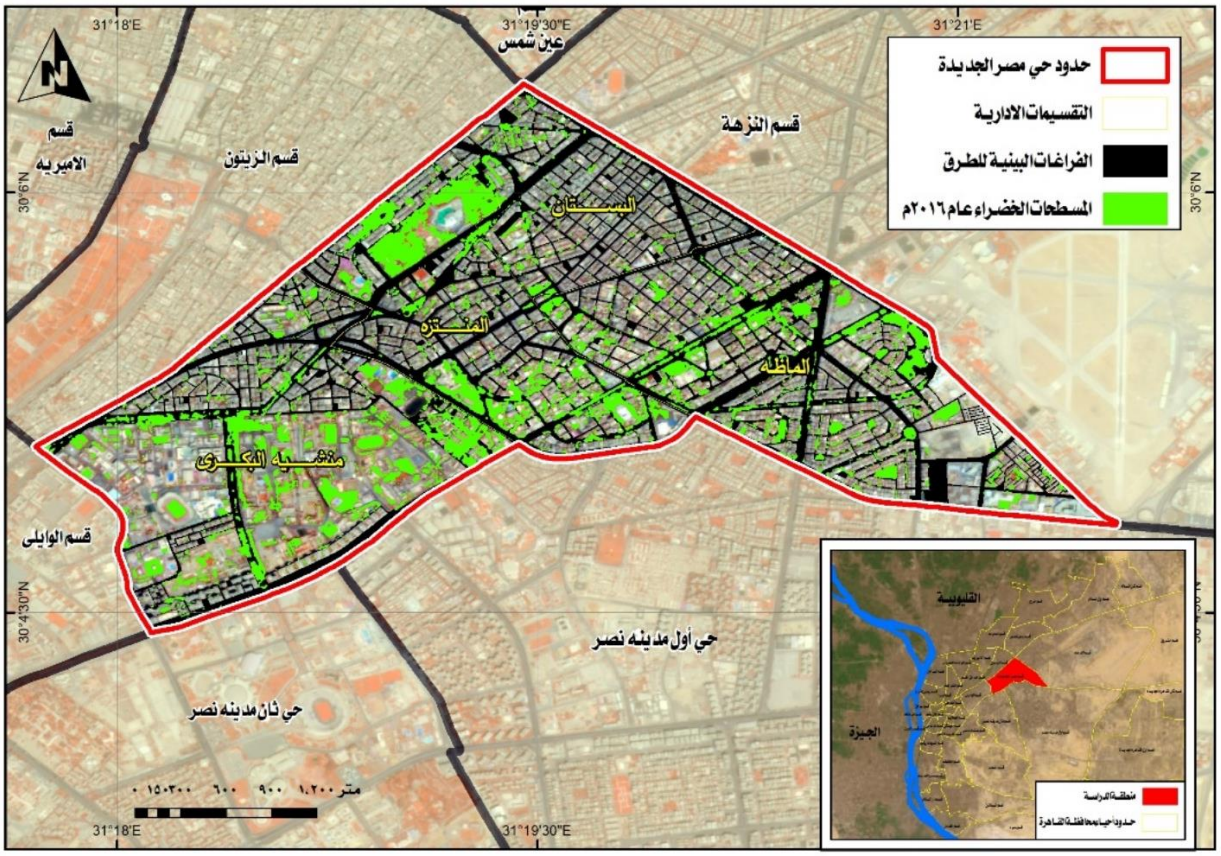
1- مؤشر الغطاء النباتي NDVI:

يستخدم هذا المؤشر لتقدير كمية ونوعية الغطاء النباتي بشكل عام في الحيز المكاني لمنطقة الدراسة، وذلك عبر توظيف خصائص الأطياف المرئية للبيانات الرقمية التي تم جمعها من الأقمار الصناعية، حيث يتم احتساب مؤشر NDVI عن طريق قياس مدي الاختلاف في درجة امتصاص الضوء بين الأجسام الأرضية بشكل عام والمسطحات الخضراء بشكل خاص، يعتمد المؤشر على حساب الفارق بين الإشعاع المنعكس في نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة NIR والأشعة المرئية في الطيف المرئي الأحمر Red والموضحة بالمعادلة التالية:

$$\mathbf{NDVI = (NIR - Red)/ (NIR + Red)}$$

https://www.indexdatabase.de

ويتراوح ناتج تطبيق هذا المؤشر ما بين (+1 و -1) مع التأكيد على أنه كلما اقترب الناتج من (+1) كان التواجد النباتي كثيفًا والعكس صحيح حال اقتراب القيمة من (-1)، ومن خلال تحليل شكل (2) و (3) يمكن ملاحظة التغير العام في التوزيع الجغرافي للغطاء النباتي في منطقة الدراسة علي مدار سنوات الدراسة الفترة 1985 – 2023م ، كما يمكن ملاحظة أن نتيجة مؤشر **NDVI** عام 2015م كانت تبلغ 0.9551، مما يشير إلى وجود غطاء نباتي كثيف، بينما في عام 2024م بلغت القيمة 0.5803، مما يشير إلى انخفاض في مساحة مسطحات الغطاء النباتي بالمنطقة ، حيث بلغت مساحة المسطحات الخضراء عام 2015م نحو 16.2 الف متر2 ، بينما في عام 2024م بلغ اجمالي المسطحات الخضراء نحو 15.6 الف متر2.



المصدر: بالاعتماد علي صور الأقمار الصناعية Planet، أغسطس 2016م ، وخرائط الأساس الرقمية التفصيلية لمدينة القاهرة، الجهاز المركزي للتعبئة العامة والاحصاء، 2020م

شكل (2) المسطحات الخضراء بحي مصر الجديدة عام 2015م

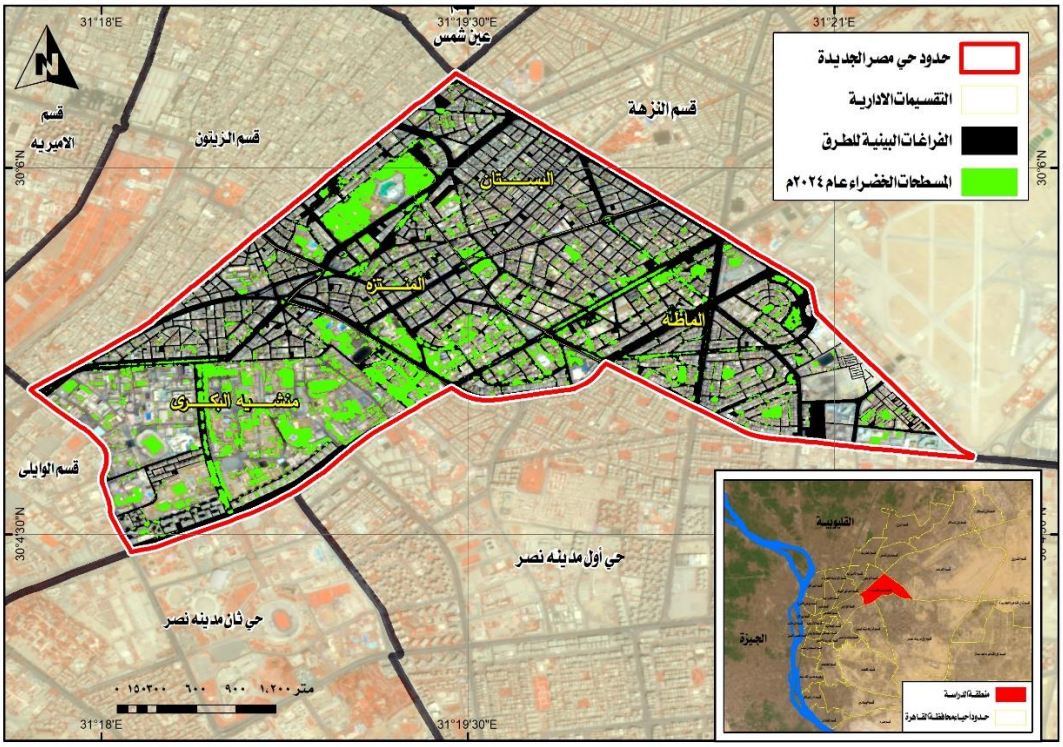
مؤشر المناطق الحضرية NDBI:

يستخدم هذا المؤشر لتحديد المناطق العمرانية من صور الأقمار الصناعية، ويعتمد مؤشر **NDBI** على قياس درجة اختلاف مستويات امتصاص الضوء بين المناطق العمرانية وأي استخدام آخر بشكل عام، حيث تتميز المناطق العمرانية بتواجد المباني والأسطح المصمتة (الطرق) التي تعكس الضوء بطريقة مختلفة عن المسطحات الخضراء الطبيعية، وعمليًا يتم حساب مؤشر **NDBI** عن طريق استخدام الخصائص المختلفة لكل من الأطياف الأشعة تحت الحمراء الحرارية والموضحة بالمعادلة التالية التي اقترحها (Zha et al , 2003):

$$NDBI = (SWIR - NIR) / (SWIR + NIR)$$

وكلما اقترب الناتج من (+1) كانت الكتلة العمرانية أو المباني شديدة الوضوح والعكس صحيح حال اقتراب القيمة من (−1)، ولكن بسبب التداخل الطيفي بين القيم الانعكاسية للمباني مع القيم الانعكاسية للأراضي الفضاء تم تطوير المعادلة التالية للفصل بين القيم الانعكاسية للغطاء الأرضي والذي يطلق عليه **MBU** أو **Modified Built Up Index** وفقًا للمعادلة التالية:

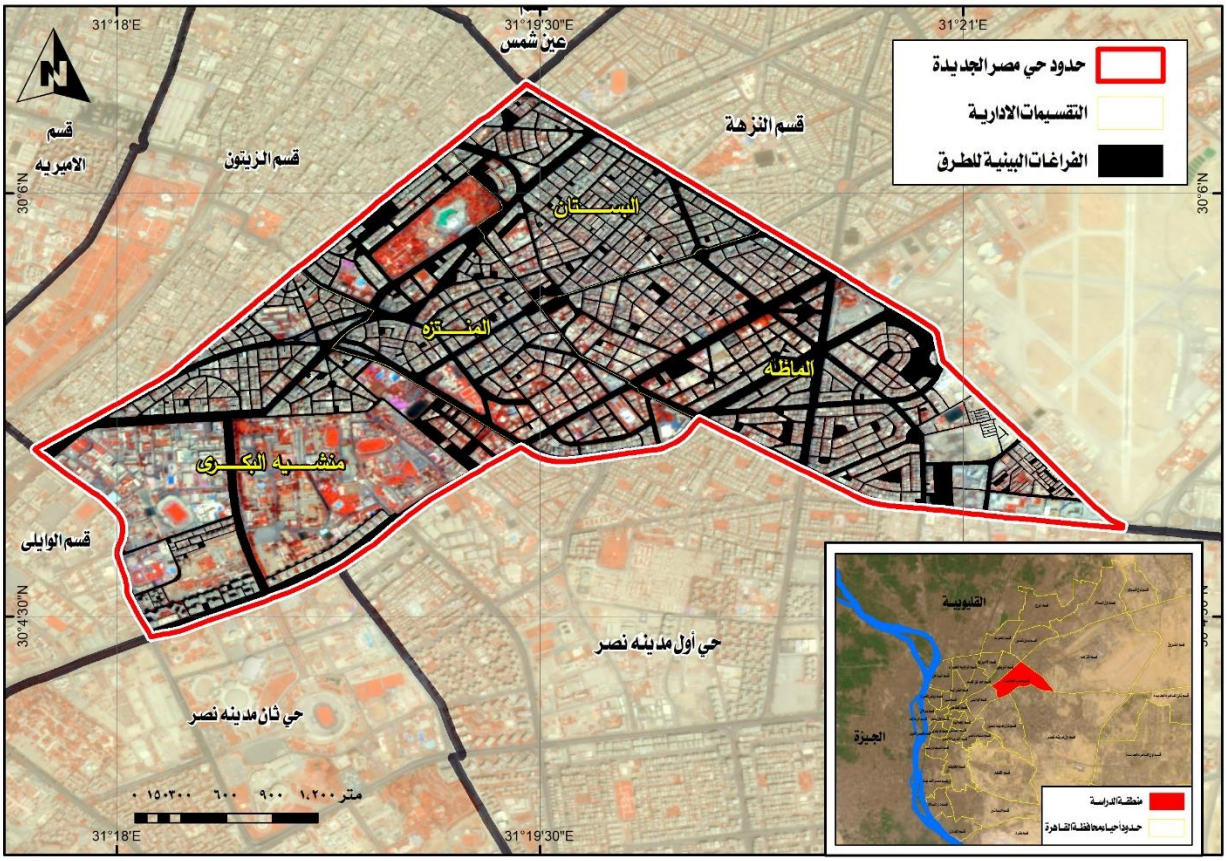
$$MBU = (NDBI - NDVI)/2$$



المصدر: بالاعتماد علي صور الأقمار الصناعية Planet، أغسطس 2024م ، وخرائط الأساس الرقمية التفصيلية لمدينة القاهرة، الجهاز المركزي للتعبئة العامة والاحصاء، 2020م

شكل (3) المسطحات الخضراء بحي مصر الجديدة عام 2024م

يتضح من خلال تحليل شكل (4) يمكن لنا ملاحظة التغير العام في التوزيع الجغرافي للغطاء العمراني في منطقة الدراسة على مدار الفترة 2015م – 2024م كما يمكن ملاحظة أن قيمة مؤشر **NDBI** لعام 2015م بلغت نحو 0.4571، مما يشير إلى وجود بنية تحتية عمرانية كثيفة، بينما في عام 2024م بلغت 0.6160، مما يشير إلى استمرار النشاط التنموي ولكن بوتيرة أكثر تأثيراً بما يؤكد بشكل قوي نجاح قدرة المؤشرات الطيفية في كشف التغيرات حيث زادت المساحة لشبكة الطرق حيث بلغت مساحة الاستخدام السكني بشكل عام متضمناً الأنشطة المختلطة في منطقة الدراسة نحو 5.4كم2 بما يوازي 58.1% من مساحة منطقة الدراسة يليه الفراغات البينية لشبكة الطرق بمساحة بلغت نحو 2.9كم2 بما يوازي 30% من لشبكة الطرق التي يتفاوت عرضها من بضع امتار الي مئات الأمتار كما هو في طريق العروبة بعرض 50 متر و طريق صلاح سالم بعرض70 متر علي سبيل المثال لا الحصر.



المصدر: بالاعتماد علي صور الأقمار الصناعية Planet، أغسطس 2024م ، وخرائط الأساس الرقمية التفصيلية لمدينة القاهرة، الجهاز المركزي للتعبئة العامة والاحصاء، 2020م

شكل (4) اجمالي مساحة الفراغات البينية لشبكة الطرق عام 2024م

خامساً: تطبيق آلية كشف التغيرات الزمكانية:

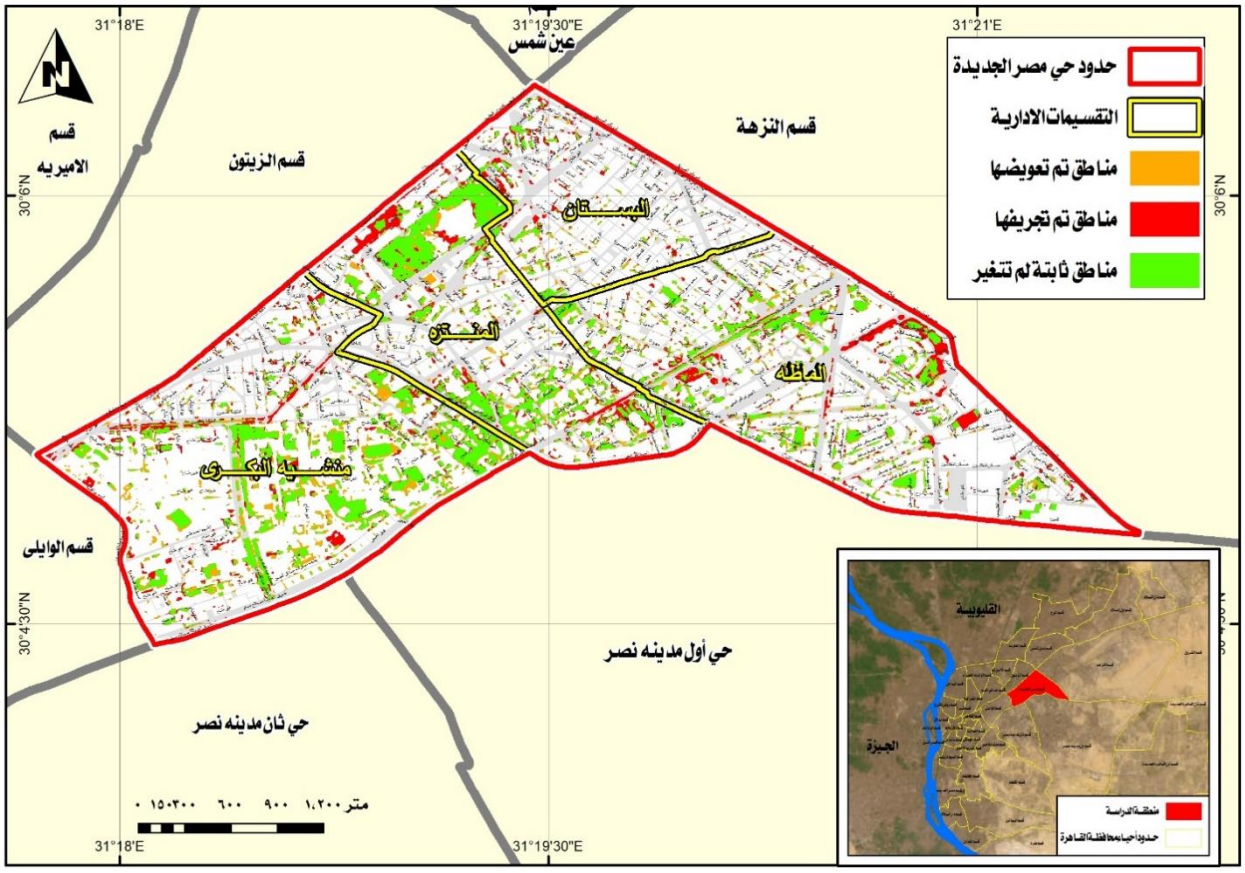
تم توظيف تقنية الاستشعار عن بعد في رصد مناطق التغيرات الايجابية والسلبية للنطاق التطبيقي العام عبر تطبيق أسلوب مقارنة التغيرات Change Detection للخروج بتحديد أكثر دقة للمناطق التي حدث لها نمو أو فقدان أو ثبات للغطاء النباتي وقد جاءت النتائج كما هو موضح بجدول (1) وشكل (5) وذلك من اجمالي المساحة الكلية للغطاء النباتي خلال سنوات الدراسة والتي بلغ اجماليها 2013.9 متر مربع.

جدول (1) نتائج مؤشر مقارنة التغيرات للمسطحات الخضراء خلال الفترة ما بين 2015م و2024م

العنصر	ألف متر مربع	%
مناطق تواجد نبات طبيعي ثابتة	1046.6	%51.9
مناطق تواجد نبات طبيعي حدث لها تغير سلبي	562.2	%27.9
مناطق تواجد نبات طبيعي حدث لها تغير إيجابي	405.1	%20.1
الاجمالي	**2013.9**	**%100**

المصدر: نتائج تحليل صور الاقمار الصناعية Planet للسنوات 2015 و2024م

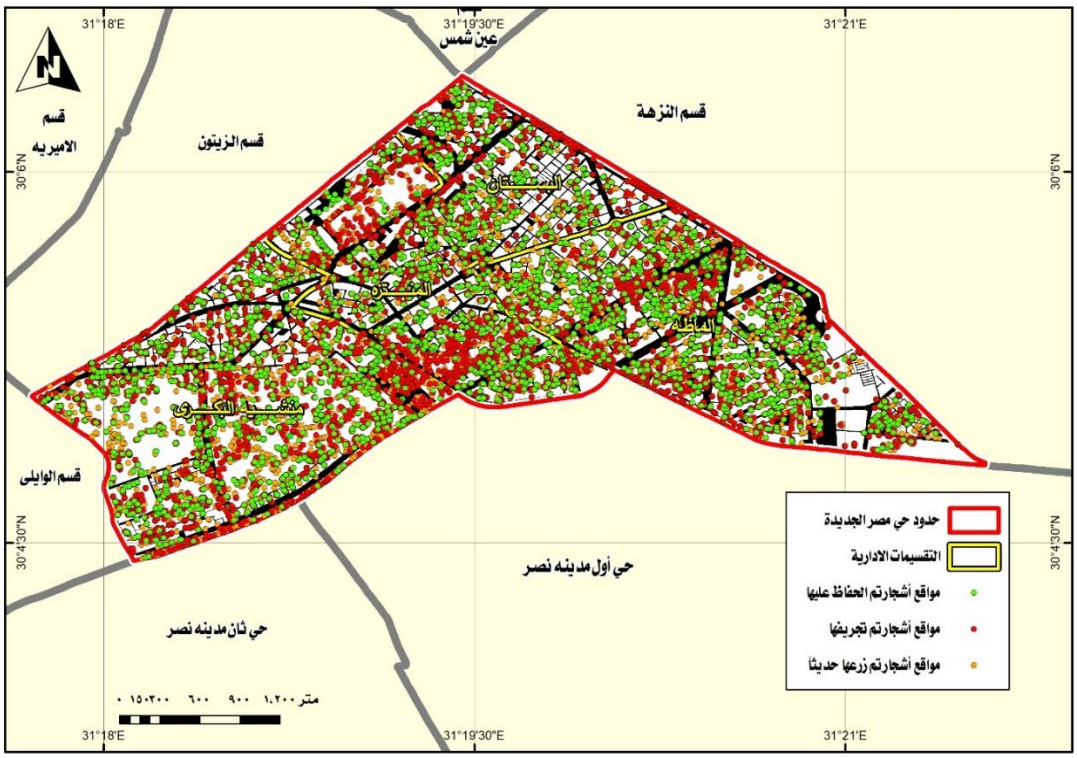
يمكن من خلال ما سبق ملاحظة أن هناك العديد من المساحات الزراعية التي حدث لها تدهور مما يؤثر على الانتاجية الزراعية للمنطقة والعائد الاقتصادي لها مستقبلاً، ومن هنا برزت بعض الحلول التطبيقية إحداها هو الزراعة المائية حيث ان لها العديد من المميزات التي سبق ذكرها في مقدمة الورقة العلمية ولكن عند توظيف نظم المعلومات الجغرافية في معالجة هذه المشكلة أمكن الخروج بما يلي كنطاق تطبيقي على مدينة بريدة فقط.



المصدر: بالاعتماد علي صور الأقمار الصناعية Planet، أغسطس 2024م، وخرائط الأساس الرقمية التفصيلية لمدينة القاهرة، الجهاز المركزي للتعبئة العامة والاحصاء، 2020م

شكل (5) مناطق تغيرات المسطحات الخضراء خلال الفترة من 2015م وحتى أغسطس 2024م

يتضح من خلال المقارنة التفصيلية لنتائج تحليل صور الأقمار الصناعية وتوظيف الذكاء الاصطناعي الجيومكاني Geo AI في اعداد خرائط لمواقع الأشجار وتغيراتها خلال سنوات الدراسة شكل (6) ، اتضح ان اجمالي عدد مواقع الاشجار عام 2015م بلغ 6582 شجرة تقريباً بينما في عام 2024م بلغ اجمالي عدد الأشجار نحو 4307 شجرة في تناقص سلبي للغطاء النباتي الأخضر بلغ 2275 شجرة تقريباً.



المصدر: بالاعتماد علي صور الأقمار الصناعية Planet، أغسطس 2024م، وخرائط الأساس الرقمية التفصيلية لمدينة القاهرة، الجهاز المركزي للتعبئة العامة والاحصاء، 2020م

شكل (6) مواقع التغيرات علي مستوي الأشجار وفق تحليلات الذكاء الاصطناعي خلال الفترة من 2015م وحتى أغسطس 2024م

يتضح من مقارنة الطبقات الجيومكانية لمواقع الأشجار شكل (يتضح لشارع الحجاز في حي مصر الجديدة، اتجاه الحكومة لإزالة الأشجار من على جانبي الطريق والجزر الداخلية للطريق بهدف توسعة الطريق لتحقيق السيولة المرورية للمنطقة. وأوضحت الخريطة إزالة ما يقارب 32 ألف م2 من المسطحات الخضراء في شارع الحجاز وحده، وقد فقدت حي مصر الجديدة نحو 290,237 متر2 من مساحاتها الخضراء، التي يجب العمل علي تعويضها بشكل سريع حث ما تم تغطيته حتي الان نحو 1251متر2 وذلك ناتج عن استبدال بعض الأشجار التي تم قطعها بأشجار اخري صغيرة الحجم وحديثة العمر تقريباً مما يأخذ وقتاً في تغطية المنطقة بغطاء شجري مناسب لما كان في الماضي.

سادساً: المعايير التي وضعتها الدولة في تخطيط المساحات الخضراء داخل المدن :

حدد المجلس الأعلى للتخطيط والتنمية العمرانية في عام 2008م نصيب الفرد من المساحات الخضراء داخل المدينة، كما صنف المدن إلى مدن قديمة تمثل 38% من المدن المصرية، ومدن جديدة تمثل النسبة الباقية وتابعة لإدارة هيئة المجتمعات العمرانية الحديثة . حدد المجلس وفقًا لذلك أن لكل فرد بالمدن القديمة الحق في 7متر2 من المساحات الخضراء تشتمل على كافةً أنواع المساحات الخضراء العامة وشبه العامة والخاصة والممتدة بالشوارع .ويتمتع الفرد بنحو 10م2 من هذه المساحات بالمدن الجديدة نظراً لحداثة نشأة هذه المدن، وبالتالي تتأثر مكوناتها العمرانية بعمليات التخطيط الحضري التي تُنفَذ وفق المعايير الحديثة وتولي اهتمامًا كبيراً بالمساحات الخضراء عند تخطيط أحياء ومحاور هذه المدن .كما أقر المجلس بأن لا تقل نسبة المساحات الخضراء المتاحة للعامة سواء بشكل مجاني أو برسوم منخفضة عن 50 % من جُملة المساحات الخضراء بالمدينة.

وهذا يختلف بالطبع عن المعيار الذي وُضع اعتمادًا على متوسطات الدول حول العالم، ويقوم على حساب نصيب الفرد من المساحات الخضراء المتمثلة في الحدائق فقط دوناً عن بقية أشكال المساحات الخضراء الأخرى داخل المدينة، والذي ينصُ على ضرورة وجود ما بين 0.8 إلى 1.6م2 من الحدائق لكل فرد على مستوى الحي أو المجاورة الواحدة .وبذلك يكون المعدل المتوسط 1.2 م 2 للفرد كمتوسط عالمي.

كما وضع المجلس معايير لمساحات الحدائق على مستوى الحي الواحد أو الوحدة الإدارية، حيث أقر بأن لكل مواطن بالحي الحق في الوصول إلى المنطقة المفتوحة داخل الحي وفق مسافة لا تتعدى كيلومتر واحد، وألا تقل مساحتها عن 126001.6م2 كما يجب أن يضم الحي حديقة واحدة على الأقل تزيد مساحتها عن 21000 م2

سابعاً: معايير الدولة لتخطيط المساحات الخضراء مقارنة بالوضع بمنطقة الدراسة:

بالنظر إلى المعدل الذي وضعته الدولة في تخطيط المساحات الخضراء ثم إلى الأرقام الموجودة فعلياً، نرى فجوة ضخمة بين النموذج المخُطَط وفقًا للمعايير والوضع القائم المنُفَذ بلغ عدد سكان منطقة الدراسة 290 ألف نسمة وفق إحصائية عام 2021م عند تطبيق المعيار الذي حددته هيئة التنسيق الحضري اعتمادًا على المتوسط العالمي في نصيب الفرد من الحدائق وهو 1.2م2 كحد أدنى، تحتاج منطقة الدراسة إلى 348.228 الف متر2 من المساحات الخضراء لتصل إلى النسب الطبيعية لها ، فيما يلي عرض لوضع المساحات الخضراء وبيان حجم الفجوة بين المخُطَط والمنُفَذ منها من خلال بيانات عن مساحات الحدائق لكل شياخة ، بالإضافة إلى عدد سكانه كما هو موضح بجدول (2).

وخلافا لما قد يعُتقد من تصوير هذا الأمر على أنه مشكلة هامشية أو ليست بقدرٍ عالٍ من الأهمية، جاءت العديد من التقارير والأوراق الحكومية الرسمية لتتفق مع التوصيف الحالي لأزمة نقص المسطحات الخضراء الحضرية في مصر .نورد منها هنا على سبيل المثال لا الحصر مشكلات المناطق المفتوحة وفقًا للدليل الإرشادي الصادر من المجلس القومي للتنسيق الحضاري:

- تحول المدن إلى غابات إسمنتية مدمرة لبيئتها الطبيعية، فاقدة لمسطحاتها الخضراء :الرئة والمتنفس الوحيد للسكان.
- سوء توزيع المناطق الخضراء.

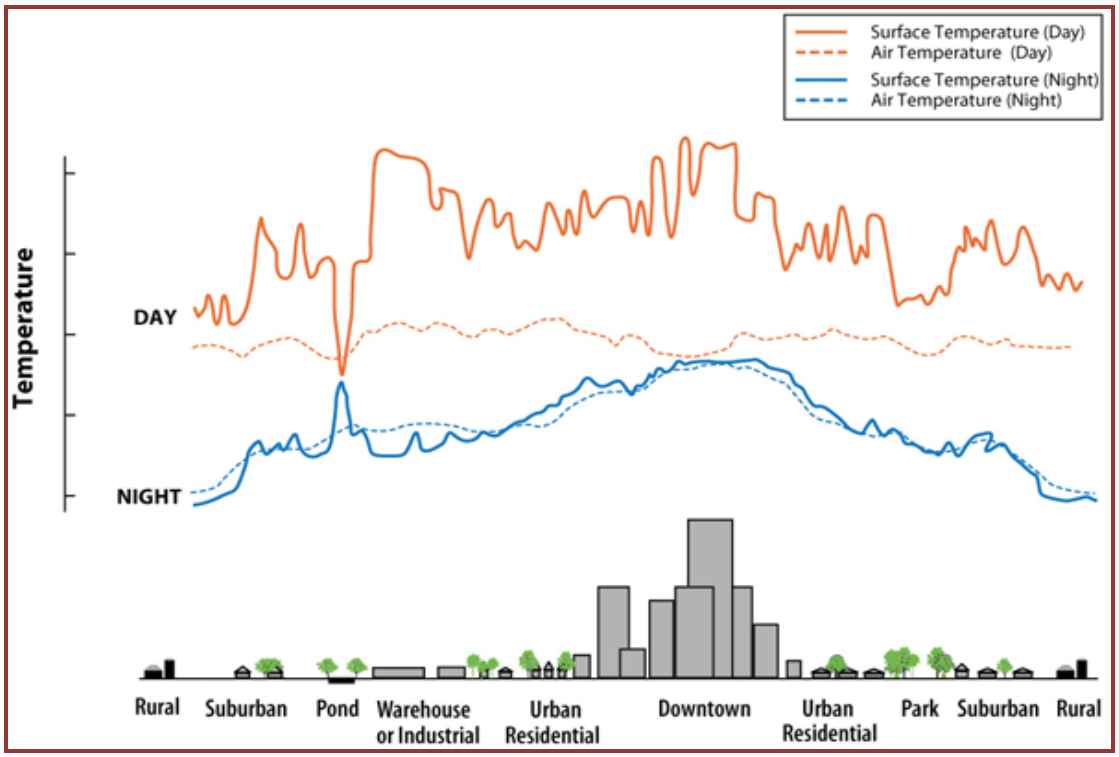
- سيطرة الحركة الآلية على تشكيل النسيج العمراني في تعدّ جائر على حقوق واحتياجات المشاة سواء في السير على رصيف غير منتهكَ بكافة العراقيل أمام السير، أو في مساحات لعبور الطرق المنشأة حديثاً.
- غياب البعد والمقياس الإنساني في تصميم المناطق المفتوحة القائمة.
- طغيان العناصر المشيدة على المظاهر الطبيعية للمناطق المفتوحة، بغض النظر عن مطابقة هذه العناصر للمواصفات أو ملائمتها للبيئة أو طبيعة المناخ في مصر.
- سوء استغلال المناطق المفتوحة القائمة.

جدول(2) التوزيع المكاني عدد السكان ومساحة الحدائق على شياخات منطقة الدراسة

الشياخة	عدد السكان	مساحة المسطحات الخضراء (م2)	ما يلزم توفيره من حدائق (م2)	قيمة العجز بين المخطط والمنفذ
منشية البكري	82794	65428.21	99352.8	33924.59
المنتزه	45280	42499.28	54336	11836.72
الماظة	93542	38357.17	112250	73892.83
البستان	68574	55438.20	82288.8	26850.6
الاجمالي	290.190	201722.87	348228	146505.13

ثامناً: مستويات درجات الحرارة السطحية (الجزر الحرارية UHI) للمنطقة:

تعتبر الجزر الحرارية ظاهرة تعرف بأنها نطاق ترتفع فيه قيم درجة الحرارة بشكل مخالف للمألوف ولما حوله من قيم حرارية أخري مجاورة تنخفض كلما بعدت عنه في كافة الاتجاهات ، وتتشكل هذه الجزر الحرارية فوق نطاقات تجتمع بها ظاهرات مختلفة وجميعها من صنع الانسان وتظهر بشكل بارز في المدن بسبب أنماط البناء والمسطحات الخضراء اضافة الى أنشطة الأنسان واستعمالاته المتنوعة وخاصة الصناعية منها وخاصة التي تلوث البيئة وتتزايد في حال قلة أو انعدام وجود المسطحات الخضراء التي تعمل علي تقليل تأثير الجزر الحرارية وتعمل على تلطيف الأجزاء داخل المدن. كما يوضح شكل (7) الاختلاف في قيم درجات الحرارة مع تنوع استعمالات الاراضي حيث تنخفض في حال وجود مسطحات خضراء وبالليل بينما ترتفع في النهار بشكل تدريجي وخاصة في المناطق الحضرية ووسط المدن والمناطق الصناعية.



المصدر: https://peopleandtreesincities.wordpress.com/tag/nsf/

شكل (7) مستويات درجات الحرارة وفق طبيعة الأنشطة البشرية واستخدامات الاراضي

ومن أبرز الاثار السلبية والبيئية للجزر الحرارية ما يلي:

- زيادة استهلاك الكهرباء والطاقة خاصة في فصل الصيف وزيادة الطلب على الطاقة لأغراض التقليل من تأثير ظاهرة الاحتباس الحراري والجزر الحرارية المصاحبة حيث أشارت الدراسات المتخصصة الى ان تأثير الاحتباس الحراري مسئول عن زيادة مابين 5 و10% من الضغط على مصادر الطاقة الكهربائية لتبريد أجواء المباني السكنية والخدمية.
- زيادة انبعاثات ملوثات الهواء بفعل زيادة الطلب على الطاقة مسببة المزيد من غازات الاحتباس الحراري والغازات الدفيئة مما يثر بشكل مباشر على طبقة الأوزون.
- زيادة الاجهاد الحراري على الانسان داخل المدن بشكل عام والكبرى منها بشكل خاص، مسببه حالة من عدم الراحة وصعوبة التنفس والشعور بالإرهاق والاجهاد.
- ضعف جودة المياه مع ارتفاع درجة حرارة المياه وما يصاحب ذلك من تغيرات في النظم الإيكولوجية والبيئية المصاحبة.

التوصيات والمقترحات:

- بلغ اجمالي مساحة المسطحات الخضراء عام 2024م حوالي 201 الف م2 بفارق 160 ألف م2 عما كانت عليه عام 2015م وبفارق يبلغ 146.5 الف م2 عن المعدل الطبيعي وفق المنصوص عليه دولياً وفقاً لعدد السكان.
- اسهمت دراسة مواقع التغير Change Detection في إبراز واضح للمناطق المتغيرة بنوعيها سلباً وإيجاباً.
- تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية فعاله في أعمال النمذجة المكانية لمحاكاة الاثار البيئية المحتملة.
- أهمية استخدام تقنيات الجيوماتكس في الدراسات البيئية لما لها من تأثير قوي في دقة المخرجات للنظام واعتمادها على مدخلات دقيقة.
- تعتبر أحد الحلول البيئية لإشكالية الاحتباس الحراري مما يؤثر على الوضع البيئي داخل المدن الحضرية وما يعقب ذلك من تأثيرات على الإنسان.
- استخدام التقنيات الجيومكانية له أهمية كبيرة في حساب وتقييم الوضع البيئي لدراسات مماثلة.

- توظيف التقنيات الحديثة كان له دور مهم في اعداد المقارنات اللازمة بين كل من الواقع الفعلي ونتائج النمذجة والمحاكاة لما هو متوقع في حال تنفيذ العمل لخدمة الاهداف البيئية والتنموية بما يعود بالفائدة على الانسان بأشكال عديدة.
- يفضل توجيه النمو العمراني نحو العمران البيئي بما يخدم التنمية البيئية المستدامة.

قائمة المراجع

أولًا : المراجع العربية :

1- رجاء عبد الحليم محمد الخوجة (1985) : ضاحية مصر الجديدة ، دراسة للتطور العمراني ، ماجستير غير منشورة ، كلية البنات ، جامعة عين شمس ، القاهرة .

2- سعد أبو راس الغامدي (2001م) : تأثير خصائص التضاريس في التغطية النباتية لمنطقة بلاد زهران بجبال السروات: دراسة منهجية في الاستشعار عند بعد ونظم المعلومات الجغرافية، الجمعية الجغرافية الكويتية، رسائل جغرافية، العدد 283.

3- ..... (1996م): تحليل الاستجابة الطيفية لنباتات المناطق الجافة وشبة الجافة، الجمعية الجغرافية الكويتية، رسائل جغرافية، العدد 198.

4- محمود عبد اللطيف عصفور (1983) ، الدراسة الميدانية في جغرافية العمران ، مكتبة الأنجلو المصرية ، القاهرة .

5- ناجا عبد الحميد عبد العظيم (1991م) : حي مصر الجديدة ، دراسة في استخدام الأرض الحضري ، ماجستير غير منشورة ، كلية الآداب ، جامعة عين شمس.

ثالثًا : المراجع الأجنبية :

1– Allawai. M. F, Ahmed. B. A: (2020), Using Remote Sensing and GIS in Measuring Vegetation Cover Change from Satellite Imagery in Mosul City, North of Iraq, 1st International Conference in Physical Science and Advance Materials IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, doi:10.1088/1757-899X/757/1/012062.

2– Aldona Harasimowicz, 2020 «Green Spaces as a Part of the City Structure», Environmental Policy and Management, No (65).

3– Atesoglu. A, Tunay. M: (2010), Spatial and temporal analysis of forest cover changes in the Bartin region of northwestern Turkey, African Journal of Biotechnology, Vol. 9 (35).

4– Dohling. F. R, Sohlang. N. N, Mylliemngap. S: (2017), Land Use and Land Cover Mapping for Catchment Area Afforestation A case study of East Khasi Hills District, ADBU Journal of Engineering Technology (AJET), Vol, 6, No, 2.

5– Elhag. M: (2011), Land Suitability for Afforestation and Nature Conservation Practices Using Remote Sensing & GIS Techniques, CATRINA, Vol, 6 (1).

6– Ghodieh, Mustafa Mohammad (1994) Land use mapping of selected areas of county

Durham, north-east England, by satellite remote sensing and field survey methods, Durham theses, Durham University. Available at Durham E-Theses Online: http://etheses.dur.ac.uk/5829

7- 19) Srivastava. R, Singh. S, Oran. A: (2020), Changes in Vegetation Cover Using GIS and Remote Sensing: A Case Study of South Campus BHU, Mirzapur, India, Journal of Scientific Research Institute of Science, Banaras Hindu University, Varanasi, India, Vol, 64, Issue 2.