بحث بعنوان:

" مقترح استخدام بعض المواد المطورة بتقنية النانو والمستخدمة في المجال المعماري في تطوير الحيز العمراني للمناطق الأعلى كثافة سكانية في القاهرة الكبرى."

"دراسة لمقترح تطبيق بعض استخدام المواد النانوية في التطوير العمراني لمنطقة منشأة ناصر بالقاهرة"

أ.م.د.م / لميس سيد محمدي عبد القادر
أستاذ مشارك بكلية الهندسة وتقنية المعلومات – كليات عنيزة الأهلية - المملكة العربية السعودية
أستاذ مساعد بكلية التكنولوجيا والتعليم – جامعة بني سويف - مصر

I. الملخص:

نظرا لتحديات عصرنا من تقدم وتطور تقني، ولزيادة الأعباء النفسية والاجتماعية والمعيشية وغيرها على انسان العصر ذلك ما جعله يقوم بخلق حلول جديدة يمكنه من خلالها مواجهة هذه المشاكل لكى يحقق بذلك الانسان أعلى جودة في حياته من الناحية النفسية والصحية والمعيشية ، فمن هنا ظهرت العمائر والتقنيات الحديثة لتحقق تلك الأهداف ومنها العمارة المستدامة وعمارة الإيكو وعمارة النانو والعمارة الذكية والرقمية وغيرها.

وتحقيقا لأهداف رؤية مصر 2030 فقد اهتمت الدولة بتطوير المناطق السكنية الأكثر ازدحاما و الأعلى في نسبة التواجد البشري في القاهرة الكبرى ، وباعتبارها العاصمة التاريخية القديمة للبلاد، وحيث نلمس جميعا التطور الكبير التي تشهده القاهرة في تحديث و تطوير البنية التحتية و إعادة التخطيط العمراني لبعض المناطق السكنية عشوائية التخطيط و التصميم العمراني، التي تحتوي على نسبة عالية من الكثافة السكانية ، و التي تكونت لعدة أسباب و في الأصل كنتيجة لاهمال تطوير الريف والصعيد مما أدى إلى الهجرة الكبيرة منهم إلى القاهرة والاستقرار بها و تكوين تجمعات سكانية عشوائية التخطيط و التصميم.

ومن هنا وجب وضع مقترح لتطوير المناطق الأعلى كثافة سكانية و تحسين أحوال قاطنيها ممن لن تستطيع الدولة نقلهم بالكامل إلى تجمعات سكنية حديثة بديلة مُنشأه من قبل الدولة كأحياء الأسمرات 1،2،3 و غيرها ، و سيختص البحث باقتراح تطوير لمنطقة منشأة ناصر وهي من المناطق الأعلى كثافة سكانية في القاهرة الكبرى و لكنه ليس بالتطوير التقليدي المتعارف عليه قديما و انما باستخدام مواد النانو المتطورة و التي يمكن بها تحسين جودة الحياة في المنطقة، و التي منها البلاطات الخرسانية المطورة بتقنية النانو في ارضيات بعض الممرات و الساحات المقترح عملها في خطة التطوير العمراني للمنطقة و استخدام بعض عناصر تنسيق الموقع المصنوعه بمواد النانو وغيرها كما سيتم سرده في البحث ، وذلك لتحسين جودة الهواء وتحقيقا لمبادئ العمارة الصديقة للبيئة و العمارة المستدامة.

Abstract:

Due to the challenges of our time in terms of technical progress and development and the increase in the psychological, social, living and other burdens on the modern person, that is what made him create new solutions through which he can face these problems in order for the person to achieve the highest quality in his life in terms of psychological, health and living.

From here, modern buildings and technologies emerged to achieve these goals, including sustainable architecture, eco architecture, nano architecture, smart and digital architecture, and others. In order to achieve the goals of Egypt's Vision 2030, the government has taken care to develop the most crowded residential areas and the highest human presence in Greater Cairo. As the old historical capital of the country, where we all feel the great development that Cairo

is witnessing in modernizing and developing the infrastructure and urban re-planning of some residential areas that are randomly planned and urban design. Which contains a high percentage of the population density, which was formed for several reasons and originally as a result of neglecting the development of the countryside and Upper Egypt, which led to a large migration of them to Cairo and settlement there and the formation of random population gatherings planning and design.

Hence, a proposal must be drawn up to develop the areas with the highest population density and improve the conditions of their residents who the government will not be able to transfer completely to alternative modern housing compounds established by the government, such as the neighborhoods of Asmarat 1, 2, 3 and others.The research will focus on a proposal to develop the Manshiyet Nasser area, which is one of the densely populated areas in Greater Cairo.But it is not the traditional development known in the past, but rather the use of advanced nanomaterials, which can improve the quality of life in the region .Including concrete slabs developed with nanotechnology in the floors of some corridors and squares proposed to be made in the urban development plan for the region and the use of some elements of site coordination made with nanomaterials and others as will be listed in the research. This is to improve air quality and to achieve the principles of environmentally friendly architecture and sustainable architecture.

II. الكلمات المفتاحية: العشوائيات – النانوتكنولوجي – تقنية النانو – المواد النانوية – العمارة و العمران.

Slums - nanotechnology - Greater Cairo - nanomaterials - architecture and urbanism.

III. المقدمة :

لقد أصـــبح اليوم علم النانو يشـــغل جميع العقول الملهمة بتلك العلوم الغير تقليدية في شـــتى المجالات، و كما أصـبحت كلمة نانو تتردد في محيط الباحثين والعلماء و حتى بين العامة ، ومم لا شـك فيه أنه أصـبح هذا العلم الان واقعاً وجب على المعماريين و الباحثين اسـتغلاله لتطوير الحيزات المعمارية والعمرانية ولمواكبة العصـر الحديث و لتحسـين جودة الحياة للإنسـان و كافة الكائنات الحية الأخرى بل و للطبيعة و الهواء كذلك ، وذلك خاصـة في المنطقة محل البحث والدراسة ، وهي منطقة منشأة ناصر بالقاهرة الكبرى باعتبارها من المناطق الأكثر والأعلى كثافة سكانية بالقاهرة الكبرى ، حيث كان من المهم استغلال هذة التقنية الحديثة في تحسين البيئة المحيطة بالبشر ، و لتحقيق مبادئ الاستدامة ومحاكاة البيئة و كمحاولة لأن تكون هذة البيئة العمرانية والمعمارية مستدامة وصديقة للبيئة الطبيعية.

ومن هنا فإن هذة التقنية تهتم بتطوير المواد وتحسين خواصـها، وقد تم تصنيع واستخدام منتجات مطوره بتلك التقنية، كما وأنها قد صُـنعت بآلات بنفس المقياس ، ولذلك فإنه سـوف يهتم البحث بتوضـيح خواص بعض من تلك المواد المعدلة و منها الألومنيوم والخرسـانة المنقية للهواء وبعض المواد النانوية الأخرى الجديدة الصـديقة للبيئة ، والتي قد يتم اسـتخدامها للحد من الثلوت البيئي المرتفع الذي نعيش فيه اليوم وخاصـــة في المناطق الأعلى كثافة ســكانية كالمنطقة محل الدراســة (منطقة منشأة ناصر بالقاهرة الكبرى)، وتقديم مقترح لامكانية استخدام تلك المواد المستحدثة كما سيتم عرضه نظريا من خلال البحث ، وللمساهمه قدر الإمكان و لمواكبة ما يتم العمل عليه اليوم من تطوير و تحديث للقاهرة الكبرى.

IV. مشكلة البحث:

تعتبر المباني والمواد الإنشائية عالية التقنية من أهم ما يمتاز به عصرنا الحالي ، ومن أعلى ما توصل إليه العلم في العمارة و منتجاتها كانت تكنولوجيا النانو ، وعليه تتركز مشكله البحث في محاولة لتحقيق أن يمكن أن تستخدم مواد النانو في العمارة و التخطيط العمراني بحيث تحقق بيئة معمارية وعمرانية ذات كفاءة عالية يمكنها أن تكون مستدامة ، وكما يمكن من خلال البحث اثبات أن التقنية المتقدمة هي محاولة لتفادي العيوب والمشاكل الناتجة عن استخدام المواد المعمارية التقليدية و الغير مطورة بتقنية النانو كالخرسانة و الحديد و الالومنيوم و الزجاج و الأسمنت و الخرسانة وغيرها.

V. أهمية البحث :

تتلخص أهمية البحث في توضيح مدى أهمية تقنية النانو في مجال العمارة والعمران و محاولة لاستخدام تطبيقاتها لتحويل المدن العمرانية الكبيرة كالقاهرة الكبرى مدينة مستدامة خضراء عالية التقنية والكفاءة محققة لرؤية مصر 2030، وكذلك لتحقيق مبادئ الاستدامة من خلال التكنولوجيا النانوية ذات الكفاءة العالية.

VI. هدف البحث :

إمكانية استخدام المواد النانوية في تطوير البيئة العمرانية المحيطة بالانسان وخاصة تطوير المناطق العشوائية ذات الكثافة السكانية المرتفعة بالقاهرة الكبرى ، هذا باعتبار ما يجرى من تطوير للمناطق العشوائية التخطيط بالقاهرة الكبرى مشروع قومي جاري العمل عليه ، وأيضا امكانية استخدام المواد النانوية كمكون أساسي معاصر في تصميم وإنشاء المباني وبالتخطيط العمراني الحديث ، وكذا الوقوف على ما جاء بها من فكر معماري وإنشائي من حيث التصميم والأداء لتحسين جودة البيئة العمرانية من حولنا.

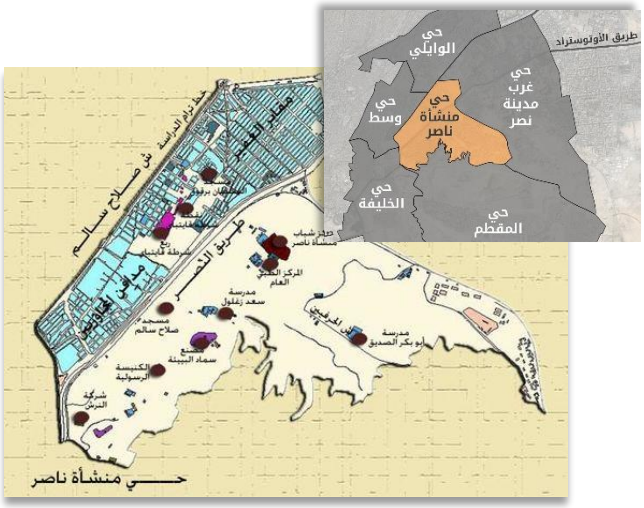
VII. فروض البحث :

يمكن استغلال المواد المطورة بتقنية النانو كالأسمنت والخرسانة المنقية للهواء في تطوير و تحسين البيئة العمرانية بالمناطق العشوائية الأعلى كثافة سكانية في القاهرة الكبرى، و هو ما قد يحد من التلوث البيئي ويؤثر بالإيجاب على البيئة وعلى صحة الإنسان.

1. مقدمة:

1-1 التعريف بالمنطقة محل الدراسة:

لا تختلف منطقة منشأة ناصر(شكل رقم (1) كثيرا عن معظم المناطق عشوائية التخطيط والتصميم المعماري والعمراني و المكتظة بالسكان في القاهرة الكبرى، وقد وقع اختيار تلك المنطقة لاعتبارها من أكبر الأحياء السكنية و اعلاها كثافة سكانية وكذا منطقة صناعية كبيرة في نفس الوقت، والتي قد لاقت العناية والاهتمام من الدولة في الوقت الحالي، ووفقا للموقع الرسمي لمحافظة القاهرة فإن مساحة الحي تبلغ 7.934 كم2 مربع، و تبلغ مساحة المناطق المأهولة 5.180 كم2 مربع، وبالنسبة للتعداد السكاني فإنه يشير أحد التقارير غير المنشورة للجهاز المركزي للتعمير التابع لوزارة الاسكان أن تعداد السكان "حوالي مليون نسمة" لعام 2015 (13)، وتحتوي المنطقة على بعض المزارات السياحية الهامة في مصر مثل كنيسة القديس سمعان أو كنيسة الكهف والتي تعد أكبر كنيسة في مصر والشرق الأوسط و من أهم الأمثلة على العمارة الكهفية ، وكما يوجد بالمنطقة أعمال حرفية وورش صناعية بأعداد كبيرة جداً، وتعتبر المنطقة سكنية صناعية.(1)



شكل (1) يوضح موقع حي منشأة ناصر، المنتخب للتطوير والمقترح من قبل البحث تطويره باستخدام منتجات النانو. المصدر (13)

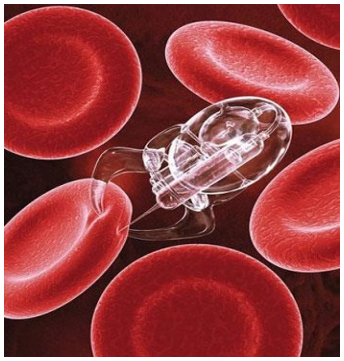
وتحقيقا لرؤية مصر 2030، وفي إطار خطة الدولة الحاليه للقضاء على العشوائيات، فإنه يتم نقل العديد من سكان حي منشأة ناصر (بالإضافة إلى أحياء أخرى من المناطق العالية الكثافة السكانية والعشوائية التخطيط العمراني والحضري) الذين يسكنون في المناطق الأكثر خطورة، إلى حي الأسمرات 1&2&3 و غيرها، حيث توفر الدولة لهؤلاء المواطنين وحدات سكنية مجهزة، بالإضافة لوجود كافة الخدمات داخل الحي، مقابل إيجار شهري بسيط.

ومن هنا كان دور البحث لتطوير المنطقة وتحسين جودة الحياة بها وجعلها من المناطق الحضرية الصالحة للحياة الكريمة لمن يقطنون بها. (2)

2-1 التعريف بتقنية النانو و إمكانيات تطبيقاتها معماريا وعمرانيا:

مصـــطلح نانو يعني الجزء من المليار ؛ فالنانومتر هو عبارة عن واحد على المليار من المتر ولكي نتخيل صغر النانو متر نذكر ما يلي؛ تبلغ سماكة الشعرة الواحدة للإنسان 50 ميكرومترا أي 50,000 نانو متر, وأن أصغر الأشياء التي يمكن للإنسان رؤيتها بالعين المجردة يبلغ عرضها حوالي 10,000 نانو متر، وعندما تصطف عشر ذرات من الهيدروجين فإن طولها يبلغ نانو مترا واحدا ، وذلك يعد مقياس في منتهى الدقة ، كما هو موضح بالشكل رقم (2).

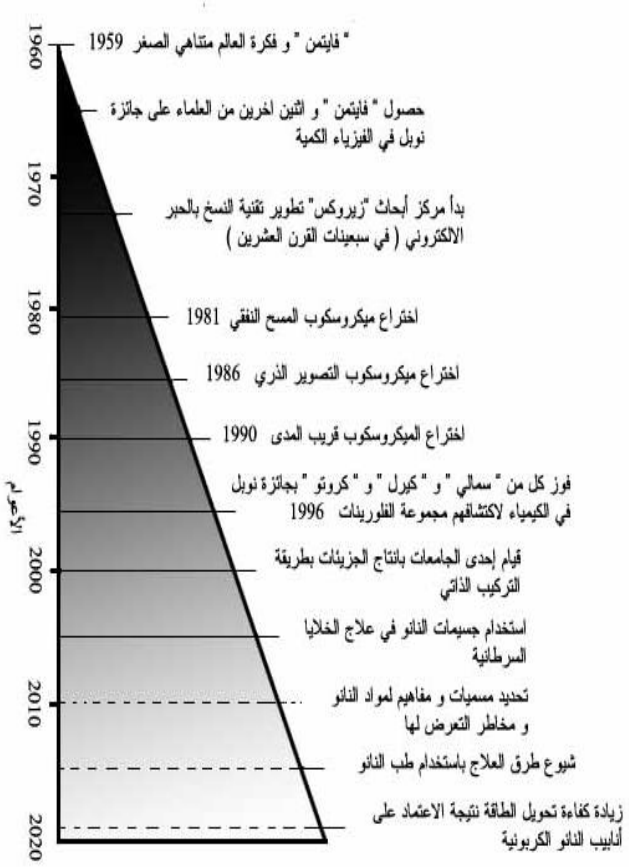
تعتبر تكنولوجيا النانو من التقنيات الحديثة التي تغزو جميع المجالات لتصنع ما لا تراه العين المجردة ، ولتأثيراتها سيل من التطبيقات المرتبطة بالعديد من المجالات ومنها الهندسة، وعلم الأحياء، والكيمياء، والحوسبة، وعلوم المواد، والتطبيقات العسكرية، والاتصالات حتى أن تأثيراتها يصعب حصرها، وسيحتاج العلماء لصنع آلات مجمعة للذرات وآلات تصنع هذه المجمِّعات، و بهذة التقنية يمكن للإنسان من إعادة صناعة المجوهرات، الماء، الطعام، كما تمكن العلماء من تصنيع جيل من المواد الذكية المطورة بتلك التقنية تتميز بالقوة ، و خفة الوزن ، وذاتية التنظيف ، وقد لا يمكننا تخمين ما يمكن أن يحدث بقدرات تلك التقنية، وأدواتها التي لا تنتج التلوث ولا تحتاج كثير من المساحة ولكنها ستحتاج إلى كوادر جديدة للتعامل مع أجسام النانو والأجهزة الدقيقة . (2)



شكل (2) يوضح صورة تخيلية لجهاز بمقياس النانو يسبح في الدم مع كرات الدم الأخرى، وذلك كتوضيح لدقة مقياس النانو ولاطلاق العنان للخيال لتصور ما يمكن أن تقوم به الأجهزة المطورة بتلك التقنية عالية الدقة في كافة المجالات. المصدر (1)

ويشهد العالم خلال السنوات القليلة الماضية تغييرا شاملا في جميع أنماط الحياه بسبب النانو تكنولوجي، و تتسابق دول العالم لامتلاك تلك التقنية والاستفادة من إمكانيتها في جميع المجالات وخاصة في مجال العمارة والعمران وذلك لامكانياتها المتعددة و المذهلة في الحد من التلوث البيئي وخلق بيئة صحية ذات جودة عالية للإنسان و باقي الكائنات الحية الأخرى.

وكلمة "نانو" هي كلمة مشـــتقة من كلمة نانوس ومعناها بالإغريقي القزم ، والنانو تكنولوجي هي تكنولوجيا تتعامل مع قياســـات ما بين 0.1 إلى 100 نانومتر أي تتعامل مع تجمعات ذرية تتراوح بين خمس ذرات إلى ألف ذرة، وهي أبعاد أقل كثيرا من أبعاد البكتيريا والخلية الحية، ومن المعروف أن الذرات هي العناصـر الأولية التي تكون الأشـياء في الطبيعة وهي العناصـــر الأولية في هذه التقنية، حيث تهتم هذة التكنولوجيا بخواص المواد، وتتلخص فكرة استخدامها في إعادة ترتيب ذرات المواد، حتى يمكن بذلك تغيير وتعديل خصائصها الغير مرغوب فيها أو المطلوب التعديل عليها و تطوير قدراتها ، وبالطبع كلمـا تغير الترتيـب الـذري للمـادة كلمـا تغيرت خصـــائصـــها، و من هنا يمكن للعلماء تلافي بعض الخصـــــائص الغير مرغوب فيهـا لبعض المواد أو اضافة خصائص أخرى تضاعف من كفاءة أداء تلك المواد، فمثلا إن إعـادة ترتيـب الـذرات في الفحم يمكننـا الحصـــول على الألمـاس و كـذلـك الرمـل (الســـليكا) فإعادة ترتيب ذراته مع إضـــافة بعض العناصـر يمكننا تصـنيع شـرائح الكمبيوتر، وهي من الصـــناعات الواعدة التي تتوق لامتلاكها مصـــر وبعض الدول المتقدمة اليوم ، ويوضـح الشـكل (3) مخطط للتطور الزمني لاكتشـــافات تكنولوجيا النانو في القرن العشرين وبداية القرن الحالي.(3)



شـكل (3) يوضـح مخطط يوضـح التطور الزمني لاكتشـافات تكنولوجيـا النـانو في القرن العشـــرين وبدايـة القرن الحـالي ، المصدر (2)

وبالتالي فإنه قد يكون من المفيد أن نلخص التعاريف للمفاهيم التالية:

1. مقياس النانو : يشمل الأبعاد التي يبلغ طولها نانومترا واحدا إلى غاية الـ100 نانو متر.
2. علم النانو : هو دراسة خواص الجزيئات والمركبات التي لا يتجاوز مقاييسها الـ100 نانو متر.
3. تقنية النانو : هو تطبيق لهذه العلوم وهندستها لإنتاج مخترعات مفيدة على مقياس النانو.

2. خصائص عمارة و عمران النانو تكنولوجي :

1. تقليل متطلبات استهلاك الطاقه الأتجاه نحو تفعيل «صفر الطاقه».
2. الحصول على عمران يتحكم في درجات الحرارة والرطوبة و نسبة النقاء بالهواء حسب الظروف المناخية.
3. زيادة راحه الأنسـان داخل الحيزات الداخلية معماريا وعلى مسـتوى العمران من خلال الوصـول لدرجات حراره مثلى باستهلاك طاقه رشيد. (4)
4. تحســين الأداء البيئي والإقتصـــادي و المحافظة على ســـلامة النظام البيئي من خلال التقليل من الملوثات في الهواء وتخفيض كمية انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في البيئة.
5. الحصــول على عمران خفيف الوزن وأكثر قوة ومتانة ويقاوم التصــدعات والتشــققات ويراقب الأعطال والأضــرار ويصلحها بنفسه.
6. الحصول على مبنى ينظف نفسه ذاتيا.

3. أدوات تقنية النانو :

تتنوع أدوات القياس المستخدمة للتحكم في جسيمات النانو، ولكنها جميعاً مرتبطة ببعضـها ، حيث تقوم باستشعار جسـيمات ومواد النانو وتحليلها وتركيبها وتخليقها، وقد تقدمت وتطورت الأدوات الخاصـــة بتكنولوجيا النانو، بحيث يتيح

ميكروسكوب التصوير الذري والمسبار الماسح ومعالج النانو والملقط الضوئي وغيرها من الأدوات الجديدة إمكانية تخليق تراكيب جديدة والتي ستظل في اكتشاف تطبيقات حديثة كل يوم ، فهذا لأنه يعد من العلوم والتقنيات الواعده في شتى المجالات وخاصة المجال المعماري والعمراني.(5)

4. اثر النانو تكنولوجي في تغيير وتطوير خصائص المواد المستخدمة على النطاق المعماري والعمراني في مصر:

تعتمد تقنية النانو في عملها على إعادة ترتيب ذرات العناصر و المواد و بالطبع كلما تغير الترتيب الذري للمادة تغيرت خصائصها، و من هنا يمكن تلافي بعض الخصائص السلبية لبعض المواد و إضافة خصائص تضاعف من كفاءة أدائها فيطلق عليها على سبيل المثال "المواد الذكية" "Smart Materials" وهي المواد التي تتغير لتتجاوب مع البيئة المحيطة فأصبحت بعضها تحتوي على حاسبات صغيرة "Tiny Computers" يمكنها ارسال اشارات ، وايضا الطلاء الذي ينذر بتسرب غاز أو عيب كهربائي، و الطلاء الذي يقاوم الميكروبات والاتساخ ، أو يخزن كهرباء أثناء النهار ليبثها ليلا.

ومن أهم المواد التي يلقى البحث عليها الضوء والتي يقترح استخدامها في تطوير المناطق عشوائية التخطيط والتصميم العمراني والأعلى كثافة سكانية كما في المنطقة محل الدراسة ، هي التالي:

5. تأثير تكنولوجيا النانو في تطوير مواد معالجة الطرق و عناصر تنسيق الموقع و التي يقترح استخدامها في تطوير المنطقة محل الدراسة:

5-1 الخرسانة المطورة بتقنية النانو:

تعتبر الخرسانة من أهم المواد المستخدمة معماريا وعمرانيا واكثرها انتشارا ، وقد تمت العديد من الدراسات عليها لمحاولة تطوير خواصها، (6) فالخرسانة التقليدية مخلوطة بنسبة من السيليكا (Sio2) أو الرمل مع المواد الأخرى المكونة للخرسانة العادية، وانما بنسب تحدد كثافة الخرسانة وقوة تحملها للضغط وقدرتها على المتانة والمقاومة، كما هو موضح بالشكل رقم (4).

شكل رقم (4) يوضح تبليطات المعالجة الضوئية و المصنوعة من الخرسانة المنقية للهواء ، والتي تفيد الحد من الملوثات في الهواء، و المقترح استخدامها في المنطقة محل الدراسة. المصدر

ومن التحسينات التي تمت للخرسانة على مقياس النانو هي أن يتم تغليف الجزئ من خلال استخدام (النانو سليكا)، وقد ثبت أن إضافات النانو سليكا يمكن أن يتحكم في التآكل C-S-H (كالسيوم- سيليكات- هيدرات) الناتج عن تفاعل الخرسانة والذي يسببه ترشيح الماء، بالإضافة إلى إمكانية اختراق الماء لها حيث أنها تكون عديمة الامتصاص للماء ، ما يؤدي إلى تحسين قدراتها على التحمل، وتحسين قابليتها لمقاومة ضغط أعلى، و قد أدى

شكل (5) يوضح مقترح لتركيبات التبليطات الخرسانية المنقية للهواء في الميادين العامة داخل المدن. المصدر: (5) بتصرف

شكل (6) يوضح أحد تشكيلات الخرسانة المنقية للهواء والتي قد تستخدم كأحد السبل لمقاومة الإحتباس الحراري العالمي. المصدر: (5) بتصرف

تطور الخرسانة بتقنية النانو إلى أن زادت من درجة مقاومتها بأكثر من 10 أضعاف الخرسانة التقليدية الغير مطورة بتقنية النانو، وكما تستخدم تقنية النانو في إزالة غاز ثاني أكسيد الكربون CO2 من صناعة الأسمنت، و الذي قد يقاوم بدوره ظاهرة الاحتباس الحراري العالمي الذي يهدد الأرض الآن، وكما تعمل على تقليل 50% من الاستهلاك الحالي للأسمنت، وبإضافة جزئيات النانو من (Sio2) فإن ذلك قد يحسن من كثافة الخرسانة ، كذلك يمكن تصنيع خرسانة تقوم بالحد من التلوث الناتج في الهواء نتيجة تفاعل مكوناتها مع أشعة الشمس، ومن هنا فإن الخرسانة المحسنة بتقنية النانو من أهم و أولى المواد المطورة بالنانو المقترح استخدامها في تطوير المنطقة محل الدراسة لتحسين جودة البيئة وحياة الانسان فيها ، كما بالشكلين 5، 6 . (6)

وكما قد ساهمت إضافة جزئيات اكسيد السيليكا النانوية مع الأسمنت في تحسين عملية تنقية الهواء بشكل كبير لأنها تقوم بتكسير الملوثات العضوية والمركبات العضوية الطيارة، و كما أنها تعمل على اختراق الخلايا البكتيرية وقتلها وحينما تستخدم في الأماكن المفتوحة كالمنطقة محل الدراسة و التي تعتبر منطقة سكنية صناعية ، فإنها تعمل على تقليل نسبة الكائنات الضارة الموجودة في الهواء ، بالإضافة لكون هذه الخرسانة المتطورة ذاتية التنظيف، كما ساهم تطوير الخرسانة بهذة التقنية في زيادة العمر الافتراضي لها بحوالي 5 سنوات، وصلابتها أصبحت أعلى بحوالي (15-20%)، وزيادة المتانة وإنتاج قوالب خرسانية افضل، و كما كان توزيع المسام في الكتلة الخرسانية كان بشكل متوازن و أفضل من ذي قبل.(7)

كما ساعدت تقنية النانو في إضافة حساس يقوم بتحديد أماكن الأحماض وايونات الكلور في الخرسانة حيث أنهما السببان الرئيسيان لوجود تصدعات وشروخ المباني، والتي قد يتم معالجتها بطريقة حقن تلك الشروخ وبكبسولات نانوية، حيث تبدأ هذه الكبسولات بالبلمرة داخل الشرخ وتعمل كمادة مالئة، حيث لديها القدرة على سد الشرخ تماما، ولهذا فإن الخرسانة المطورة بتقنية النانو يقترح استخدامها في تبليطات الأرضيات بالأماكن المفتوحة المقترحة والتي سيتم عرضها من خلال البحث.

2-5 الرمل المائي المطور بتقنية النانو :

ويستخدم في أعمال تنسيق الحدائق وزراعة الأماكن الصحراوية فهو يحتفظ بالمياة ولا يسربها للطبقات السفلى وهو مناسب في المناطق التي يصعب وصول المياه لها والتربة الرملية المفككة فيمكن بكمية مياه قليلة تحويل الصحاري إلى مسطحات خضراء بتكاليف أقل من المعتاد ، وهو ما يتناسب تماما مع المنطقة محل الدراسة.

3-5 مادة النانو تيرا سويل *NTS*:

هي عبارة عن بوليمر بتكنولوجيا فائقة يتم خلطها مع البنية الأساسية للطرق المقترح عملها لتنمية المنطقة محل الدراسة ليجعلها أكثر متانه من خلال جسيمات النانو ، وكما يمكن أن يتم مزج الشقوق الموجودة في الطرق الموجودة بالفعل مع مادة النانو تيرا سويل والأسمنت عند درجة حرارة 12 درجة تحت الصفر وبذلك يتم استخدامها كطبقة رصف جديدة ، ومن أهم مميزات تلك المادة أن وقت انشائها قصير وكما أنها تساعد على خفض نسبة ثاني أكسيد الكربون الملوثة للهواء ، ولها ميزة ارتفاع مقاومة الشد عند المنعطفات وارتفاع كثافة طبقات الرصف الذي يضمن زيادة المقاومة مع قلة أعمال الصيانة والترميم للطريق فيما بعد.(9)

6. تأثير تكنولوجيا النانو في تطوير المواد المستخدمة في التشطيب و التي يقترح استخدامها في تطوير المنطقة محل الدراسة:

1-6 مواد المحارة المطورة بتقنية النانو :

إن هناك بعض المواد النانوية قد تحسن من أداء الحوائط الخارجية والداخلية للمبنى مثل (مادة السيرفاميكس سي-Surfamix c) وهي مادة تعتمد على تقنية النانو وذات أساس مائي أحادي التركيب وخالي من اللدائن الصناعية ويستخدم كإضافه للمون الأسمنتية والمحارة ومون البياض والترميم ، ولهذة المادة قوة التصاق ومرونه عاليه وتقلل من شروخ

الانكماش وتقوم بغلق المساميه ويمكن استخدامها للأسطح من الداخل أو الخارج بما في ذلك مون لصق وتكحيل عرانيس البلاط والطوب، و بالنسبة لمعدل الاستهلاك لتلك المادة هو: 5– 2.5 كجم اسمنت.(10)

2-6 المواد العازلة للمياة المطورة بتقنية النانو :

طورت تقنية النانو بعض المواد العازلة للمياة و التي تستخدم للأسطح الخرسانية ولأسطح البلاط والقرميد ولأسطح الرخام والجيرانيت، وتتميز بأنها طبقة غير ظاهرة للعين، مقاومة للأشعة الفوق بنفسجية، صديقه للبيئة وتستخدم لحماية الأسطح من الداخل والخارج ويمنع تكوين الفطريات والعفن ويتحمل ضغط المياه السالب والموجب وكما يسمح بتنفس بخار المياه المحبوس.(11)

3-6الطلاءات المطورة بتقنية النانو :

يقترح استغلال المنطقة محل الدراسة بتحويلها مركز للطاقة الشمسية باستخدام منتجات النانو الطلائية:

1-3-6 الطلاء المولد للطاقة المطور بتقنية النانو:

من نعم الله علينا في مصـر أن الطاقة التي تزود الشـمس بها أرضـنا كبيرة جدا وعلى مدار السـنة، وحيث أن الخلايا الشـمسـية المتعارف عليها حاليًا مصـنوعة من السـيليكون ومن صـــفاتها أنها غير قابلة للطلاء، ولذلك فإن الخلايا الشـــمســـية الجديدة المطورة تحتوي على أنابيب نانوية مصـــنوعة من بوليمر معين يمكن إذابته بمذيب عضـــوي خاص ومناســـب بحيث تتحول هذة الخلايا إلى مادة قابلة للطلاء على أي ســطح، و لنتخيل أن منطقة ســكنية عمرانها مطلي بالكامل بمثل هذا الطلاء حيث تســتخدم ويســتغل جزء من طاقة هذا الحيز العمراني الكبير من خلال هذا الطلاء في توليد الطاقة ، فكم من طاقة سيتم توفيرها؟ كما أنه طلاء يعمل على تقنية الهواء ولا يساهم في تلوث البيئة ، وتعتمد فكرة عمل هذة الخلايا على الأنابيب النانوية بشكل كبير فحين يسقط ضوء الشمس على السطح المطلي بهذة الخلايا، فإن البوليمر ينشــط وينتج شــحنات موجبة وســالبة وإذا تم فصــل هذة الشـحنات عن طريق أسـلاك فإنه سـيمر التيار الكهربائي من خلاله ، ولأنابيب الكربون النانوية هنا دور كبير حيث أنها تمثل موصـــلًا جيدًا تقفز عليه الإلكترونات بكل ســـهولة وإذا أضـــيف إلى هذا النوع من الخلايا الشمسية الجديدة نسبة من الفوليرينات فإن ذلك سيحسن من عملها كثيرًا، وكما تم انتاج الخلية باستخدام السيليكون غير المتبلور لانتاج رقائق تترســب فيها مادة الســيليكون على هيئة طبقات رفيعة على أســطح من الزجاج أو البلاســتيك ،لذلك فإن تصنيع هذة الخلايا يتم بتقنية سهله وكما أن أسعارها مناسبة أيضا وهي مناسبة للتطبيقات من 40 وات إلى ما أقل. (12)

شكل (7) يوضح استخدام طلاء منقي للهواء، حيث تقوم تقنية النانو بتطوير إمكانيات وخواص الطلاءات فمنها الطلاءات التي تقوم بالتنظيف الذاتي والطلاءات عازلة للصوت وغيرها. المصدر: (5) بتصرف

2-3-6 الطلاءات ذاتية التنظيف و المقاومة للخدش المطوره بتقنية النانو:

من المعروف علميا أن مجموعة من الظواهر الطبيعية التي تطرأ بمضي الزمن على بعض الأسطح المطلية بالدهانات مثل التاكل والإتساخ ورائحة الرطوبة ، بل وهناك ما هو خطرا والذي قد يسبب بعض المشاكل الصحية لذا كان الاهتمام بما يسمى تطوير نظافة الأسطح أي تطوير الطلاء ليصبح ذاتي التنظيف، وذلك بواسطة طلاء النانو الذي يحتوي على مبيد حيوي *"Biocide"* ذاتي التنظيف يعمل على تحليل البكتيريا والميكروبات والأوساخ والمكون الأساسي لهذا الطلاء صديق للبيئة كما بالشكل رقم (7) وهو صغائر جزيئات الفضة "*Ag-Nanoparticles"* وثاني أكسيد التيتانيوم "*Tio2-Nanoparticles*" وتطوير هذا الطلاء يتيح استخدامه ليس في الحيزات الداخلية في المباني فحسب و إنما على مستوى البيئة الخارجية أيضا، مما يساعد على الحد من استعمال المبيدات البيولوجية والسامة والمنظفات الصناعية، كما و تحاول تقنية النانو تطوير العديد من الخواص في مجال الطلاءات والتي منها الخواص العازلة والحماية من التآكل وذلك بإضافة ذرات وجزيئات بمقياس النانو ، و كما تتمتع الأصباغ و الدهانات المطورة بتقنية النانو بعدة مميزات من حيث مقاومة

الخدش، وأول هذ المميزات قدرة دهانات النانو على مقاومة التآكل و التحلل ، كما تتميز بثباتها لمد زمني كبير تفوق بكثير مدة ثبات الدهانات التقليدية، وكما يقترح استخدام "طلاء النانو" و الذي يتميز بصعوبة إلصاق أي دهانات أخرى عليه مثل رشه أو استخدام أقلام الرسم والتحديد، مما يقدم حلًا ناجحًا لظاهرة الرسم على الجدران، وذلك إذا ما استخدم طلاء النانو لطلاء الجدران واللوحات المعرضة لهذة الظاهرة غير الحضارية، والتي تكلف صيانتها في بعض المدن الكبيرة ملايين الدولارات وذلك لمعالجتها وحل مشكلاتها.(13)

و من هنا فإنه يقترح استخدام هذا النوع من الطلاء الذي يعمل عمل الخلايا الشمسية في توليد الطاقة الكهربائية للحي بالكامل و قد يستخدم للأحياء المجاورة ، و ذلك بطلاء عناصر تنسيق الموقع والمباني المحيطة بالأماكن المقترح تفريغها لعمل متنفسات للكتله العمرانية ، كما و يقترح استخدام الطلاء المعالج بتقنية النانو والذي لا يحتاج إلى الصيانه الدورية و بالتالي سينظف نفسة و يحافظ على الشكل الحضاري وواجهات المباني لوقت طويل.

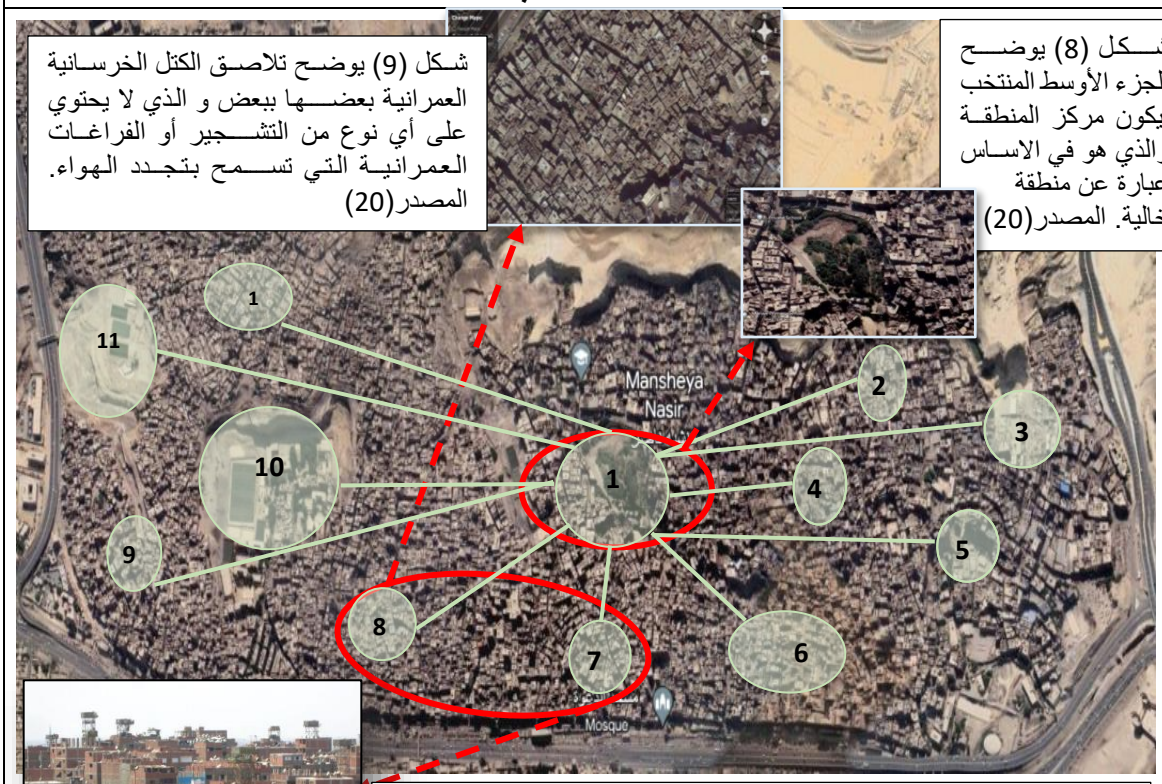
7. بيان يوضح تأثير تقنية النانو على المواد المستخدمة في العمارة و العمران:

وكملخص لبيان تطبيقات تقنية النانو في تطوير العناصر والمواد المستخدمة في المجال المعماري والانشائي والعمراني فإنه تم عمل جدول يبين العناصر والمواد المستخدمه في العمارة والإنشاء والتي تم تطوير خواصها باستخدام تكنولوجيا النانو ومحاولة تجنب الخواص الغير مرغوب فيها أو إضافة خصائص جديدة مطورة و هو كالتالي: {المصدر: الباحثة}:

بيان بالعناصر والمواد المعمارية التي تم تطويرها باستخدام تقنية النانو لتحقيق الارتقاء البصري والبيئي والوظيفي										
م	الحديد Steel	الخرسانة Concrete	الكربون Carbon Nano-tube	الخشب Wood	الطين Mud	البلاستيك Plastic	الرخام Marble	الألومنيوم Aluminum	الزجاج Glass	الطلاءات Paintings	مواد العزل Adhesives
1	زيادة المتانة و الصلابة	إضافة النانو سليكا تيحكم في التآكل الناتج عن تفاعل الماء مع الخرسانة	اعادة ترتيب ذراته ليكون موصل أو شبة موصل للكهرباء	الطلاءات الحافظة	إكتشاف النانو طين بالغبار والصخور البركانية	إنتاج مادة قوية وخفيفة	يحتفظ بخصائصه في درجات الحرارة العاليه	تصنيع بودة النانو–ألومنيوم	التنظيف الذاتي	التنظيف الذاتي	عزل حراري لثبات درجة الحرارة الداخليه بكفاءه عزل عن المتاح في المواد التقليدية
2	تحسين قوة الوصلات و المنطقة الملحومة	تحسين قوة الضغط ، وتحسين قدراتها على التحمل	صناعة أجهزة منه متناهية الصغر	مقاومة الحريق	انتاج البلاستيك المقوى بجسيمات النانوطين بدلا من الألياف الزجاجية وألياف الكربون	مادة رخيصة الثمن	مقاومة الخدش	محفز للطاقة في الأغشية المصنعة كخلية وقود	مقاومة الأحماض والمركبات الكيميائية والعضوية	الحماية من التآكل	تحويل الطاقة الحرارية لكهربية لان الطاقة لا تفنى
3	خفض الإجهاد	اختراق الماء لكتل الخرسانة	تقنية تخزين الهيدروجين H2ologyومنها يتم إنتاج الطاقة الكهربائية	مقاومة التآكل والتصدعات	إنتاج مادة قوية وخفيفة	مقاومة الحرارة واللهب والبرد	مقاومة ضوء الشمس	اضافة للبلاستيك كمانع للتسرب	اختزان الحرارة ثم بثها في الفراغ الدخلي "جهاز تدفئة وتبريد"	تحسين الخواص العازلة	مواد عزل الصوت والضوضاء عالية الكفاءه
4	تحسين خواص حديد التسليح و الحديد المستخدم في البحور الواسعة	مقاومة الأحماض والمركبات الكيميائية والعضوية	كثافتها من 1.4 – 1.33 جم/سم3 ويعني أنها خفيفه جدا بالمقارنه بالألومنيوم والصلب	مقامة البكتيريا والفطريات	مقامة نفاذية الماء	زيادة صلابة البلاستيك المعدل	جودة الملمس واللون ومراحل التكوين	طلاء سطحي يمثال معدن البلاتين	مقاومة الاحتكاك، و مقاوم للرصاص	عكس أشعة الشمس وحرارتها وتشتيتها بالتالي الإحتفاظ بالحرارة الداخلية للحيز الداخلي	عزل مياه مقاوم للفطريات و العفن يتحمل الضغط السالب و الموجب ويسمح بتنفس بخار المياه المحبوس

5	مقاوم للتصدعات أكثر من 5 أضعاف الحديد العادي	تحسين كثافة الخرسانة بإضافة Sio2	الحصول منه على خلايا شمسية تنتج الكهرباء	جعله ذاتي التنظيف ، وجعله أكثر قوة ومرونه	رفع درجة حرارة انصهار البلاستيك و بالتالي مقاومة الإشتعال وتكون الدخان	مقاومة الخدش	زيادة القدرة على التحمل بالنسبة للحجر	طبقة حماية من الترددات الكهرومغناطيسية	الحماية من الحريق ، و مقاومة مياة البحر	إخفاء الأسطح	مراقبة الإهتزازات والضوضاء
6		ذاتية معالجة الشقوق	تصل صلابة الكربون المعدل إلى 5 مرات أكثر من الفولاذ	تطوير لب الخشب النانوي لانتاج كريستالات شديدة النحافه و شفافه وهي مادة قوية جدًا	مقامة التأثيرات الكيميائية	مادة موصلة للكهرباء حسب الترتيب الذري وحسب الغرض من الاستخدام			التحكم بالضوء النافذ ، و صعوبة إلصاق الملصقات عليه	الطلاء الذي يظل جاف	مقاومة الخدش
7		خرسانة منقية للهواء	لها مقاومة شد عالية جدا ، أقوي مادة معروفه حتى الآن	منخفض التكاليف وخفيف الوزن	سهولة تلوينه والإحتفاظ بالألوان لفترات طويله	تصنيع أغشية رقيقه منه تستخدم على الزجاج الذاتي لتحوله لزجاج ذكي			منع التسرب الحراري لأشعة الشمس ، و عاكس لأشعة الشمس الضارة UV	دهانات مضادة لحرارة الشمس والرطوبة والأملاح	

8. جدول 1 يوضح مقترح لإمكانية استخدام البلاط الخرساني الصديق للبيئة المنقى للهواء والمطور بتقنية النانو وبعض المواد المعمارية المطورة الأخرى لتحقيق مبدأ الاستدامة فى التطوير العمرانى لمنطقة منشية ناصر بالقاهرة الكبرى:

البيان	المنطقة المنتخبة
منطقة/حي منشية ناصر (منطقة عشوائية التخطيط العمراني - لارسمية) - القاهرة الكبرى	 شكل (8) يوضح الجزء الأوسط المنتخب ليكون مركز المنطقة والذي هو في الاساس عبارة عن منطقة خالية. المصدر(20) شكل (9) يوضح تلاصق الكتل الخرسانية العمرانية بعضها ببعض و الذي لا يحتوي على أي نوع من التشجير أو الفراغات العمرانية التي تسمح بتجدد الهواء. المصدر(20) 1. صورة بالقمر الصناعي للمنطقة المنتخبة بالكامل. المصدر : [/http://googleearthonline.blogspot.com] 2023/3/2 – 10:22
التحليل	1. تعتبر منشأة ناصر من أعلى المناطق كثافة سكانية بالقاهرة ، و قد ظهرت هذة الكتل السكانية بشكل عشوائي على مدار عقود دون سيطرة من الدولة ، و تعتبر بيئة تلك المنطقة من البيئات الغير صحية نهائيا لعدة اسباب أولها لاشتغال نسبة كبيرة من سكانها بالعمل في القمامة و تجميعها و اعادة تدويرها ، كما يشتغل جزء آخر ببعض الاعمال الحرفية و الملوثة للبيئة ، و كما لافتقار المنطقة بالكامل لأي عنصر من عناصر التشجير و تنسيق المواق الحضارية ،و كما أن الكتل العمرانية بها متلاصقة متلاحمه متقاربة جدا من بعضها البعض بالشكل الذي لا يسمح بتجدد الهواء بالمنطقة و غيرها من العوامل التي قد تؤثر سلبا على حياة قاطني المنطقة و حياة كافة الكائنات الحية بها ، و التي لا تبشر بأي جيد قد ينعكس على حياة الأجيال القادمة بالمنطقة، كما بالشكل رقم (9) . (14) 2. و من هنا فان البحث يقترح استخدام تكنولوجيا النانو و منتجاتها و تطبيقاتها المعمارية و اضافتها إلى بعض العناصر المعمارية في عمران المنطقة ، و هي كالتالي حيث : 3. **تشير التشكيلات الدائرية في الشكل أعلاه** إلى الأماكن المقترحة لإزالة البنايات بها حتى تسمح بخلق مساحات لإقامة بعض النشاطات اليومية كأماكن للعب الأطفال و ملاعب للمراهقين و الشباب (و التي قامت الدولة بالفعل بعمل ملعب لكرة القدم بالمنطقة)(15). وكذا الحدائق الصغيرة و الممرات الصحية التي تسمح بخلخلة الهواء داخل الكتلة البنائية المتلاحمة بالمنطقة و ذلك **لسببين 1-** خلق فراغات بين المباني المتلاصقة مم يسمح بالهواء

	للمرور بشكل طبيعي لتجديده، 2- امكانية السماح بتنقية الهواء الذي سيمر من خلال هذة الفراغات و الممرات المخلقة بواسطة منتجات و تطبيقات النانو المقترحة للاستخدام و هي : 4. الخرسانة و التبليطات الخرسانية المنقية للهواء المطورة بتقنية النانو. 5. الرمل المائي المطور بتقنية النانو الذي يحتفظ بالمياة ولا يسربها للطبقات السفلى. 6. مادة النانو تيرا سويل NTS ، والتي يتم خلطها مع البنية الأساسية للطرق المقترحة ليجعلها أكثر متانه و ليقلل من عدد مرات صيانتها.(16) 7. مواد المحارة المطورة بتقنية النانو والتي لها قوة التصاق ومرونه عاليه وتحد من الشروخ بالمباني ظاهريا. 8. المواد العازلة للمياة المطورة بتقنية النانو و التي تتميز بمقاومتها للأشعة الفوق بنفسجية، والصديقه للبيئة ويقترح أن تستخدم لحماية الأسطح الخارجية للكتل الخرسانية و السكنية الموجودة بالمنطقة و التي تمنع تكوين الفطريات والعفن عليها. 9. الطلاء المولد للطاقة المطور بتقنية النانوو الذي هو عبارة عن مادة قابلة للطلاء الذي يعمل على تنقية الهواء ولا يساهم في تلوث البيئة والذي ينتج شحنات موجبة وسالبة بحيث يسمح بتوليد التيار الكهربائي في حدود 40 وات ، ما قد يوفر في امداد الكتل العمرانية بالطاقة النظيفة. (17) 10. الطلاءات ذاتية التنظيف والمقاومة للخدش المطوره بتقنية النانو و التي تساعد على الحد من استعمال المبيدات البيولوجية والسامة والمنظفات الصناعية، و التي تتميز بمقاومتها للخدش والتآكل والتحلل كما أنها تتميز بثباتها على الجدران ما يقلل من صيانتها والتي تعتبر كذلك حلًا ناجحًا لظاهرة الرسم على الجدران ما قد يعطي واجهة حضارية للمنطقة إلى حد ما.
بالنسبة للمواقع المختاره	1. تم اختيار موقع رقم 1 ، كما هو موضح بالشكل رقم (8) لاقامة بها حديقة تحتوي على ممرات خرسانية و من الرخام و الحجر المطور بتقنية النانو كما و قد تحتوي على بحيرات مائية لمعادلة نسبة الرطوبة في الهواء ، وباعتبارها منطقة تتوسط الحي بالكامل فقد تكون هي المتنزه أو المركز الأساسي للتصميم العمراني المقترح ، وذلك لانها في الاساس مساحة خالية من الكتل السكنية كما هو موضح بالصور و لتوسطها المنطقة بالكامل. 2. بالنسبة للمواقع 3،5،6،9،10،11 فانها مناطق تقل بها الكتل العمرانية و السكنية بها ، و بالتالي فيسهل تفريغها من باقي الكتل الخرسانية و اقامة متنزهات تحتوي على العناصر المعمارية المقترح استخدامها في تنسيق الموقع كما هو موضح أعلاه. (18) 3. أما المواقع 6،7،8 فلقرب هذة المساحات من طريق النصر(الاوتوستراد) والذي ترتفع به نسب تلوث الهواء بشكل كبير نتيجة لكثرة عوادم السيارات حيث يعتبر من الطرق الرئيسية التي تقطع القاهرة، و لمحاولة تكوين مناطق جذب للهواء و خلخلة الهواء بداخل الكتلة العمرانية و منهم لباقي المساحات الأخرى المختاره. 4. كما اختيرت المساحات 2،4،9،12 لتفريغها لتوسطها داخل الكتل السكنية و التي تقوم بعمل عنصر جذب للهواء المار وبالنسبة للخطوط الواصله بين هذة المساحات فهي قد تعبر عن ممرات قد يتخذها الهواء أثناء مروره بالكتله السكنية و التي من الممكن تصميما أن تتخذ الشكل المستقيم أو المتعرج أو العضوي للسماح بالهواء بالمرور بشكل انسيابي و ليمر تقريبا على كافة الكتل السكنية المتواجده.(19)
الاستنتاجات	1. يمكن استغلال المواد المطورة بتقنية النانو كالأسمنت و الخرسانة و الطلاءات المنقية للهواء في تطوير وتحسين البيئة العمرانية بالمناطق العشوائية الأعلى كثافة سكانية في القاهرة الكبرى كمنطقة منشية ناصر، مم قد يحد من التلوث البيئي ويؤثر بالإيجاب على البيئة وعلى صحة الإنسان وجميع الكائنات الحية الأخرى، و ما قد يؤدي إلى تحسين جودة الحياة للأجيال القادمة. (20) 2. تعتبر تطبيقات النانو في مجال العمارة و العمران من التطبيقات المتاحة الآن في الأسواق العالمية للاستخدام، ما يسمح لنا باستخدامها في تطوير العشوائيات كإضافة لخطة الدولة في تطوير المناطق الخطرة و العشوائية لتحسين جودة حياة الإنسان وبيئته بها.

9. النتائج النظرية للبحث:

1. سترتقي تقنية النانو بالمنطقة التي تم اقتراح استخدام منتجات و تطبيقات النانو بهاو هي منطقة منشأة ناصر بالقاهرة الكبرى و بالتبعية أي منطقة اخرى عشوائية التخطيط و التصميم العمراني ذات كثافة سكانية عالية ،و ذلك من حيث التشغيل والأداء والوظيفه وبالبيئة العمرانية المحيطة بالمبانى و كذلك إن استخدمت في البيئة الداخليه أيضاً.
2. استخدام تكنولوجيا النانو في العمارة والعمران قد يساهم في تحسين صحة الإنسان لا الضرر بها.
3. تتميز تقنية النانو بأنها عملية ذات مردود اقتصـادي كبير حتى على المدى البعيد، و قد اصـبحت مواد البناء النانوية مناسبة في ثمنها إلى حد ما مع أن عمرها الافتراضي أكبر مم يوفر فيما بعد في صيانة المنشأ.
4. ان استخدام تكنولوجيا النانو وموادها سوف تصنع جيلا جديدا من المعماريين يدرك أن العمارة بشكل خاص و المدن بشـكل عام لها روح ولغة فهي تحافظ على روح العمران وجماله الدائم وتطيل من عمره الافتراضـي كما تقلل من صيانته.
5. طورت تكنولوجيا النانو الفكر المعماري الحديث من خلال طرح العديد من الأفكار النظرية القابلة للتنفيذ وذلك مع التطور الذي أحدثته هذه التكنولوجيا في خصائص مواد البناء.

10. التوصيـــات:

من خلال المقترح المقدم فإن البحث يوصى بالتالى :

1. يوصى البحث استخدام منتجات النانو المعمارية في تحسين و تطوير العمارة و العمران بالقاهرة الكبرى كمحاولة للارتقاء البصري و البيئي بمبانيها و عمارتها و لتحسين جودة الحياة لسكان المدينة وفقا لرؤية مصر 2030.
2. يوصى البحث باستخدام طلاءات النانو يقلل من الصيانة الدورية المطلوبة لها مقارنة بالطلاءات التقليدية هذا ما يقدم شكل حضاري للمباني يدوم لفترة طويلة ويقلل من نفقات الصيانة الدورية.

11. المراجع :

1. جمال أحمد عبد الحميد وياسر صلاح الدين المغربي ، **تكنولوجيا النانو ودورها في تحقيق الاستدامه من خلال تطوير مواد وأساليب الانشاء** ، بحث منشور، جامعة المنيا، غير متوفر.
2. لميس سـيد محمدي عبد القادر، **تـأصـيل مفهوم تكنولوجيـا النـانو لتحقيق الإرتقـاء في مجـال العمـارة و العمران."دراسة خاصة للإرتقاء البصري والبيئي في مصر"** ، رسالة دكتوراه منشورة ، كلية الهندسة ، جامعة القاهرة ، 2015.
3. قحطان خلف الخرزجي، اسيل باسم الزبيدي، رنا عفيف عنائي ، **تقنية النانو و دوره في حياتنا** ، دار اليازوري العلمية، 2022
4. صـفات سـلامة ، تقديم العالم البروفيسـور منير نايفه ، **النانوتكنولوجي عالم صـغير ومسـتقبل كبير (مقدمه في فهم علم النانوتكنولوجي)**، الدار العربية للعلوم ناشـرون، مؤسـسـمة محمد بن راشـد آل مكتوم، الطبعة الأولى 2009.
5. علي محمد علي عبد الله ، **النـانو تكنولوجي بين الأمل والخوف**، مكتبة الدار العربية للكتاب، القاهرة، الطبعة الأولى يناير 2012م.
6. فاطمة العمراني ، **علوم و تقنيـة النـانو للجميع ، سـؤال وجواب في علوم و تقنيـة النـانو** ، خاص - فاطمة العمراني 2022
7. مجلة رؤية معمارية ، العدد الثاني ، م/جون اسحق نصير، **البوليمرات المسلحة بالألياف**، 2006م.
8. شركة بنترون العالمية ، معرض الانتربيلد بالقاهرة 2011.
9. كولن ميلبورن ، ترجمة : رؤوف وصفي ، **رؤية نانوية** ، المركز القومي للترجمة ، الطبعة الأولى ، 2018
10. Chopra1,K., Paulson, P. and Dutta1, V. **Thin-Film Solar Cells: An Overview. Progress in Photovoltaic's.** 2004

11. Dr. Nagwan Shehata , **Nano Technology's Effect in Development of Interactive interior Design , Visual Arts Between Stability and Variation Conference** , Faculty of Fine Arts , Alexandria University , 2007.
12. Sylvia Leydecker **, Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design** , Translation: Julian Reisenberger, Weimar , Berlin , 2010
13. Michael F.Ashby, Paulo J.Ferreira & Daniel L.Schodek , **Nanomaterials , Nanotechnologies and design** , Elsevier , Burlington , Ms 01803 , USA & Oxford OX2 8DP, UK, 2009.
14. Medhat A. Haroun , Sherif Sedky , **Applications of Nanotechnology in Construction Engineering** , School of sciences and Engineering , The American University in Cairo , Egypt. غير متوفر
15. Michael Triesman **, New Building Magazine** , Vol. 9 No.5, Property Press , U.K.2010
16. http://www.tadamun.co/?post_type=city&p=7656#.ZA25znYzaPk
17. http//www.alhasebat.net/vb/showthread.php?t=9801
18. http://phys.org/news154013899.html#jcp
19. www.nano-sky.com
20. www.namophos.com
21. www.maed_kougyou.com
22. http://www.sudacon.net
23. http://googleearthonline.blogspot.com/
24. http://www.arab-eng.org
25. www.marefa.org/index.php/