أستخدام النانو تكنولوجي في مسارات الحركة الخارجية لترشيد وتوليد الطاقة بالجامعات (دراسة خاصة للجامعة الأمريكية في القاهرة ـ مصر)

أ.م.د/ نسرين فتحي عبدالسلام
أستاذ مساعد التصميم المعماري
بقسم الهندسة المعمارية
كلية الهندسة بالمطرية – جامعة حلوان

أ.م.د / داليا وجيه عبدالحليم سعيد
أستاذ العمارة المساعد
بقسم الهندسة المعمارية
كلية الهندسة بالمطرية – جامعة حلوان

م / غدير مصطفى ماهر
كلية الهندسة بالمطرية – جامعة حلوان

كجزء من متطلبات الحصول علي درجة الماجستير

الملخص:
هذا البحث يلقي الضوء على إمكانات تكنولوجيا النانو في توليد وترشيد الطاقة من خلال مسارات الحركة بالفراغات المفتوحة وتحقيق مبادئ الاستدامة "البعد البيئي – البعد الاقتصادي – البعد الإجتماعي"، في ظل التدهور البيئي والعمراني الذي تعاني منه كثير من الدول وتناقص الطاقة مع إرتفاع أسعارها وتوجه العالم لتحقيق الاستدامة. ومع التطور الملحوظ في مجال علوم تطبيقات تكنولوجيا النانو في العمارة من (مواد النانو – وأجهزة النانو)، بحيث تنقسم مواد النانو الى "مواد إنشائية – المواد العازلة – طلاءات النانو" وتنقسم أجهزة النانو الى "الأضاءة – أجهزة تنقية المياه والهواء والحد من التلوث – أجهزة توليد الطاقة الشمسية – أجهزة تخزين الطاقة" ويؤدي توظيف تطبيقات النانو بمسارات الحركة الى تحسين كفاءة منظومة الطاقة من حيث توليد وترشيد الطاقة للفراغات المفتوحة بالجامعات، بالإضافة إلى تحسين وإزالة التلوث البيئي والمساعده على تحسين البيئة الخارجية بجانب دورها الفعال في ترشيد وإعادة التدوير إعتمادا على الطاقات المتجددة وصولاً لمنظومة مستدامة متكاملة لبناء النانو.

الكلمات المفتاحية: الجامعات الخضراء المستدامة، الفراغات المفتوحة (الحرم الجامعي)، مسارات الحركة، النانو تكنولوجي، ترشيد وتوليد الطاقة.

المقـــدمة:

ان إستهلاك مصادر الطاقة في تعاظم مستمر بهدف تحقيق البيئة الملائمة لراحة الإنسان، وبالتالي فإن الأضرار الناجمة عن الإفراط في إستخدام هذه الطاقه وتأثيرها السلبي على البيئة الطبيعية في تزايد مستمر خاصة في المناطق الحضرية، ولذا فقد اصبحت مصادر الطاقة المتجددة أحد أهم البدائل الصديقة للبيئة والتي يمكن بتعظيم الإعتماد عليها ان تكون بديلا عن مصادر الطاقة التقليدية، ونتيجة لذلك يشهد العالم الآن إهتمام متزايد بقضايا البيئة والتنمية المستدامة، وخلال العقود الثلاثة الماضية نما إدراكاً متزايداً في التقدم والتطور الملحوظ في مجال التكنولوجيا بصورة متسارعة ومن اهم التطورات الحديثة هو التطور في علوم تكنولوجيا النانو والتي تعتمد على تعظيم شأن المواد وتغيير خصائصها من خلال معالجة المادة على المقياس الذري والجزيئي. وفي ظل توجه العالم الي التنمية المستدامة، يعتبر التعليم هو مقياس الحضارة والتقدم للامم مما يجعل تطوير تصميم الفراغات التعليمية من اول الاهتمامات التى يجب دارستها لتعتبر الجامعات المستدامة أولى خطوات النهضة لتطوير التعليم والمجتمع معاً لإيجاد حلول ذات فوائد اقتصادية ومالية.

واستلزم الامر بعد مرور فترة على انشاء الجامعات لضرورة ترشيد الطاقة بتطبيق الاستدامة عمليا لتقويم أداء الفراغات العمرانيه لهذه الجامعات وذلك من خلال استغلال مسارات الحركة في الفراغات المفتوحة بالجامعات لتنظيم وترشيد استهلاك الطاقة وتوليدها بواسطة تطبيق النانو تكنولوجي ويتناول البحث

هذه الاشكالية من خلال دراسة نظرية وعملية لمدى تاثير تطبيق النانو تكنولوجي عمليا لمسارات الحركة داخل الفراغات الجامعية المفتوحة وصولا الى الحرم الجامعى المستدام بتقنية النانو.

المشكلة البحثية:

تتمثل المشكلة البحثية في**"الاهمال التصيميمي للفراغات الخارجية للجامعات (الحرم الجامعي) المؤدي لاهدار موارد الطاقة في المساحات المخصصة لتنسيق الموقع (مسارات الحركة) بالجامعات"**.

حيث انه بعد ازمة سد النهضه هناك تخوف من دخول مصر في مرحلة الندرة لموارد الطاقة (المياه ، الكهرباء) بما يعني وصول نصيب الفرد من الطاقة الي جزء صغير مما يتمتع به الآن وهذا يستدعي الى ضرورة البحث في معالجة الاستهلاك من حيث: (السلوك الانساني، تكنولوجيا ادوات التحكم في المياه، اتباع مبادئ النانو تكنولوجي في المنظومة العامة بما في ذلك اعادة التدوير للمواد المختلفة للاستخدام في نفس الوظيفة او فى اغراض اخرى).

الفرضية البحثية:

"ان تطبيق النانو تكنولوجي في منظومة استهلاك الطاقة (مياه، كهرباء) لمسارات الحركة في الموقع العام بالجامعات يعتبر اداه فعالة في اعادة استخدامها وفي إنتاج (الكهرباء)".

أي ان استغلال الموارد الطبيعيه والانسانية في توليد الطاقة وترشيد استهلاكها وتقليل التلوث تتمثل في حوالي ٨٣% من مساحة الجامعة طبقا لقانون مصر، و٧٨% بعد التعديل الاخير في بناء الجامعات، وتتمثل الموارد البشرية في حركة الطلاب في الفراغ الخارجى داخل الحرم الجامعي ويفترض امكانية توفير ٥٠% من احتياجات الجامعة من الطاقة باستخدام تكنولوجيا النانو في مسارات الحركة للطلاب (Hardscape).

الهـــــدف من الدراسة:

- **يتمثل الهدف الرئيسى للبحث في:**

- التوصل الى حلول باستخدام النانو تكنولوجي واستنباط اطار استرشادي يعمل على توفير علاقة تبادلية ناجحة بين كل من الطاقة ومسارات الحركة كأحد عناصر تنسيق الموقع في الفراغات الخارجية المفتوحة للجامعات.
- تقليل دعم الدولة لعنصر المياه والكهرباء في الموقع العام كاحد اهم معايير منظومة الاستدامة، وخلق امكانات وفكر مرتبط بتنمية الطالب عن طريق تطبيق تقنية النانو كتجارب علمية بشكل عملي.

منهجية البحث المتبع:

- **المنهج الإستقرائى المقارن:** يتم من خلال استقراء الوضع الراهن لمسارات الحركة بالجامعات ومقارنتها بتأثير استخدام تطبيقات النانو تكنولوجي كبديل لعناصر الاستدامة التقليدية المستخدمة.

الخطة البحثية:

لتحقيق الهدف البحثي وإثبات فرضياته يتبع البحث خطة الدراسة لاستنباط مسطرة قياس لتلبية المتطلبات الوظيفية المتعددة للوقوف على معاييرالتصميم المستدام، وتنقسم الدراسة الى ثلاث أجزاء رئيسية (الدراسة النظرية - الدراسة التطبيقية - نتائج الدراسة والتوصيات)، وهي كالآتي:

أولاً: الدراســـة النظرية: تعتمد على المنهج الإستقرائى والإستنباطى، من خلال إستقراء المراجع والدراسات الأكاديمية والدوريات العربية والإجنبية، والمواقع ذات العلاقة بمجال البحث، تتناول الدراسة ما يلى:

- **الجزء الأول:** الفراغات الجامعية المفتوحة.
- **الجزء الثاني:** النانو تكنولوجي وأستخدامتها.
- **الجزء الثالث:** دمج تطبيقات النانو تكنولوجي بمسارات الحركة في الفراغات العامة بالجامعات.

ثانيا: الدراسة التطبيقية:

دراسة تطبيقية لمقترح تصميم حرم جامعي بالنانو تكنولوجي لترشيد وتوليد الطاقة بواسطة دمج تطبيقات النانو تكنولوجي بمسارات الحركة داخل الحرم الجامعي محل الدراسة من خلال تحليل وتقييم نموذج الدراسة بهدف الوصول لاستراتيجية تحقيق الاستدامة النانوية للحرم الجامعي، ودراسة مدى تأثير تطبيقات النانو على تصميم مسارات الحركة داخل الحرم الجامعي.

ثالثا: النتائج والتوصيات: تناول نتائج الدراسة النظرية والتطبيقية السابقة.

أولاً: الدراســـة النظرية:

١- الفراغات الجامعية المفتوحة (الحرم الجامعي):

تعد الفراغات العمرانية المفتوحة بالجامعات أهم عنصر من عناصر التكوين الحضري للجامعة، والتي تنظم علاقة المستخدم مع الفراغ، وتعتبر مسارات الحركة للطلاب، ونقاط التقائهم كالساحات، ذات تأثر كبير على تحديد المعالم الأساسية للفراغ الخارجي، حيث يمثل الاطار التشكيلي الاساسي المحدد لهذه الفراغات.[١]

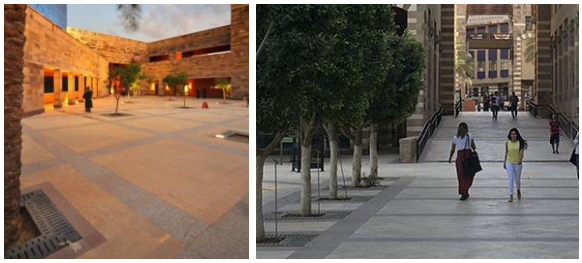
١-١ تخطيط وتصميم الفراغات المفتوحه بالجامعات (الحرم الجامعي):[٢]

ان عملية تخطيط الفراغات العمرانية هي عملية تنظيم وتنسيق البيئة العمرانية الخارجية بما يلائم سلوكيات واحتياجات الانسان المختلفة، ويعتبر الفراغ الخارجي الجامعي مثل غرفة خارجية كالآتي:

- **الأرض تمثل أرضيتها (المستوى السفلي):**

هي الجزء الأساسي في الفراغ، ويتم تهيئتها لسير المشاة والمركبات، وتساعد الأرضيات في تحديد أنماط الحركة بالإضافة إلى تحديد اتجاهها، كما أنها تضفي على المنطقة خاصية جمالية. كما في الأشكال (١-١)،(١-٢). حيث تربط الفراغات مع بعضها البعض، وبالتالي يجب الاهتمام بالأرضيات من حيث الاتساع والأبعاد والأحجام لتناسب الفراغات المحيطة بها.

وكذلك يختلف تصميمها تبعا لاختلاف استخدامها كممر للمشاة أو للسيارات أو للدراجات الهوائية، كما أنه من الممكن تغيير المناسيب لتحديد استخدامات بعض الفراغات كأماكن للجلوس، ويراعى عند التصميم غرف التفتيش والصرف الصحي التي يمكن تغطيتها إما بأغطية حديدية أو خرسانية.



شكل (١-١): أشكال مختلفة أرضيات الفراغات المفتوحة بالجامعة الامريكية ومعالجة محيط جذوع الأشجار
Source: https://www.aucegypt.edu

شكل (١-٢):الأرضيات المستخدمة في الجامعة الأمريكية، القاهرة الجديدة
Source:https://www.aucegypt.edu

وبالنسبة للأرضيات المخصصة لحركة السيارات يجب مراعاة قوتها وصلابتها عند التصميم والتنفيذ بالإضافة إلى وجود عوامل الأمان وتوجيه الحركة وتنظيم السير بعدة طرق بحيث تساعد على تنظيم حركة السير من خلال العلامات المرسومة وتحديد أماكن وقوف السيارات، بالإضافة الى تحديد اتجاه مرور السيارات وتحديد خط المشاة.ومن الممكن أن يتم تمييز الملمس في بعض الأرضيات لخدمة ذوي الاحتياجات الخاصة خاصة فاقدي البصر.

- **المباني حوائطها (المستوى الرأسي):** وهى المستوى الرأسي الذي يحدد الفراغ من حيث الشكل والخصائص والحجم، وتتنوع الحوائط المحددة للفراغ ما بين الطبيعية كالأشجار أو المادية كالحوائط الجامدة والأسوار الخفيفة والأعمدة، وللحوائط تأثير على الانطباع النفسي للفراغ بالإضافة إلى توجيه الحركة والخصوصية، شكل (١-٣).

شكل (١-٣): أشكال مختلفة للحوائط المحددة للفراغات الخارجية.
Source:
https://www.archdaily.com

[١] م.أسامة عبدالله صالح مصطفى، تشكيل الفارغات والساحات العامة في البلدة القديمة في مدينة نابلس، تحليلها ومقترحات تطويرها، رسالة ماجستير غير منشورة في التخطيط الحضري والإقليمي، جامعة النجاح الوطنية، نابلس، ٢٠١٠، صفحة ١٤.

[2] Kevin, Lynch-"Site Planning", Cambridge, The M.I.T, 1971.

- **السماء سقفها (المستوى العلوي):** الأسقف هي التي تحدد الفراغ من أعلى، ويمكن إضافة سقفا إلى الفراغ أو إلى جزء منه بغرض تحديد الفراغ او لإعطائه مقياسا معينا او طابعا خاصا او للحماية، شكل (١-٤).

شكل (١-٤): الأسقف وأهميتها الوظيفية في تحديد الفراغ.

Source: https://www.designboom.com/architecture/lava-wins-first-prize-for-masdar-worlds-first-sustainable-city-in-uae/.

وتمثل هذه المستويات عناصر تكوين الفراغ الخارجي والمحدد للحيز الفراغي، والى جانب هذه العناصر المادية يوجد عناصر أخرى من أثاث وعناصر التنسيق الطبيعية، والتي تعتبر المكون الاساسي في التأثير على حركة الانسان ونشاطة داخل الفراغ.

١-٢ تصنيف الفراغات الخارجية للحرم الجامعي:[١]

تختلف الفراغات الخارجية في اشكالها واحجامها وخصائصها وتتنوع لتخدم الوظائف والأنشطة المختلفة، ويمكن تصنيف الفراغات تبعا لعدة محددات مثل:

- **أولا: التصنيف حسب الوظيفة:** تتنوع وظائف الفراغات تبعا لنشاط الطلبة في كل منها لكي تتلاءم مع احتياجاته، فالوظيفة المنوطة بكل فراغ هى من تحدد شكله ومقياسه.
- **ثانيا: التصنيف حسب النمط:** يمكن تصنيف الفراغات الخارجية للجامعة والتعامل معاها كأنها فراغات حديقة حول المنزل، وتنقسم الى:
  - ✓ الفراغ الأمامي: هو مرحلة الانتقال من مدخل الجامعة الى الكلية أو القسم.
  - ✓ الفراغ الخلفي: هو فراغ خاص بطلبة هذه الكلية، ويكون شبة مغلق.
  - ✓ الساحة الرئيسية: هو فراغ رئيسي هام يضم طلبة أكثر من كلية واحدة، وهو فراغ سهل الوصول اليه من جميع أنحاء الجامعة، وغالبا يحتوي على المعلم التذكاري للجامعة، وتعتمد مساحته على عدد الطلبة المتوافدة اليه والأنشطة التي تحدث بداخله
- **ثالثا: التصنيف حسب الشكل:** يتأثر شكل الفراغ بنوع وأهمية مكوناته ومقاييسها وأشكالها، ومدى أهمية الفراغ بالنسبة للفراغات المحيطة به وتكامله معها، ويمكن تقسيم الفراغات من حيث الشكل الى نوعين:
  - ✓ الفراغ الأستاتيكي: هو فراغ يميل الى المربع أو الدائرة، ويوحي بالهدوء والاستقرار، ويؤكد العلاقة الاجتماعية بين الطلبة.
  - ✓ الفراغ الديناميكي: هو فراغ خطي يمتد مع البصر الى نقطة التلاشي المنظورية مما يوحي بالحركة.
- **خامسا: التصنيف حسب درجة الانغلاق:** حيث تحدد نوعية وشدة الأنغلاق من العلاقة التي تصنعها محددات الفراغ مع بعضها البعض، ويمكن تقسم الفراغات من حيث الغلق الى (الفراغ المفتوح – الفراغ المغلق – الفراغ شبه المغلق).
- **رابعا: التصنيف حسب الحركة:** تعد فراغات الحركة داخل الجامعات من أهم الموضوعات المؤثرة في عملية التخطيط، سواء كانت الحركة آلية أو حركة المشاة، وتصنف الفراغات الخاصة بالحركة الي ثلاث أصناف (الفراغ الخاص بالمشاه - الفراغ الخاص بالمركبات - الفراغ الخاص بالمشاة والمركبات)، شكل (١-٥)، (١-٦)، (١-٧).

[١] م.داليا عبد الهادي، "العلاقة التبادلية بين عناصر تنسيق الفراغ الخارجي وسلوك الأفراد، مع ذكر خاص للفراغات التعليمية الجامعية" رسالة ماجستير، كلية الهندسة ، جامعة القاهرة، ٢٠٠٩.

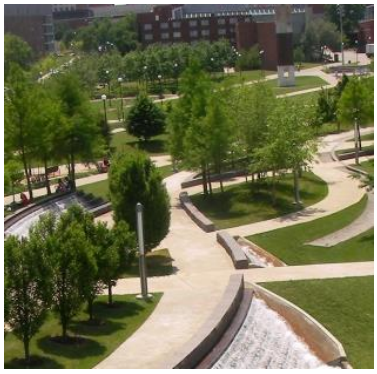
شكل (١-٥): فراغ مشترك للمشاه والسيارات، جامعة القاهرة
Source:
http://www.standards-ica.com

شكل (١-٦): فراغ مخصص للمشاه فقط أمام مبنى المكتبة المركزية، جامعة القاهرة
Source:
https://www.youm7.com

شكل (١-٧): فراغ مظلل مخصص للسيارات، جامعة أم القرى، مكة المكرمة
Source:
https://sabq.org/mvZFWM

ممرات الشاة: وهـى الممرات المتواجدة بين الفراغات والمباني،ولتوافد أعداد كبيرة من الطلبة على الجامعات بشكل مستمر يجب ان تكون هذه الممرات بابعاد مناسبة لحركة الطلاب، ويوجد أنواع من الممرات المختلفة ولكل منها أهميته، فمثلا:[١]

شكل (١-٨): شكل توضيحي لممر مشاة رئيسي، الجامعة الأمريكية، القاهرة الجديدة
Source:
https://www.aucegypt.edu



شكل (١-٩): ممرات المشاة ثانوية داخل الحرم الجامعي لـUniversity of Cincinnati Ohio, Campus Green
Source:
https://www.behance.net/gallery/36001571/University-of-Cincinnati-Ohio-Campus-Green.

- الممرات الرئيسية يكون هدفها الوصول الى النقاط المميزة والمباني الهامة داخل الجامعة،وغالبا ماتكون مستقيمة لتقصير مسافة السير، كما بالشكل (١-٨).
- أما الممرات الثانوية فيكون الهدف منها الوصول الى الفراغات الترفيهية أو الثانوية (الأقل أهمية)، وغالبا ماتكون ذات أشكال منحنية تسمح للطلبة بالتمتع، كما بالشكل (١-٩).

٢- النانو تكنولوجي وأستخدامتها:

الطاقـة هـي سـبيل الإنسـان نحـو التقـدم وبنـاء الحضـارة، والحـد مـن اسـتهلاك الطاقـة ومـواد البنـاء المكونة للفراغات المفتوحة وضبط العلاقة بينهم يحقق الاستدامة في الحرم الجامعي.

٢-١ الاستدامة:

الاسـتدامة البيئيـة هـي أحـد الاتجاهـات المعماريـة التـي تهـتم بعلاقـة الفـراغ بالبيئـة المحيطـة، وإن الحفـاظ علـى البيئـة يـؤثر علـى التنميـة المسـتدامة، ومسـارات التنميـة تحـدد مسـتقبل البيئـة وفوائـدها علـى صـحة الافـراد والجـدوى الاقتصـادية الناجمـة عنهـا بالتوجيـه نحـو الاعتمـاد علـى الطاقـة المتجـددة، وترشيد استهلاك الطاقات والمياه والموارد والمواد وتحقيق ادارة النفايات.

[١] م.داليا عبد الهادي، "العلاقة التبادلية بين عناصر تنسيق الفراغ الخارجي وسلوك الأفراد، مع ذكر خاص للفراغات التعليمية الجامعية" رسالة ماجستير، كلية الهندسة ، جامعة القاهرة، ٢٠٠٩.

تتشكل منظومة التنمية المستدامة من ثلاثة محاور اساسية وتعد المحاور الثلاثة من الدعائم الرئيسة للاستدامة بأختلال أحدها تتأثر الأهداف الرئيسية للتنمية أو للإستدامة وهذه المحاور هى ما يأتي:

- **محور الابعاد البيئية (Environment):**

الحفاظ على الطبيعة بصورة رئيسة وسليمة ، وعلى نظام بيئي سليم ينجز هيكليا ووظيفيا ، فضلا عن ذلك الحفاظ على الطبيعة من النفايات والتلوث، وفي نفس الوقت الاستفادة من تلك النفايات عن طريق اعادة التدوير والتجديد.

- **محور الابعاد الاقتصادية (Economy):**

تحقيق انخفاض للكلفة من خلال تحسين الكفاءة وتقليل استخدام الطاقة وادخال مواد أولية متوفرة في الطبيعة.

- **محور الابعاد الاجتماعية (Society):**

فهي تعنى بالمجتمع والانسان من حيث توفير وسائل الراحة و سبل الامان والتأكيدعلى الحفاظ على الهوية والتراث ، المساواة ، التماسك الاجتماعي.

٢-٢ الحرم الجامعي المستدام من خلال توجيه البُعد الإستدامي لمنظومة مسارات الحركة:

الحرم الجامعي المستدام هو استعراض الممارسات المستخدمة على نطاق واسع لتحقيق الاستدامة وقياس التحسن التقني نحو الاستدامة، تهدف الى:[١]

- ✓ التقليل من الآثار السلبية على البيئة المحيطة في مجال المياه، والطاقة، والهواء، والنفايات.
- ✓ رفع مستوى الوعي البيئي، والاقتصادي، والاجتماعي وسط قطاع الطلاب واعضاء هيئة التدريس من خلال الممارسات البيئية الايجابية.
- ✓ تعزيز صحة المستعملين.
- ✓ تحسين الوضع الاقتصادي من خلال خفض استهلاك الطاقات والمواد والموارد.
- ✓ تعزيز المساواة والعدالة الاجتماعية بهدف مساعدة المجتمع على الانتقال الى اساليب الحياة المستدامة

ويتم ذلك عن طريق توجيه البُعد الاستدامي لاستدامة مسارات الحركة داخل الحرم الجامعي من خلال استدامة مواد البناء المكونة لها، وباختيار نظام (LEED) Leadership in Energy& Environmental Design واستخدامه كنظام تطبيقي لتقييم الاستدامة البيئية للحرم الجامعي على نطاق واسع في العالم وفي مصر، واستخدام اهم معايير الاستدامة به كمسطرة قياس لتقييم الحرم الجامعي لانه يضم مختلف التخصصات ويضم شباب المستقبل الذين يؤثرون في المجتمع وبناء المستقبل، ويشترط ان تقوم الجامعة المستدامة على مبدأ التوازن بين الأهداف (الاقتصادية، والاجتماعية، والبيئية) في صياغة سياستها ويتوفر بها الآتي:[٢]

- وجود بيئة صحية داخل الفراغات الجامعية من خلال التقليل من الأثر السلبي للأنشطة القائمة فيها على صحة الإنسان والبيئة وذلك بالتخلص من المواد السامة، والحد من النفايات الصلبة والسائلة والانبعاثات البيئية.
- رفع المستوى الاقتصادي للجامعة من خلال تقليل استهلاك الطاقة والحفاظ على الموارد، واستخدام المواد الخام المتجددة، والإدارة البيئية الفعالة.
- تحقيق بيئة التعلم العادلة وتحسين السلامة العامة لجميع مستعملي الجامعة وبما يعطي فرصا للجميع في مجالات التدريس والبحوث والمشاركة.

٢-٣ تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيئية:

تقنية النانو من أهم التقنيات في الحاضر والمستقبل والاكثر اهمية في كل مجالات العلم، واستخدام تطبيقاتها (مواد النانو – اجهزة النانو) ودمجها بمواد البناء المستخدمة في الفراغات المفتوحة داخل الحرم الجامعي تحقق لنا مايتوجه إلية العالم باكمله وهو ترشيد الطاقة والمياه، ومعالجة تلوث البيئة، وتطوير وانتاج الطاقة لمحاولة الوصول الى الحرم الجامعي المستدام بالنانو تكنولوجي في جمهورية مصر العربية.

[1)] Velazquez, Luis; Nora Munguia; Alberto Platt;Jorge Taddei.(2006) Sustainable university: what can be the matter?. Journal of Cleaner Production.p811.

[2] Alshuwaikhat, Habib; Ismaila Abubakar.(2008). An integrated approach to achieving campus sustainability: assessment of the current campus environmental management practices. Journal of Cleaner Production.p1781

٣- دمج عناصر تنسيق الموقع بالنانو تكنولوجى في الجامعات المستدامة:

مستقبل الحرم الجامعي المستدام في ظل تكنولوجيا وإمكانية توفير الطاقة بإستخدام تطبيقاتها (مواد النانو – أجهزة النانو) داخل الحرم الجامعي في عناصر تنسيق الموقع للفراغات المفتوحة كبديل لعناصر الاستدامة التقليدية المستخدمة حاليا في التصميم الخارجي للفراغات المفتوحة، **وتتمثل تطبيقات تكنولوجيا النانو المستخدمة في الفراغات المفتوحة في كلا من "مواد النانو – أجهزة النانو" كالآتي:**[1]

٣-١ مواد النانو (مواد إنشائية وهيكلية – مواد النانو العازلة):

تعتمد عمارة النانو بالنسبة لمواد البناء على مواد طبيعية مطلية بأغشية النانو، ومواد مصطنعة، وأسطح النانو التفاعلية.

- مواد إنشائية وهيكلية:

١. **الخرسانة:** هي من أكثر المواد إنتاجا واستخداما في العالم، وبإضافة المواد النانوية إليها لرفع أداء الخرسانة يعطينا أداء أفضل للخرسانة، كالآتي:

- تطوير وتحسين أداء الخرسانة في مقاومة الشد الإجمالية المعاد تدويرها مع دمج (Nano-silica)، من خلال إضافة ٣% من النانو سيليكا في خليط الخرسانة يؤدي الى تعزيز قوة ضغط أعلى من الخرسانة التقليدية، ويتراوح تحسين الأداء عن المونة الاسمنتية العادية بنسبة ١٠% الى ٢٥ %.
- يساعد دمج ثاني أكسيد التيتانيوم النانو (TIO2) للخرسانة في تنقية الهواء بفضل عملية التحفيز الضوئي، وزيادة القوة وتقنيات التشكيل.
- تعمل الخرسانة الشفافة على تقليل استهلاك الطاقة للإنارة بتوفير أكبر قدر من الإضاءة الطبيعية.
- تؤدي إضافة ألياف الكربون الزجاجية للخرسانة إلى زيادة مقاومة الشد والضغط، وتتميز "بعدم تأثرها بالماء والرطوبة وأملاح البحر - وتكون عاكسة للحرارة - ولا تشتعل نهائياً - خفيفة الوزن - سهلة التنظيف وغير قابلة لتكاثر الحشرات ونمو الفطريات والمكروبات - ويمكن تلوينها بصبغات وألوان مختلفة.

٢. **الاحجار:** أضافة النانو للأحجار تحميها من (البقع والاملاح واصابة الحجر باملاح الكبريت - التفتت - مقاوم الامطار والدهون - مقاومة الاشعة فوق بنفسجية ومقاومة التغير فى درجات الحرارة - ومقاومة الرطوبة العالية والخدوش والكيماويات والمركبات العضوية) يتميز طلاء النانو ستون بانه صديق للبيئة وسهل التنظيف وطارد للمياه.

٣. **أنابيب النانو الكربونية:** عند إضافة أنابيب النانو الكربونية لمواد البناء والخرسانة (تحسن قوتها وقدرتها على مقاومة الصقيع، واللهب - وكذلك إضافة أنابيب النانو الكربونية الى الزجاج السائل تشتت الإشعاع الكهرومغناطيسي أعتمادا على أنايب النانو الكربونية متعددة الجدران).

تساهم أنابيب النانو الكربونية في مجالات تفيد بطرق مباشرة و غير مباشرة كـ (الخلاية الشمسية ، خزانات الوقود، الالياف والأنسجة، أجهزة الاستشعار، تخزين الطاقة، وتنقية المياه والهواء)، وذلك أعتمادا على أنابيب الكربون النانوية وحيدة الجدار.

- مواد النانو العازلة:

لميرا (ايروجيل): تمتاز مادة الإيروجيل بالشفافية العالية، وإنخفاض الكثافة حيث ٩٥% من حجمها من الهواء وتستخدم هذه المادة في تخزين الطاقة ونقلها، وتتميز بقدرتها العالية لنقل الكهرباء.

٣-٢ أجهزة النانو (الأضاءة – تنقية الهواء والمياه – توليد الطاقة – تخزين الطاقة):

- الأضاءة:

إضافة النانو للإضاءة أنتج (صمام ثنائي باعث للضوء - شاشة الصمام الثنائي العضوي الباعث للضوء - نقاط الكم الضوئية)، وتتميز بتوفير استهلاك الطاقة الكهربائية.

- تنقية الهواء والمياه:

١. **تنقية الهواء الخارجي والحماية من التلوث:** تقدم تقنية النانو كواشف ذات حساسية عالية جدا، وتسمى كواشف النانو، وتعتمد هذه التقنية على استخدام أنابيب النانو الكربونية "CNTs"، أو جسيمات البلاديوم النانوية " Palladium nanoparticles"، أو أسلاك النانو لأكسيد الزنك "zinc oxide nanowires،

[1] Fouad, F. (2012). Nanoarchitecture and Sustainability. Faculty of Engineering, University of Alexandria. P 56-57.

حيث تستطيع اكتشاف أي تلوث في الهواء بدقة متناهية جدا قد تصل الى حد اكتشاف بضعة جزيئات من الغازات، أو الأبخرة الملوثة.

٢. **تنقية التربة:** تساهم تكنولوجيا النانو بإستخدام المجسات النانوية على تنقية التربة، ولمراقبة جودة التربة، ولإزالة الملوثات.

- توليد الطاقة:

١. توفر تكنولوجيا النانو حلولا لأزمة الطاقة (الكهرباء، المياه) من خلال توفير استهلاك الطاقة، وإنتاجها، وتخزينها.

٢. ساهمت تكنولوجيا النانو في مجال توليد الطاقة عن طريق: (الطاقة الشمسية - مياه الامطار والندى - الحرارة والضوء - الاحتكاك - الثقل والأوزان - خلايا وقود مبتكرة).

- تخزين الطاقة:

١. **تخزين الكهرباء:** تطوير وتحسين وحدات تخزين الطاقة لتكون (خلايا وقود أكثر كفاءة تعتمد على الهيدروكربون - تحسين بطاريات ليثيوم وزيادة سعة تخزينها باستخدام أنابيب النانو الكربونية - يقلل من اعتمادنا على الوقود الأحفوري - خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون عند إنتاج الطاقة - تقليل هدر الطاقة الكامنة في مصدر الوقود الأصلي).

٢. **تخزين المياه:** ساهمت تكنولوجيا النانو في تطوير خزانات المياة النانوية التي تخزن المياه الرمادية (مياه الامطار والندى) في التربة، وتتم معالجتها داخل الخزانات، وتنقيتها بواسطة أغشية النانو.

- **البلاطات الذكية مولدة للطاقة "Sustainable Energy Floor" كنموذج تطبيقي اقتصادي لمسارات الحركة:**

  - **المكونات والتصنيع:**

- تسمي التقنية المستخدمة في البلاطات الذكية بـ"تقنية مولد الكهرباء النانوي الاحتكاكي" ويتم في هذا المولد تركيب مادتين لكل منهما مقدرة مختلفة على جذب الالكترونات في الأرضيات، وتعالج المواد كيميائياً بحيث تصبح أشد جذباً للإلكترونات أو نفوراً منها، وعندما يقف الفرد على الأرض تتصل المواد وتسري الشحنة الكهربائية بينهما وعندما ينفصل الاتصال عند رفع القدم عن الارض تتدفق الشحنة بالعكس عبر دائرة خارجية.
- وتصنع البلاطات الذكية على شكل ألواح يتم دمجها مع الألواح الشمسية وخلايا الطاقة لجمع الطاقة الناتجة عن تحويل الطاقة الحركية من خطوات الناس إلى كهرباء من خلال الحث الكهرومغناطيسي، كما موضح بالشكل رقم (٦-٧٦).

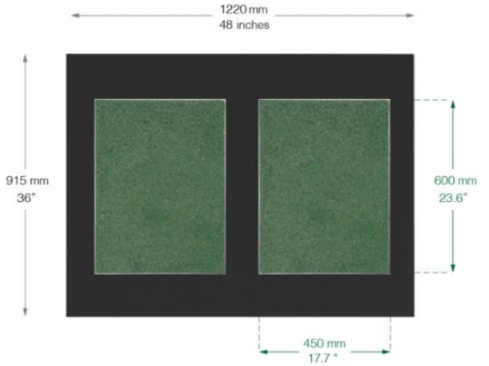
  - **المميزات:**

- تولد تيار كهربي وتوصل على بطاريات لتخزين الطاقة واستخدامها عند الحاجة اليها.

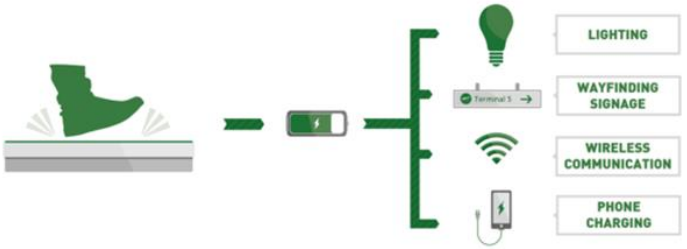
تتميز البلاطات الذكية بإمكانية إنتقال الطاقة التي تجمعها من لوحة إلى أخرى، وتكون قادرة على تحويلها إلى طاقة كهربائية نظيفة، مثل توفير الطاقة إلى أعمدة الإنارة المتصلة بها

  - **الاستخدام:**

- في "٢٠١٢" تم انشاء رصيف مبتكر بواسطة المصمم البريطاني لورانس كوك"-Laurence Kemball Cook"، وتتكون وحدة البلاط في الرصيف من ٤٥٠*٦٠٠ملم مع سماكة ٦٨ملم، وتصنع باستخدام ٨٠% مواد معاد تدويرها،كما موضح بالشكل رقم (١-١٠). وتستخدم ألياف سيليلوزية نانوية معالجة كيميائياً في عجينة الخشب لتولد شحنة كهربائية عند اتصالها بألياف نانوية غير معالجة، وتنتج ما يصل إلى ٨ واط من الطاقة الحركية التي يتم حصادها وتخزينها في بطاريات الليثيوم بوليمر، لتزويد الأنظمة القريبة بالطاقة مثل إنارة الشوارع وأجهزة الإنذار، كما موضح بالشكل رقم (١-١١)، (١-١٢).



شكل رقم (١-١٠): أبعاد وحدة "Pavegen".
Source:http://www.constructionmanagermagazine.com



شكل رقم (١-١٢): رسم توضيحي لطريقة توليد الطاقة بالبلاطات الذكية.
Source:
http://herbie.altervista.org/pavegen-tesla-pavimenti/

شكل رقم (١-١١): عملية تثبيت لبلاطات حصاد الطاقة "Pavegen" على خط النهاية لماراثون باريس ٢٠١٢.
Source:
https://envirotecmagazine.com

- تستخدم الأرضيات المولدة للطاقة في المناطق ذات كثافة الأفراد المرورية العالية مثل: ساحات التجمع، ومداخل الفراغات المفتوحة، والملاعب الرياضية، أي ان الملعب الممتلئ بـ ٨٠٠٠٠ متفرج قد يولد كهرباء تشغل ١٠٠ مصباح انارة ملاعب شديدة السطوع عند كل ضغطة قدم.
- وفي لندن عام ٢٠١٢، تم تركيب ١٢ بلاطه في مداخل الحديقة الأولمبية التي تم الدوس بأكثر من ١٢ مليون نسمة، ولمدة ساعة واحدة أنار ٥٠٪ من الساحة الرياضية وتولد ما يكفي لشحن ١٠٠٠٠ قوة للمحول.
- وكذلك وضعت البلاطات الذكية في الملاعب الرياضية في البرازيل، ويتم إضاءة الملعب من خلال نشاط لاعبي كرة القدم، ليصبح لأول مرة كرة القدم مضاءة بالطاقة المنتجة من قبل اللاعبين أنفسهم، من خلال وضع ٢٠٠ لوح تحت العشب لالتقاط الطاقة، تعمل جنبا إلى جنب مع الألواح الشمسية المثبتة حول الملعب، وتتم تغذية الكهرباء للأضواء عبر نظام كابلات، وإلقاء الضوء على أرض الملعب.[١]

ثانياً: الدراسة التطبيقية:

"الجامعة الأمريكية بالقاهرة الجديدة" "American University campus in New Cairo"		
المالك	الجامعة الأمريكية بالقاهرة	
الموقع	التجمع الخامس ـ القاهرة	
الانشاء	٢٠٠٢ ـ ٢٠٠٨	
تصميم	Sasaki Associates Watertown, Massachusetts, USA وتم تصميم الموقع العام من قبل Carol R.Johnson Associates وقام بالتنفيذ شركة سامسونج وسامكريت مصر	
المواد المستدامة المستخدمة	استخدام مواد البناء المحلية (مواد قابلة لإعادة الاستخدام وقابلة للتحلل) مثل: الأحجار الرملية التي تتميز بجودة العزل الحراري.	

[1] http://www.constructionmanagermagazine.com/news/pavegen-pri1ce-dro4p-energy-gen8erating-smart/ Accessed (7-7-2020)

معايير الاستدامة	**الموقع: عدم التأثير السلبي على الموقع، ويتم الاعتناء بالنباتات المحلية داخل الموقع.** **كفاءة المواد: أستخدام مواد البناء المحلية من الأحجار الرملية، والاخشاب الطبيعية.** **كفاءة المياه: لم يتم الاستفادة من تجميع مياه الامطار، يتم معالجة مياه الصرف الصحي لاستخدامها في الري، تقليل استهلاك المياه في المنشئات التكميلية والبيئة الخارجية.** **كفاءة الطاقة: الطاقة الشمسية، مولدات كهربائية تعمل بالغاز الطبيعي.** **كفاءة البيئة الداخلية: الاضاءة الطبيعية الغير مباشرة، التهوية الطبيعية، التبريد بواسطة الغاز الطبيعي، تقليل الجزر الحرارية، التشجير والتظليل للممرات، تكثيف المسطحات الخضراء والتشجير لتجميع الهواء البارد ليلا وتهوية الحرم الجامعي اثناء النهار.** **كفاءة النقل والمواصلات: توفير خدمة الدراجات، تم عزل حركة المشاه عن حركة خدمة السيارات، استخدام النقل العام لتقليل من ازدحام السيارات.** **إدارة النفايات: استخدام محطات فرز للنفايات لإعادة تدويرها، ويتم تدويرالنفايات العضوية كسماد للزراعة داخل الحرم الجامعي.**

١- أسباب اختيار عينة الدراسة:

تم اختيار عينة تحقق المعايير الأساسية التالية، والتي تتحقق بها أهداف الدراسة:

- اختيار نموذج ناجح في التكامل بين الجوانب المادية والإنسانية حيث نجح في إيجاد بيئة تعليمية متكاملة بمكوناتها المادية والمعنوية.
- اختيار نموذج الجامعة الامريكية كنموذج تطبيقي ناجح، وله دور كبير في إبتكار الجديد في مجال العمارة المستدامة.
- اختيار المشروع ذات التوجه البيئي يظهر تأثير استدامة مسارات الحركة على تحقيق معايير الكفاءة في الطاقة والملائمة البيئية.
- اختيار عينة الدراسة من المشروعات المحلية والتي كان لها شهرة كبيرة على المستوى المحلي.

٢- استراتيجيات البناء لتحقيق الاستدامة:[١]

- تم تصميم الحرم الجامعي على الطراز المعماري الإسلامي، وطبقا لوظيفته ولتلبية الاحتياجات واستهلاك المواد من خلال توظيف العديد من المفردات والعناصر المعمارية المستدامة في تصميم الفراغات المفتوحة، كالاتي:

٢-١ تخطيط وتصميم الموقع العام:

- ✓ تم اختيار الموقع الذكي للجامعة مستهدف للتطوير بعيدا عن المحميات الطبيعية والمسطحات المائية والمنحدرات والميول الحادة.
- ✓ تم مراعاة تحقيق الترابط والتكامل من خلال المحور الرئيسي الذي يجمع بين الفراغات المفتوحة والمباني المحيطة، وتم تخصيص ساحات كبيرة لانتظار السيارات في منطقة مظللة بالأشجار وجعل منطقة الحرم الجامعي لحركة المشاه فقط خالية بالكامل من مرور السيارات داخلها، ولتوصيل الإمدادات داخل الحرم للخدمات الداخلية تم عمل نفق بطول ١,٦٠ كيلومتر ويمر به كافة الشبكات والبنية التحتية، شكل (٢-١)، (٢-٢).
- ✓ تم مراعاة الاراضي والمواقع المجاورة وعدم التأثير السلبي عليها.
- ✓ تم الاعتناء بالنباتات المحلية داخل الموقع.
- ✓ تم توفير شبكة من الممرات الامنة للدرجات مصحوبة باماكن انتظار،[٢] شكل (٢-٣).
- ✓ توفير اماكن انتظار للسيارات الخاصة وحافلات نقل الطلاب، شكل (٢-٤).

---

[١] م.سيد مرعي منصور ناجي،٢٠١٠م ، نحو منظومة متكاملة لتطوير استخدام مواد البناء كمدخل لتحقيق العمارة المستدامة في مصر، القاهرة، رسالة ماجستير، جامعة حلوان، مصر، ص١٩٢، ١٩٣، ١٩٤، ١٩٥.

[2] Tutwiler, Richard et al. (2013). Our Carbon Footprint. The American university in Cairo. Egypt.p 3,4.

شكل (٢-١): رسم توضيحي للحرم الجامعي موضح به الفراغات المفتوحة وعلاقتها بالمباني المحيطة والممرات ومسارات الحركة داخل الموقع العام للجامعة الأمريكية

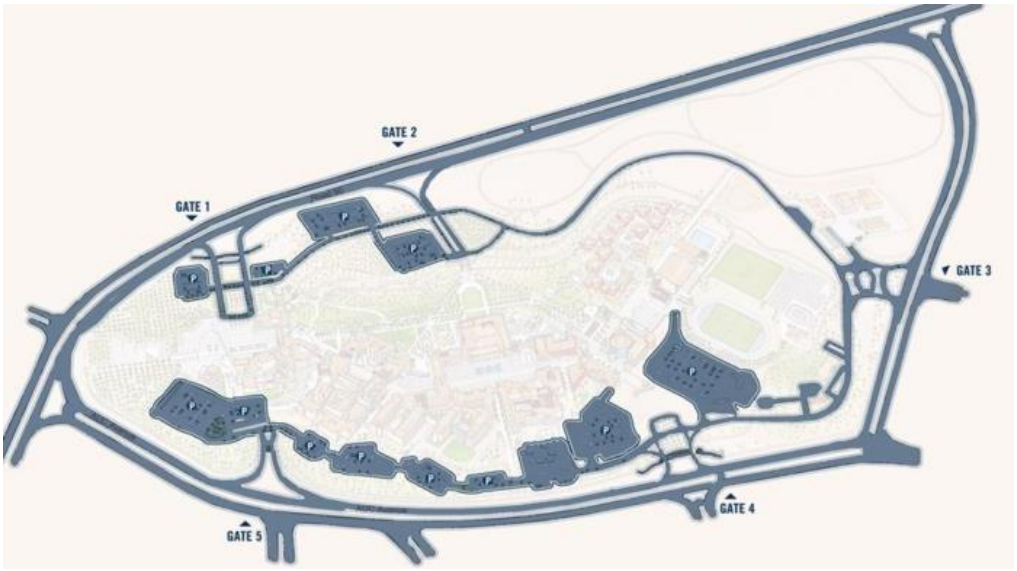
Source: https://www.sasaki.com/projects/the-american-university-in-cairo-new-campus

شكل (٢-٢): رسم توضيحي لطريق المشاه الرئيسي وحدود الحرم الجامعي للجامعة الأمريكية.

Source: https://www.sasaki.com/projects/the-american-university-in-cairo-new-campus

شكل (٢-٣): رسم توضيحي لشبكة مسارات المشاه والدراجات ومواقف الدراجات داخل الحرم الجامعي للجامعة الأمريكية

Source: https://cdn-map1.nucloud.com/nucloudmap/index.html?map=40



شكل (٢-٤): رسم توضيحي لشبكة طرق السيارات وحافلات نقل الطلاب واماكن الانتظار بالحرم الجامعي للجامعة الأمريكية

Source: https://cdn-map1.nucloud.com/nucloudmap/index.html?map=40

٢-٢ المفردات والعناصر المعمارية المستدامة:

تم استبدال المنتجات الاصطناعية المعروفة مع المواد والعناصر المعمارية الأصيلة المحلية والبيولوجية القابلة لإعادة الاستخدام، كالآتي:

- **أولا: الطاقة:**
  - ✓ استخدام أساليب التصميم الشمسي السالبة وتوظيفها، واختيار مواد بناء من الأحجار الطبيعية في إنشاء معظم ممرات المشاه بالحرم الجامعي لما لها من خصائص بيئية موفرة للطاقة تصل لنسبة ٥٠%، شكل (٢-٥).

شكل (٢-٥): استخدام الاحجار المحلية في ممرات المشاه والمنحدرات للربط بين الفراغات المفتوحة داخل الحرم الجامعي.
المصدر: بتصرف الباحثة
http://www.wikiwand.com/ar/الجامعة_الأمريكية_بالقاهرة

- **ثانيا: المياه:**

✓ استخدام النوافير في ممرات المشاه والساحات بالحرم الجامعي للعمل على تخفيف الأحمال الحرارية للهواء المار فوقها، شكل (٢-٦).

شكل (٢-٦): استخدام النوافير في ممرات الحركة بالفراغات المفتوحة داخل الحرم الجامعي للعمل على تخفيف الأحمال الحرارية للهواء المار فوقها.
Source: https://www.aucegypt.edu

- **ثالثا: التهوية:**

✓ يوفر تصميم الحرم الجامعي دوران الهواء حول وداخل المباني مارا بالفراغات المفتوحة بصفة مستمرة لتغذية الممرات بالتهوية الطبيعية، شكل (٢-٧).

شكل (٢-٧): طريقة التهوية للممرات بالفراغات المفتوحة بواسطة طريقة تصميم الحرم الجامعي.
Source: https://www.aucegypt.edu

✓ يوفر تظليل الافنية ومسارات المشاة بالجسور الخيامية الرابطة بين كتل المباني لخلق فروق في الحرارة وتعمل على دوران الهواء حول وداخل الفراغت بصفة مستمرة لتغذيته بالتهوية الطبيعية، شكل (٢-٨).

شكل (٢-٨): صور لطرق مختلفة لتظليل ممرات المشاه.
Source: https://www.aucegypt.edu

✓ كما يتم تبريد وتخفيف الاحمال الحرارية للهواء المار فوق النوافير المتوفره في الممرات والساحات داخل الحرم الجامعي، شكل (٢-٩).

شكل (٢-٩): استخدام النوافير في الفراغات المفتوحة داخل الحرم الجامعي للعمل على تخفيف الأحمال الحرارية لممرات الحركة من خلال الهواء المار فوقها.
Source: https://www.aucegypt.edu

- **رابعا: الاضاءة:**

✓ يتوفر في الحرم الجامعي الإضاءة الطبيعية نهارا، وفي الممرات يتوفر بها الاضاءة السالبة بواسطة استخدام الاسقف الخشبية المفرغة للحماية من أشعة الشمس المباشرة، شكل (٢-١٠).

✓ اما بالنسبة للاضاءة الصناعية ليلا: شكل (٢-١١)

- تصميم وتوزيع وحدات الانارة ذات الكفاءة العالية من نوع فلورسنت (T5&T8) مطابقة للمواصفات العالمية.
- مصابيح LED الكهربائية والتي تستهلك كميات أقل من الكهرباء عن المصابيح العادية تصل إلى ١٠ سنوات.

شكل (٢-١٠): الاضاءة السالبة نهرارا للحماية من اشعة الشمس المباشرة على ممرات الحركة.
Source: https://www.aucegypt.edu

شكل (٢-١١): استخدام وحدات الاضاءة في السلالم وحول الاعمدة للاضاءة الليلية للمرات.
Source: https://www.aucegypt.edu

٣- نتائج تحليل بيانات مشروع "الجامعة الأمريكية بالقاهرة الجديدة ":

جدول (٢-١): استنباط العناصر المؤثرة على تحقيق استدامة مسارات الحركة في الفراغات المفتوحة

عناصر الاستدامة	مواد البناء المستخدمة							الادوات والاجهزة المستخدمة			
	المواد الانشائية والهيكلية				مواد الاكساء						
	خرسانة	المعادن الصلب	الأخشاب	الأحجار	الالمونيوم	الجرانيت والرخام	النباتات	مواد اخرى	الأضاءة	تنقية الهواء	تنقية المياه	ترشيد الطاقة
	●	–	–	●	–	●	●	○	●	–	–	●

تحقيق معايير الاستدامة	استدامة الموقع	كفاءة الاستدامة في الطاقة	كفاءة المواد والموارد	الحد من التلوث	كفاءة المياه	كفاءة البيئة الخارجية
	- مكافحة تلوث الهواء. - عدم التأثير السلبي على الموقع. - تقليل اصدار الكربون. - تحقيق الترابط والتكامل من خلال المحور الرئيسي الذي يجمع بين الفراغات المفتوحة والمباني المحيطة، وتحقيق التوافق مع البيئة.	- استخام مواد محلية لتحقيق كفاءة في الطاقة ولترشيد الاستهلاك. - توفير في طاقة الاضاءة. - توفير الفقدان الحراري.	- استخدام مواد محلية والمواد الطبيعية المتجددة. - تنوع المواد المستخدمة بين طوب اسمنتي محلي، والأحجار الطبيعية.	- استبدال المواد الصناعية التقليدية مع المواد البيولوجية قابلة لإعادة الاستخدام .	- نظرا لتوفر عنصر المياه بشكل نافورة استخدمت في تبريد الهواء المار فوقها لتخفيف الاحمال الحرارية في ممرات المشاه.	- الاضاءة الطبيعية الغير مباشرة. - التهوية الطبيعية. - تقليل الجزر الحرارية بواسطة النوافير. - التشجير والتظليل للممرات. - تكثيف المسطحات الخضراء والتشجير لتجميع الهواء البارد ليلا وتهوية الحرم الجامعي اثناء النهار.

تأثير الاستدامة على النظام الانشائي واعاصر تنبية	الهيكل الإنشائي	الغلاف الخارجي	البيئة الداخلية
	- اعتمدت الهياكل الانشائية على مواد مستدامة قابلة لاعادة الاستخدام والتدوير.	- توظيف مواد البناء المحلية مع البيئة المحيطة وتحقيق العزل الحراري.	- استخدام المشربيات المخرمة للحماية من اشعة الشمس المباشرة في المحاور الرئيسية الرابطة بين كتل المباني.

النتائج

- **نستنتج ان الحرم الجامعي للجامعة الامريكية محل الدراسة يحقق الاتى:**

✓ الاستدامة البيئية معتمدا على استغلال المواد المحلية وقدرتها على التشكيل والتدوير واعادة الاستخدام وتعدد وظائفها.

✓ انخفاض استهلاك الطاقة معتمدا على (مواد البناء المحلية –تصميم الفراغات المفتوحة وعلاقتها بكتل المباني المحيطة).

❖ **وللتأكيد على إشكالية البحث بالنسبة للواقع المحلي نستنتج نقاط الضعف كالاتى:**

✓ لا يتم الاستفادة من مياة الامطاروا تجميعها.
✓ لا يتم اسخدام الخلاية الشمسية لتوفير الطاقة.
✓ عدم استغلال ممرات المشاه وشبكة ممرات الدراجات لتوليد وتوفير الطاقة.

دلالات الرموز: (–) غير مستخدم (●) مستخدم ومؤثر (○) مستخدم وغير مؤثر

جدول (٢-١): استنباط العناصر المؤثرة على تحقيق استدامة مسارات الحركة في الفراغات المفتوحة.
المصدر: الباحثة

- ومن خلال ماتم استعراضه في الجدول للوضع القائم لاستدامة ممرات الحركة في الحرم الجامعي للجامعة الامريكية بالقاهرة الجديدة بواسطة عناصر الاستدامة التقليدية المستخدمة، تم التأكيد على إشكالية البحث بالنسبة للواقع المحلي واستنتاج نقاط الضعف، وبالرغم من تحقيق مسارات الحركة داخل الحرم الجامعي لمعايير الاستدامة البيئية التي تم تحليلها، الا انها تحتاج الى التطوير واضافات ترفع من كفائتها لكي تحقق جدوى بيئية تنافسية بتحويل نقاط الضعف الى نقاط ايجابية قوية، وذلك عن طريق وضع مقترح تصميمي لتطوير الوضع الراهن لمسارات الحركة داخل الحرم الجامعي من خلال تطبيق تقنية النانو تكنولوجي كبديل لعناصر الاستدامة التقليدية المستخدمة حاليا.

٤- وضع مقترح تصميمي:

يهدف المقترح التصميمي شكل (٢-١٢)، الى ايجاد مجموعة من الحلول المعمارية من خلال إستغلال إمكانات تطبيقات النانو (مواد النانو، أجهزة النانو) وتوظيفها للوصول لنموذج حرم جامعي متكامل بيئيا، واقتصاديا، ويتم من خلالها ايجاد حلول لمشاكل الطاقة (الكهرباء، المياه) التي تواجهها الدولة محل الدراسة (جمهورية مصر العربية).

- **وسوف يتمتع نموذج الحرم الجامعي (للجامعة الامريكية محل الدراسة) بعدة مميزات ومنها:**

أولا: الطاقة:

- ✓ إنتاج وتخزين الكهرباء من (الطاقة الشمسية، قطرات المياه، طاقة الخطى والاحتكاك).
- ✓ الاكتفاء الذاتي من الطاقة والاستغناء عن محطات توليد الطاقة.
- ✓ الإعتماد على الطاقة الجديدة والمتجددة.
- ✓ توفير الطاقة المستهلكه في الاضاءة، والتهوية، والتبريد، والتنظيف.

ثانيا: البيئة:

- ✓ تقليل وانعدام إصدار ثاني اكسيد الكربون.
- ✓ التفاعل مع البيئة المحيطة.
- ✓ مكافحة التلوث وتنقية الهواء.

ثالثا: المياه:

- ✓ إنتاج وتخزين الكهرباء من (مياه الامطار، وقطرات الندى، ومياه الري).
- ✓ إعادة تدوير وتخزين مياه الامطار.

شكل (٢-١٢): طرق معالجة مسارات الحركة والانتظار بـ (مواد النانو- اجهزة النانو) بالحرم الجامعي للجامعة الامريكية في القاهرة الجديدة.

المصدر: الباحثة

١- استخدام ألواح V3تحت العشب لتوليد الطاقة من الخلال نشاط لاعبي الكرة (طاقة الخطى)).
٢- استخدام بلاطات خرسانية ذاتية التنظيف لتبليط ممرات المشاه لتنقية الهواء ومكافحة التلوث بواسطة المحفزات الضوئية النانوية "TIO2" وبمساعدة الأشعة الشمسية.
٣- استخدام البلاطات الذكية في الطرق بحيث تقوم أجهزة كهربية اجهادية بحصاد طاقة الذبذبات لحركة السير للسيرات باستخدام كريستال اجهادي موضوع تحت طبقة الاسفلت،وتولد الطاقة (تيار كهربائي) عند سير السيارات عليها، وتتم الاضاءة بوضع وحدات اضاءة LED الموفرة.
٤- استخدام البلاطات الذكية "تقنية مولد الكهرباء النانوي الاحتكاكي" في مسارات الدراجات لحصاد طاقة الحركة وتحويلها لتيار كهربائي عند سير الدراجات عليها، وتخزينها في بطاريات النانو واستخدامها في الاضاءة .
٥- استخدام وحدات الاضاءة بحساسات النانو في الساحات لخلق فراغات تفاعلية مع مستخدميها لتوليد الطاقة بواسطة البلاطات الذكية.
٦- اعادة تدوير مياه الامطار في خزانات نانوية واعادة استخدامها في تنظيف أماكن انتظار السيارات باستمرار.
٧- استخدام الخرسانة الشفافة الباعثة للضوء مع مصابيح LED في تصميم جداريات جمالية واحواض الزهور ولعمل تشكيلات في ارضيات ممر المشاه ولتحديد الاتجاه.

٥- استراتيجيات التصميم لتحقيق الاستدامة بالمقترح التصميمي:

ان الهدف الاساسي للبحث هو الوصول الى حرم جامعي صديق للبيئة بواسطة التكنولوجيا المتطورة "النانو تكنولوجي" ونستعرض فيما يلي مدى تحقيق النموذج لمعايير الاستدامة التي اتفقت عليها مؤسسات تقييم البناء المستدام كما ذكر مسبقا ، كالآتي:

أولا: استدامة الموقع:

- ✓ تنقية الهواء للبيئة الخارجية.
- ✓ مكافحة التلوث.
- ✓ الاكتفاء الذاتي من الطاقة.
- ✓ تقليل انبعاث الكربون.
- ✓ عدم التاثير السلبي على الموقع والبيئة المحيطة.

ثانيا: كفاءة الطاقة:

تعتمد مسارات الحركة داخل الحرم الجامعي على الطاقة (الشمسية، الاحتكاك والضغط، الامطار) لتحقيق الاكتفاء الذاتي من الكهرباء بواسطة تكنولوجيا النانو، كالاتي:

- ✓ توفر البلاطات الذكية الطاقة الكافية للوظائف الحيوية داخل الحرم الجامعي من اضاءة عن طريق وحدات غلاف النانو التي تعتمد على الطاقة الشمسية المتجددة، وتجميع وتخزين مياه الامطار.
- ✓ توفير الطاقة المستهلكة في عملية الصيانة بإحتواء الارضيات على طلاء من الجسيمات النانوية التي تجعل الاسطح ذاتية التنظيف من خلال تشتت مياه الأمطار تحت الأوساخ على السطح الخارجي وتركها نظيفة.
- ✓ توفير الطاقة المستهلكة في تنقية وتنظيف الهواء عن طريق عملية كميائية تسمى "التحفيز الضوئي Photo catalyst".
- ✓ تخزين الطاقة باستخدام بطاريات النانو الشمسية.
- ✓ توليد الطاقة من من خلال وضع المواد الكهروإجهادية لتوليد تيارا كهربائيا من وزن الطلاب.
- ✓ توليد الطاقة من قطرات الندى والامطار بواسطة استخدام الخلايا الشمسية الرقيقة (الاغشية الرقيقه).
- ✓ توفير الطاقة المستهلكة في الاضاءة عن طريق استخدام الخلايا الضوئية الرقيقة (شاشة الصمام الثنائي العضوي الباعث للضوء OLED، والصمام الثنائي الباعث للضوء LED) للاضاءة الليلية، وتوفر أضاءه متوهجة متفاوتة في الشدة وفقا لكميات الطاقة الشمسية (الأشعة فوق بنفسجية) التي تم جمعها بواسطة خلايا النانو الشمسية المرنة أثناء النهار.
- ✓ توفير الطاقة المستهلكة في الاضاءة حيث يتم اضاءة الانوار عند الحاجة اليها فقط بواسطة استخدام تقنية الميكرو نانو إليكتروميكانيكي.

ثالثا: كفاءة المياه:

- ✓ تخزين وتجميع مياه الأمطار وتخزينها في خزانات النانو الارضية حيث يتم ترشيحها وتنظيفها وتبخيرها واعادة استخدامها من قبل: نظام الري للمسطحات الخضراء، وفي تنظيف اماكن انتظار السيارات.
- ✓ كما تعمل نقاط تجميع مياه الامطار والنوافير على تخفيف الأحمال الحرارية للهواء المار فوقها.
- ✓ الارضيات ذاتية التنظيف، مما يقلل اعمال التنظيف ويقلل من استهلاك المياه.

رابعا: كفاءة المواد والموارد:

يعتمد المقترح على استخدام مواد بناء النانو واجهزة النانو صديقة البيئة فهي تتميز بانها:

- ✓ مواد موفره للطاقة.
- ✓ مواد قابلة لاعادة الاستخدام والتدوير.
- ✓ مواد غير ملوثة للبيئة اثناء عملية التصنيع والتشغيل.

خامسا: كفاءة البيئة المحيطة:

- ✓ ساحات ذاتية التنظيف.
- ✓ تنقية الهواء الخارجي المحيط بعناصر تنسيق الموقع للحرم الجامعي.
- ✓ توفر فراغات تفاعلية مع مستخدميها لتوليد الطاقة.

٦- طرق معالجة المقترح التصميمي بتطبيقات النانو تكنولوجي:

جدول رقم (٢-٢): تكنولوجيا النانو المستخدمة (المقترح التصميمي) بالفراغات المفتوحة في الحرم الجامعي للجامعة الامريكية بالقاهرة الجديدة

	العنصر	طريقة المعالجة بالنانو تكنولوجي في الموقع
Nano Material – مواد النانو	الارضيات	- استخدام الخرسانة الشفافة في ممرات المشاه في اضائتها وتحديد مسار الحركة بالطاقة الشمسية، وكغرض جمالي. - استخدام بلاطات خرسانية ذاتية التنظيف لتبليط ممرات المشاه لتنقية الهواء ومكافحة التلوث بواسطة المحفزات الضوئية النانوية "TIO2" وبمساعدة الأشعة الشمسية. - استخدام الخرسانة الشفافة في تحديد مداخل الفراغات المفتوحة كعناصر جمالية وفي التشكيل على الارضات لتقسيم الساحات الكبيرة. - استخدام حساسات في المسطحات الخضراء لتقنين استخدام المياه.
Nan Device – اجهزة النانو	الاضاءة	- استخدام الخرسانة الشفافة الباعثة للضوء مع مصابيح LED في تصميم جداريات جمالية واحواض الزهور ولعمل تشكيلات في ارضيات ممر المشاه ولتحديد الاتجاه. - استخدام وحدات اضاءة LED لاضاءة طرق السيارات بواسطة خلايا النانو الشمسية الرقيقة المنتجة للطاقة في جميع الاحوال الجوية (الطاقة الشمسية، الامطار والندى). - استخدام مصابيح بيولامب (الطحالب الممزوجة بالماء) على جانبي المداخل الرئيسية للجامعة لتنقية الهواء وانتاج الوقود الحيوي وتخزينه لحين استخدامة في الاضاءة. - استخدام تقنية الميكرو نانو إليكتروميكانيكي في الاضاءة حيث يتم اضاءة الانوار عند الحاجة اليها فقط. - استخدام خلايا حساسة للضوء والحرارة على اسطح عناصر تنسيق الموقع التي تحول الاشعة تحت حمراء المتوفرة ليلا لالكترونات تسمح بإظهار الصور من خلالها واضائتها.
	الارضيات (الملاعب- الطرق الرئيسية للسيارات- مسارات الدراجات)	- استخدام البلاطات الذكية في الطرق بحيث تقوم أجهزة كهربية اجهادية بحصاد طاقة الذبذبات لحركة السير للسيرات باستخدام كريستال اجهادي موضوع تحت طبقة الاسفلت،وتولد الطاقة (تيار كهربائي) عند سير السيارات عليها، وتتم الاضاءة بوضع وحدات اضاءة LED الموفرة. - استخدام البلاطات الذكية "تقنية مولد الكهرباء النانوي الاحتكاكي" في مسارات الدراجات لحصاد طاقة الحركة وتحويلها لتيار كهربائي عند سير الدراجات عليها،

		وتخزينها في بطاريات النانو واستخدامها في الاضاءة . - استخدام ألواح V3 تحت العشب في الملاعب الرياضية لتوليد الطاقة من الخلال نشاط لاعبي الكرة والانشطة الرياضية (طاقة الخطى).

نموذج جدول (٢-٢): التقنية المستخدمة في الفراغات المفتوحة للجامعة الامريكية وطرق معالجة عناصر تنسيق الموقع بالنونو تكنولوجي كمقترح تصميمي.
المصدر: الباحثة

جدول (٢-٣): كفاءة أستخدام وتوظيف تطبيقات النانو لتحقيق معايير الاستدامة

تطبيقات تكنولوجيا النانو في مسارات الحركة بالمقترح التصميمي للحرم الجامعي للجامعة الامريكية بالقاهرة الجديدة			تحقيق النموذج لمعايير الاستدامة بالنانو تكنولوجي						تطبيقات النانو في المكونات الاساسية	
			استدامة الموقع	كفاءة الاستدامة في الطاقة	كفاءة الموارد والمواد	الحد من التلوث	كفاءة المياه	كفاءة البيئة الخارجية	الهيكل الإنشائي	الغلاف الخارجي
مواد النانو	المواد الانشائية والهيكلية	خرسانة	●	●	●	●	●	●	●	●
		الأحجار	●	●	●	●	●	●	●	●
		أنابيب النانو الكربونية	●	●	●	●	●	●	●	○
	مادة إيروجيل		–	–	–	–	–	–	–	–
اجهزة النانو	الأضاءة		●	●	●	○	○	●	○	●
	تنقية الهواء		●	●	●	●	○	●	○	●
	تنقية المياه		●	●	●	●	●	●	○	●
	توليد الطاقة		●	●	●	○	●	●	●	●
	تخزين الطاقة		●	●	●	○	●	●	●	●
اجمالي النسب المئوية			١٢ %	%٣٠	١٥ %	١٠ %	%٩	%١٥	%٩٠	%٨٥
النتائج			✓ نجاح توظيف تطبيقات النانو بتحقيق ٩١% من معايير الاستدامة. ✓ توفر تطبيقات النانو بنسبة ٨٥% في مسارات الحركة. ✓ الحرم الجامعي هو اندماج لـ (تكنولوجيا النانو مع العمارة الخضراء) "عمارة النانو الخضراء للمستقبل". ✓ اعتمدت مسارات الحركة الفراغات المفتوحة (الحرم الجامعي) على تكنولوجيا النانو (مواد النانو، اجهزة النانو) لتحقق الاستدامة من خلال مجموعة من الاستراتيجيات لاستغلال المواد وقدرتها على التشكيل وتعدد وظائفها الحيوية. ✓ الاعتماد على الغلاف الخارجي لمسارات الحركة لتحقيق اغلب استراتيجيات توفير وتوليد الطاقة. ✓ الاكتفاء الذاتي من الطاقة والاستغناء عن محطات توليد الكهرباء.							

دلالات الرموز: (–) غير مستخدم (●) مستخدم ومؤثر (○) مستخدم وغير مؤثر

جدول (٢-٣): كفاءة أستخدام وتوظيف تطبيقات النانو لتحقيق معايير الاستدامة.
المصدر: الباحثة

الخـــــلاصة (جميع تطبيقات النانو المستخدمة بالنموذج محل الدراسة) تحقق الآتي:

- أولا بالنسبة لمواد النانو المستخدمة بالنموذج محل الدراسة:
  - ✓ ان معدل أستخدام كلا من (أنابيب النانو الكربونية) تحقق أعلى نسبة من حيث الاستخدام، ويأتي من بعدها (الأحجار)، ويليهم (الخرسانة)، بينما هناك عدة مواد لم يتم الاستعانة بها مثل (مادة إيروجيل).
- ثانيا بالنسبة لاجهزة النانو المستخدمة بالنموذج محل الدراسة:
  - ✓ ان معدل استخدام كلا من (الاضاءة) تحقق أعلى نسبة استخدام بحيث تم أستخدامها بشكل اساسي، ويليها (تخزين الطاقة، وتوليد الطاقة، وتنقية الهواء) تم أستخدامهم في النموذج محل الدراسة بنسبة كبيرة بحيث تجعلها نماذج مكتفية ذاتيا بالطاقة ومعالجة للبيئة المحيطة بها، وتحقق اجهزة تنقية المياه أقل نسبة أستخدام بالأمثلة.

ثالثا: النتائج والتوصيات العامة:

١- النتائج:

- الحرم الجامعي هو اندماج لـ (تكنولوجيا النانو مع العمارة الخضراء) "عمارة النانو الخضراء للمستقبل".
- اعتمدت عناصر تنسيق الموقع في النموذج التخيلي للحرم الجامعي على تكنولوجيا النانو (مواد النانو، اجهزة النانو) لتحقق الاستدامة من خلال مجموعة من الاستراتيجيات لاستغلال المواد وقدرتها على التشكيل وتعدد وظائفها الحيوية.
- تحسين وإزالة التلوث البيئي والقدرة على معالجة وتنظيف الاسطح الخارجية.
- عززت عمارة النانو عناصر تنسيق الموقع من خلال التفاعل مع المستويات المختلفة من الذكاء فتحول الاسطح الى أسطح تفاعلية ونظام ديناميكي يتكيف مع احتياجات البيئة المحيطة والمستخدمين للعنصر.
- الاكتفاء الذاتي من الطاقة والاستغناء عن محطات توليد الكهرباء.
- تحقيق منظومة (ترشيد وتوليد الطاقة، ترشيد المياه، كفاءة البيئة المحيطة ومكافحة التلوث البيئي (تنقية الهواء)) في النموذج التخيلي من خلال توظيف تطبيقات النانو في مسارات الحركة داخل الحرم الجامعي.
- سجلت إحصاءات الدراسة أن تطبيقات النانو تساهم بشكل أساسي في كفاءة توليد وترشيد الطاقة للفراغات المفتوحة من خلال توظيفها في مسارات الحركة المكونة للفراغ بنسبة ١٠٠% - وكفاءة إستخدام المواد والموارد بنسبة ١٠٠% - وكفاءة الحد من التلوث وإعادة التدوير بنسبة ٦٢,٥% - وكفاءة إستدامة الموقع بنسبة ١٠٠% - وكفاءة المياه بنسبة ٧٥% - وكفاءة البيئة الخارجية بنسبة ١٠٠%.
- سجلت إحصاءات الدراسة أن تطبيقات النانو تساهم بشكل أساسي في كفاءة توليد وترشيد الطاقة للفراغات المفتوحة من خلال توظيفها في الغلاف الخارجي المكون الاساسي لمسارات الحركة بالفراغ بنسبة ٨٥% - الهيكل الإنشائي ٩٠%.

٢- التوصيات:

خلصت الدراسة لعدد من التوصيات التي تساهم في تطوير استخدام تطبيقات النانو لرفع كفاءة مسارات الحركة بالموقع والقيمة المضافة من أستخدام مواد النانو وأجهزة النانو لتحقيق منظومة مستدامة متكاملة للفراغات المفتوحة بالجامعات في مصر، ويمكن توضيحها كالتالى:

- يقترح البحث توجيه البُعد الاستدامي لاستدامة مسارات الحركة داخل الحرم الجامعي بواسطة تقنية النانو تكنولوجي.
- إستخدام منظومة مواد وأجهزة النانو في ترشيد إستهلاك وإنتاج الطاقة بالجامعات.
- إستخدام تطبيقات النانو في إعادة تأهيل مسارات الحركة بالجامعات القائمة لرفع كفائتها وتعظيم دورها في تحسين كفاءة منظومة الطاقة وتقليل الدعم الحكومي لها.
- يوصي الباحث الى تنفيذ المقترح التصميمي في الجامعة الامريكية للاستفادة منه وتحويله من بحث نظري الى مشروع تطبيقي وعند نجاحة يمكن الاستفادة منه في عدة جامعات أخرى.

توصيات على مستوى الجامعة والدراسات الاكاديمية المستقبلية:

- ضرورة زيادة الوعي من المتخصصين في مجال العمارة بإمكانية تطبيق تكنولوجيا النانو بالجامعات من خلال المؤتمرات والندوات والمحاضرات والتي تساعد في التعرف على فوائدها في مجالات الطاقة والبيئة والاقتصاد وأنه يساعد على تحقيق مبادئ الاستدامة.
- ضرورة تشجيع التوجه المحلي للجامعات المستدامة بيتقنية النانو التي تحافظ على البيئة وتعمل على:

- ✓ زيادة كفاءة أداء مسارات الحركة داخل الحرم الجامعي.
- ✓ تحسين وإزالة التلوث البيئي(المعالجة البيئية).
- ✓ ترشيد وإنتاج الكهرباء وتحقيق الإكتفاء الذاتي من الطاقة
- ✓ سد احتياج الجامعة من الطاقة وتوريد وبيع الفائض عن احتياجها لمحطات الكهرباء.
- ✓ خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون عند إنتاج الطاقة.
- ✓ تحسن من البيئة الخارجية في الفراغات العمرانية المحيطة.

- تدريس علوم تكنولوجيا النانو بالجامعات مع وجود منظومة معامل النانو وتوفير مناطق تدريب مفتوحة لطلاب الجامعات.
- تقديم الدعم للطلبة لعمل نماذج تطبيقية للدراسة داخل الحرم الجامعي باستخدام خلايا النانو السيليكون مصنوعة من أنابيب النانو الكربونية.
- إدراج فكر الاستدامة بالنانو تكنولوجي ضمن مناهج التعليم العالي بجميع الكليات بالجامعة حيث أن وعي وسلوكيات المستخدمين لها اثر كبير على تطبيق فكر النانو.
- عمل حملات اعلانية توعية الموظفين والعاملين في الجامعة بأهمية تطبيقات النانو والتركيز على الارتقاء وإحداث تغيير في السلوك العام.
- تفعيل دور الصيانة الدورية من خلال التأكيد على استخدام تقنيات للقياس والتحقق من معدلات الاستهلاك للطاقات والموارد ونسبة الغازات المنبعثة للتمكن من ملاحظة اي تعدي على الحدود المسموح بها، كذلك للكشف المبكر عن أي تسربات أو أعطال في أنظمة الطاقة والتلوث.
- مشاركة مستخدمي الحرم الجامعي من خلال الاستبيانات والاجتمعات المباشرة.

توصيات على مستوى الدولة والجهات المستثمرة:

- عمل خطة تعاون بين الحكومة ومستثمري الجامعات الخاصة بتنفيذ مجموعة من مشاريع الجامعات الخضراء معتمدا على تطبيقات النانو تكنولوجي.
- إدخال منظومة تشريعات جديدة تنص على عدم تراخيص جامعات الغير صديقة للبيئة.
- إعادة تأهيل البنية التحتية القائمة بالجامعات وعمل شبكات تتيح تخزين الطاقة المنتجة (كهرباء – مياه) لإعادة تدويرها وإستخدامها وتغذية الشبكات المحليه بالطاقة والتشجيع على توريدها للمحطات العمومية.
- ضرورة اعتماد استراتيجيات تحفيزية وتقديم الدعم للجامعات التي يتم تصميها وفق الفكر المستدام بتقنية النانو أو الجامعات القائمة التي التزمت بالتحول وإعادة تأهيل عناصر تنسيق الموقع باستخدام تقنية النانو وذلك بخفض الضرائب والرسوم ودعم المقاولين والمهندسين المشاركين.

المراجع:

١. **نهي علوي الحبشي**، "ماهي تقنية النانو" مكتبة الملك فهد – جده ، يوليو (٢٠١١).

٢. **مركزالمعلومات ودعم اتخاذ القرار**، واقع ومستقبل الكهرباء في مصر والعالم ، مجلس الوزراء ، فبراير (٢٠١٢).

٣. **م.أحمد محمد الحزمي**، العمارة المستدامة وأهميتها للبيئة والإنسان، مجلة العلوم والتكنولوجيا، (٢٠١٣).

٤. **شيماءأحمد محمد أحمد**، "فاعلية برنامج مقترح فى النانو تكنولوجى لتنمية المفاهيم النانو تكنولوجية والوعي بتطبيقاته البيئية لدى طلاب شعبة العلوم بكلية التربية"، مجلة التربية العلمية، المجلد الثامن عشر، العدد السادس، ٢ نوفمبر، (٢٠١٥).

٥. **محمد شريف الإسكندراني**، "تكنولوجيا النانو بين الحقيقة والخيال العلمى"، جريدة الأهرام، ١٦ فربابر، العدد ٤٣٩٠١ ، جريدة إلكرتونية، (٢٠١٤).

٦. **فتحى حمد بن نشوان**، "علوم وتقنيات النانو وتحديات القرن الواحد والعشرين"، تطبيقاتها، وآثارها واستراتيجية تطويعها فى الوطن العربى، (٢٠١٥).

http://www.maaber.org/issue_september12/spotlights.ht Accessed (20-1-2019).

٧. **أماني إسماعيل**، "تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها الحالية والمستقبلية في معالجة الملوثات البيئية"، وزارة الزراعة واستصلاح الاراضي، الموقع الرسمي للهيئة العامة لتنمية الثروة السمكية، (٢٠١٢).

http://www.gafrd.org/posts/341043 Accessed (20-1-2019).

٨. **جامعة عين شمس،** المؤتمر الدولي السابع للإتحاد العربي للتنمية المستدامة والبيئية "سبل تعزيز التكنولوجيا النظيفة والتقنيات صديقة البيئة بالمنطقة العربية"، نوفمبر (٢٠١٧).

٩. **أ.د.محمود محمد سليم صالح،** "تقنية النانو وعصر علمي جديد"، مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية KACST، الطبعة الأولى، الرياض، (٢٠١٢).

Saudi Center for Nanotechnology: www.saudicnt.org Accessed (9-7-2019).

١٠. **م.سيد مرعي منصور على ناجي،** "نحو منظومة متكاملة لتطوير استخدام مواد البناء كمدخل لتحقيق العمارة المستدامة في مصر" ، رسالة ماجستير القاهرة،(٢٠١٠).

١١. **م.أحمد الطنطاوي المعداوي،** "عمران الالفية الثالثة في مصر بين فكر العولمة وثقافة الاستدامة"، رسالة دكتوراه، جامعة المنصورة، مصر، (٢٠١٢).

١٢. **م.م.أسماء السيد على اسماعيل،** "نحو استراتيجية لتقييم الحرم الجامعي المستدام في مطلع الألفية الثالثة تقييم معايير الاستدامة للحرم الجامعي في مصر"، القاهرة، رسالة ماجستير، اكادمية ١٥ مايو، مصر، (٢٠١٤).

13. **Hootman. Thomas,** "Net Zero Energy Design: A Guide for Commercial Architecture", John Wiley & Sons, Landon, (2012).
14. **UGA Design & Construction,** "UNIVERSITY OF GEORGIO CAMPUS PLANNING",(2013).
15. **F. Fouad,** Nano architecture and Sustainability. Faculty of Engineering, University of Alexandria, (2012).
16. **Dr.George Elvin,** Nanotechnology for Green Building, (2007).
17. **Kevin, Lynch,** "Site Planning", Cambridge, The M.I.T, (1971).
18. **Tutwiler, Richard et al.** Our Carbon Footprint. The American university in Cairo. Egypt, (2013).
19. **sanij,A.R.Dehghani;M.Soltani;K.Raahemifar,** A new design of wind tower for passive ventilation in buildings to reduce energy consumption in windy regions. Renewable and Sustainable Energy Reviews, (2015).
20. **Green Building Education Services,** Green Associate Exam Preparation Study Guide LEED v4 Edition. U.S.Green Building Council, USA, (2014).
21. **U.S.Green Building Council,** LEED v4 for Neighborhood Development. U.S.Green Building Council, USA, (2014).
22. **Sada, H.** The use of Nanotechnology in construction sector Lecture. Al-Qadisiya Journal For Engineering Sciences, Volume 7 Issue (1), (2014).
23. **Gaurao, P., & Swapnal, P.** Light Transmitting Concrete- A New Innovation. International Journal of Engineering Research and General Science, Volume 3 Issue (2), (2015).
24. **Husien, B.,Hamdi, G., Agha, M.,&Mohamed, M.B.** Nano Smart Home an Interdisciplinary Collaboration for a Better Quality of the Built Environment. 2nd International Conference on Energy Systems and Technologies, (2013).
25. **Kazempour, A.** The Impact of Nanotechnology in Reinforced Structures The Structure of Concrete and Steel. Journal of Current Research in Science, Volume 1, (2016).

26. **Mohamed, A.** Nano-Innovation in Construction , A New Era of Sustainability. International Conference on Environment And Civil Engineering, (2015).
27. **Inas, H. I.A.** Nanomaterial's and their applications in interior design, American International Journal of Research in Humanities, Arts and Social Sciences, (2014).
28. https://www.aucegypt.edu/ar/node/7441 Accessed (25-12-2019).
29. https://www.archdaily.com Accessed (1-10-2020).
30. https://www.designboom.com/architecture/lava-wins-first-prize-for-masdar-worlds-first-sustainable-city-in-uae Accessed (1-10-2020).
31. https://sabq.org/mvZFWM Accessed (4-10-2020).
32. https://www.youm7.com Accessed (4-10-2020).
33. http://www.standards-ica.com Accessed (7-10-2020).
34. https://www.behance.net/gallery/36001571/University-of-Cincinnati-Ohio-Campus-Green Accessed (7-10-2020).
35. https://envirotecmagazine.com Accessed (7-10-2020).
36. http://www.constructionmanagermagazine.com Accessed (7-10-2020).
37. https://www.sasaki.com/projects/the-american-university-in-cairo-new-campus
38. https://cdn-map1.nucloud.com/nucloudmap/index.html?map=40 Accessed (7-10-2020).