العمارة في ظل تقنية النانو

طالبة الماجستير: علا حربة كلية العمارة – جامعة البعث

اشراف الدكتور: لؤي مرهج

ملخص البحث:

لقد سيطرت التقنيات الفائقة وخاصة تقنية النانو على مختلف مجالات الحياة في هذا العصر وخصوصاً العمارة من خلال استغلال إمكانياتها في إنتاج مواد جديدة أو تحسين خواص مواد معينة، مما أدى الى ظهور عمارة النانو وهي أحدث وأهم ما أنتجته التقنيات الفائقة في القرن الحادي والعشرين حيث أعطت العمارة إمكانيات متعددة لتشكيل منتج معماري متفاعل مع البيئة الطبيعية من خلال استخدام خامات بناء محسنة بتقنيات النانو مثل الزجاج والخرسانة وغير ذلك. يتناول البحث تطور تقنية النانو وتأثيرها على العمارة، بالإضافة الى العديد من المفاهيم المتعلقة بمجال النانو؛ وما أتاحته من خصائص متقدمة لنظم الإنشاء وخامات البناء المتنوعة سواء كانت الخرسانة أو الفولاذ أو الخشب ومواد الإكساء المختلفة التي أثرت على الشكل المعماري للمبنى، كما ساعدت في زيادة كفاءة المباني، التي أضافت أبعاداً جديدة للمصمم المعماري مكنته من تجسيد أفكاره والتعبير عنها بشكل كامل، مما أدى الى الوصول لتشكيلات معمارية متناهية في الروعة والتعقيد، كان من المستحيل الوصول اليها دون تقنية النانو فقد قدمت حلولاً بيئية جديدة ساعدت على استدامة المبنى والموقع وقللت من التكلفة الاقتصادية.

الكلمات المفتاحية: تقنية النانو، عمارة النانو، الشكل المعماري.

Architecture the Light of Nanotechnology

Research Summary:

The super techniques and especially nanotechnology have predominated on the different life fields in this era and especially the building, through utilization of its abilities in producing new items or improving the properties of specific materials , which led to nanotechnology appearance and it is the most modern and important of what the super techniques produced in the 21st century where it gave the building several abilities to form an architectural interacting with the natural environment product through using building materials improved with nanotechnology like glass, concrete and other.

The research deals with the development of nanotechnology and its influence on building, in addition to many terms related Nano field; and what it allowed of advanced properties of construction systems and building materials, which influenced the building architectural shape and helped in increasing building efficiency.

Nanotechnology added new dimensions to the architectural designer enabled him to embodiment his ideas and fully expressing it , which led to get an infinite magnificence and complicated architectural formations which was impossible to get to it without Nanotechnology.

Key Words: Nanotechnology, Nanoarchitecture, architectural formation.

مقدمة:

تعيش البشرية حالياً عصر التقنيات المتقدمة بجميع صورها وتأثيراتها في كل صور حياتنا اليومية، حيث تترك التقنية أثراً عميقاً على نواحي الفكر الإنساني بما في ذلك الفكر المعماري، الذي يتأثر بما حوله من متغيرات سواء ثقافية ودينية وبيئية وتكنولوجية. ومع تسارع العلم والتطور في علوم تقنية النانو التي مكنت من اكتشاف مواد بنائية وانشائية جديدة تقوم على أساس تقنية النانو، فظهرت عمارة النانو التي تسعى الى التصميم البيئي من خلال استخدام التكنولوجيا الجديدة والمواد الجديدة والوسائل العلمية المتقدمة، في إنشاء صروح معمارية ذات أشكال معاصرة.

أهمية البحث:

تعد تكنولوجيا النانو واحدة من أهم التطورات العلمية والتي لها أثر كبير على العديد من المجالات بما فيها العمارة حيث أنها تقدم مواداً وأنظمة جديدة من شأنها أن تؤثر على مواد البناء ومن ثم على الشكل المعماري، ولذلك لابد من دراسة حدود هذه العلاقة للحصول على تصاميم ذات كفاءة عالية بيئياً ووظيفياً وجمالياً.

هدف البحث:

يهدف البحث الى دراسة تأثير تقنية النانو على الشكل الخارجي والأداء البيئي، للوصول الى نتائج تسعى الى تحسين شكل وأداء المباني بالاعتماد على تقنية النانو.

منهجية البحث:

تعتمد الدراسة في شقها الأول على الأسلوب التجميعي للقاعدة النظرية القائمة على التعريف بتقنية النانو وعمارة النانو وتأثيرها على الشكل المعماري. وتعتمد في شقها الثاني على الأسلوب التحليلي لنموذج عالمي تم تطبيق تقنية النانو فيه، للوصول الى مدى تأثير تقنية النانو على الشكل الخارجي للغلاف المعماري المعاصر وعلى الأداء البيئي للمبنى.

1_المفاهيم الأساسية لتقنية النانو:

لا يمكن تحديد عصر أو حقبة معينة لظهور تقنية النانو، كما أنه ليس من المعروف بداية استخدام الإنسان للمادة ذات الحجم النانوي، لكن ذكر مفهوم تقنية النانو لأول مرة في عام 1876م عندما أجرى الفيزيائي جيمس ماكسويل James Clerk Maxwell تجربة ذهنية باسم عفريت ماكسويل "Maxwell's Demon" ولدت فكرة التحكم في تحريك الذرات والجزئيات. وتلاه العالم ريتشارد فيمان في عام 1959 حيث قال " بأن المادة عند مستويات النانو وبعدد قليل من الذرات تتصرف بشكل مختلف عن حالتها عندما تكون بالحجم المحسوس"، في عام 1974 ظهر مسمى تقنية النانو Nanotechnology عبر تعريف العالم الياباني نوريو تانيغوشي Norio Taniguchi حيث قال:" إن تقنية النانو ترتكز على عمليات فصل واندماج وإعادة تشكيل المواد بواسطة ذرة واحدة أو جزيء ". تتالت الاكتشافات وزاد الاهتمام بأبحاث تقنية النانو كما اكتشفت أجهزة جديدة ساعدت في تطور انتشار تقنية النانو ودخولها في كافة مجالات الحياة. وفي عام 2000 أعلنت الولايات المتحدة الأمريكية (مبادرة تقنية النانو الوطنية NNI)، والتي جعلت تقنية النانو تقنية استراتيجية وطنية. وفي عام 2003 تم معرفة أسرار هذه التقنية والتحكم بعالم المواد النانونية. **(13)**

1_1. مفهوم النانو Nano:

مصطلح" نانو "مشتق من الكلمة الإغريقية نانوس Nanos وتعني القزم Dwarf، وتعرف على أنها وحدة قياس مترية دقيقة ومتناهية الصغر وتعادل واحداً من ألف مليون من المتر أي ما يعادل عشرة أضعاف وحدة القياس الذري المعروفة بالأنجستروم وهي لا ترى إلا تحت المجهر الكتروني، وتستخدم هذه الوحدة للتعبير عن أبعاد أقطار ومقاييس ذرات وجزيئات المواد المركبة والجسيمات المجهرية مثل البكتريا والفيروسات. (13)

1-2. مفهوم علم النانو Nanoscience :

هو علم يهتم بالتعامل مع المواد في مستواها الذري والجزيئي بمقياس لا يتعدى 100 نانومتر، ويهتم أيضا باكتشاف ودراسة الخصائص المميزة لمواد النانو. (13)

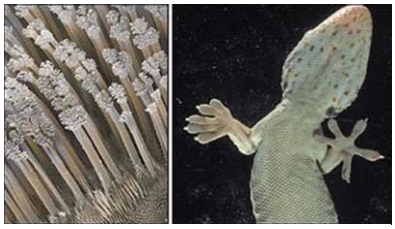
1-3. مفهوم تقنية النانو Nanotechnology:

تقنية النانو تشمل الأبحاث والتطورات التقنية على المستويات الذرية والجزيئية في مجال طولي حوالي 1–100 نانو متر، لتوفير فهم أساسي للظواهر والمواد على مقياس النانو وهي التي تصنع وتستخدم تركيبات لديها خصائص فريدة نظراً لصغر حجمها. (13)

1–3–1. وجود تقنية النانو في الطبيعة:

إن وجود أجهزة تعمل بتقنية النانو ليس بالأمر الجديد، والواقع أن وجودها يعود إلي عمر الأرض وبدء الحياة فيها، نذكر البعض منها وهي:

الأنظمة البيولوجية: تقوم بتصنيع الخلايا الحية في جسم الإنسان والحيوان تعد مثالاً مهما لتقنية النانو الطبيعية. وقد تم استخدام هذه التقنية في إنتاج روبورتات متناهية الصغر تستخدم لتأدية عمليات معينة في جسم الإنسان.



الشكل (1): حيوان الوزع تحت المجهر. (3)

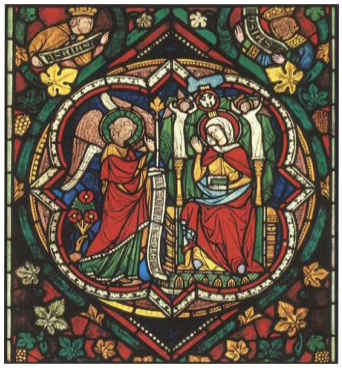
حيوان الوزغ: هو نوع من السحالي يتمتع بقدرة عجيبة على تسلق الجدران دون السقوط، وذلك يعود لوجود مئات من الشعيرات النانوية الدقيقة جداً في حدود ١٠٠–٢٠٠ نانومتر في كل إصبع من أصابع أقدام الوزغ قادرة على الاتصال مع التركيب الجزيئي لأي سطح. نجحت مجموعة بحثية في تطوير أنموذج أولي لشريط لاصق يحاكي التقنية التي تمنح قدم الوزغ قوته اللاصقة القوية.

وحيد القرن: حيوانات لديها قرون قوية جداً للكسر، والسبب في ذلك وجود الكرياتين وهو بروتين ليفي، وهو أيضا موجودة في الشعر والأظافر. وقد نجحت مجموعة بحثية في تطوير مواد قوية جداً قادرة على إصلاح الشقوق وقادرة على الشفاء ذاتياً. **(3)**

1–3–2. استخدام تقنية النانو في العصور القديمة:

إن استخدام تقنية النانو قديم جداً ويعود الى الحضارة الرومانية والحضارة الصينية في صناعة الزجاج، ولعل الكأس الإغريقي الشهير للملك الروماني لايكورجوس "Lycurgus" في القرن الرابع الموجود في المتحف البريطاني يحتوي على جسيمات ذهب وفضة نانوية

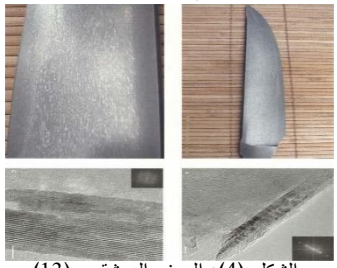
الشكل (2): كأس الملك لايكورجوس. (13)



الشكل (3): زجاج كاتدرائية كولونيا. (13)

تسبب في تغير لون الكأس وذلك وفقا لزاوية سقوط الضوء من اللون الوردي المتوهج الى اللون الاخضر المتوهج.

وفي الحضارة المسيحية نجد نوافذ الكنيسة هي مثال كلاسيكي للاستخدام المبكر لتقنية النانو. فجزيئات الذهب النانوية، هي المسؤولة عن إنتاج اللون الأحمر القاني للزجاج، كالزجاج المستخدم في كاتدرائية كولونيا التي يعود تاريخها إلى 1280 م.



الشكل (4): السيف الدمشقي. (13)

وفي القرن السابع عشر استخدم الحرفيون تقنية النانو في صناعة السيف الدمشقي المعروف بصلابته ومرونته، المصنوع من فولاذ" الووتز Wootz"، وبعد دراستها تحت المجهر الإلكتروني تبين وجود تراكيب لأنابيب بأحجام نانوية من الكربون داخل هذا الفولاذ، تشبه الأنابيب الكربونية النانوية التي يوظفها المصممون في التقيات الحديثة لصنع منتجات متينة تتصف بخفة وزنها. **(13)**

1-4. المواد النانوية Nanomaterial:

هي الفئة المتميزة من المواد المتقدمة التي يمكن إنتاجها بحيث تتراوح مقاييس أبعادها أو أبعاد حبيباتها الداخلية بين 1-100 نانومتر، وقد تكون مواداً عضوية أو غير عضوية طبيعية او مصنّعة، تسلك تلك المواد سلوكا مغايراً للمواد التقليدية. **(13)**

1-5. خواص المواد النانوية:

هناك الكثير من الخصائص التي تميز جسيمات النانو وذلك لسببين هما:

أ. الزيادة النسبية للمساحة السطحية: المواد النانوية لها مساحة سطح أكبر عندما تقارن بنفس المواد في الحيز الأكبر، وهذا يجعل المواد أكثر نشاطاً كيماوياً ويؤثر في قوتها أو خواصها الكهربائية . فأصبحت مواد النانو تستخدم كمواد محفزة.

ب. التأثيرات الكمية: وهي تبدأ في التحكم في تصرفات المادة في حيز النانو، لأن هذه المواد لم تعد تخضع لقوانين الفيزياء الكلاسيكية نظراً لأبعادها الصغيرة التي تقترب من الأبعاد الذرية لذا فإنها تخضع لقوانين فيزياء الكم والذي ينعكس على خواصها. منها القدرة على تغير اللون والشفافية والصلابة الكبيرة والقدرة الكبيرة على التوصيل والعزل. **(9)**

2_ العمارة وتقنية النانو:

العمارة هي كالكائن الحي تنمو وتتطور مع الزمن، فمع ظهور تقنية النانو بدأ المعماريون يحاولون فهم تلك التقنية واستغلال قدراتها لبناء عمارة تتفاعل مع حواس الإنسان.

2-1. أهمية تقنية النانو في العمارة:

دمج تقنية النانو مع العمارة أعطت حريات واسعة وفتحت باباً أمام المعماريين الذين يسعون للتجديد والتغلب على المشاكل المعمارية من خلال طريقتين رئيسيتين هما:

أ. تصميم المواد الخاصة بالمعماري (المواد النانوية):

وهو مصطلح يشير الى قدرة المعماريين على أن يدخلوا الى الجزيئات ويتحكموا بشكل المواد التي توفر كمية هائلة من مواد البناء للتعامل معها والسيطرة على خصائصها لإنتاج مواد نانوية، بالإضافة إلى إمكانية دمج هيكل المبنى الحامل مع الجدران الخارجية والداخلية الأمر الذي يؤثر على قرارات المعماريين وخياراتهم التصميمية، وأيضاً يعطي آفاقاً جديدة للمنفذين في تحقيق كل ما كان مستحيلاً. (7)

ب. أجهزة وأدوات النانو:

توفر تقنية النانو في الهندسة المعمارية أجهزة نانو جديدة التي يمكن أن تكون جزءاً لا يتجزأ من عناصر المبنى، وتعمل على تحويل المبنى ليكون واجهة لديها إمكانية استشعار البيئة المحيطة وإخراج المعطيات على حد سواء (تستجيب بين المساحات الداخلية والظروف الخارجية)، بالإضافة إلى محاكاة المنظومات الحية، فتنتج تصاميم تتفاعل بشكل أفضل مع حواس الإنسان. (7)

2_2. عمارة النانو Nanoarchitecture:

هي عبارة عن اندماج تقنية النانو مع العمارة وتأثيرها على المواد والطرق المعمارية لإنتاج مباني متفاعلة مع الإنسان والبيئة المحيطة. وتقدم تقنية النانو العديد من التطبيقات في مجال العمارة من خلال تغير طريقة تفكير المعماريين في أشكال المباني. وتعتمد عمارة النانو بالنسبة لمواد البناء على ما يلي:

أ_ المواد الطبيعية: هي المواد الطبيعية المطلية بأغشية النانو للحفاظ على شكلها ولونها الطبيعي دون أن يتأثر بالعوامل الجوية المحيطة.

ب_ المواد المصطنعة: هي الأسطح الاصطناعية التي تشبه المواد الطبيعية، يتم صنعها في المعامل وبالمواصفات المطلوبة ويتم تحسين مواصفاتها بتقنية النانو.

ت_ أسطح النانو التفاعلية: هي أسطح تصنع في المعامل تعتمد على دمج المواد الطبيعية مع جزيئات النانو. (7)

2-3. تأثير تقنية النانو على النتاج المعماري:

أثرت الطريقتان السابقتان في العمارة باتجاهين رئيسين على العمارة هما:

الاتجاه الأول: تغير الفكر المعماري Changing the way of thinking Architectural:

حيث أصبح المعماري يختار مواد البناء التي سيعتمد عليها في تصميمه قبل بدئه في وضع فكرته ومخططاته. كما أصبح من الضروري تعاون المعماري مع الإنشائيين لإنتاج مواد تخدم فكرته التصميمية، مما عمل على إزالة العوائق التي تواجه الفكر المعماري.

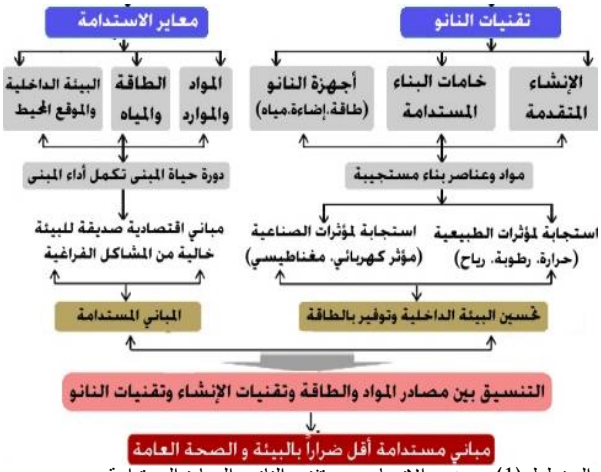
الاتجاه الثاني: ظهور أشكال معمارية جديدة New Architectural Form: من خلال دمج تطبيقات تقنية النانو الذي أنتج أشكالاً معمارية كان من المستحيل تحقيقها وهي:

_ أشكال معمارية مرنة وحيوية وذات ارتفاع شاهق.

_ أشكال معمارية تتصف بالديناميكية الذاتية، أو غير ذاتية يتحكم بها.

_ أشكال معمارية بيولوجية مستقبلية تحاكي كلاً من الطبيعة والإنسان. (7)

2-4. العمارة المستدامة في ظل تقنية النانو:



المخطط (1): يوضح الاندماج بين تقنيه النانو والعمارة المستدامة.

بدأ العالم بربط عمارة النانو بالاستدامة في جميع التصاميم والمشاريع لأهمية تحقيق مبادئ الاستدامة للبشرية والكون. إن تقنية النانو تفتح عالماً جديداً من المواد المتقدمة أكثر كفاءة وقادرة على تطوير نفسها وفقاً لما يطلبه المصمم مما أعطى إمكانيات جديدة في مجال البناء المستدام، فتعمل على زيادة كفاءة أداء المبنى وتحسن من البيئة الداخلية والخارجية للمبنى وتوفر استهلاك الطاقة وأيضاً ازالة التلوث من البيئة الطبيعية.

الشكل (5) : مستشفى مانويل جيا. (24)

ويكون الاندماج بين تقنية النانو والعمارة المستدامة من خلال ما يلي:

1. تطبيقات مواد البناء النانوية المستدامة المستخدمة في القطاع المعماري.
2. جوانب تأثير تقنية النانو على العناصر الإنشائية بالمباني.
3. جوانب تكامل هذه المواد مع منظومة المباني المستدامة.

مثلاً:استخدام تقنية النانو في الواجهة الأمامية لمشفى مانويل جيا في المكسيك لتحقيق الاستدامة، حيث أن المبنى يتميز بتقليل تلوث البيئة.(11)

2-5. العمارة الذكية في ظل تقنية النانو:

إن تقنية النانو قدمت العديد من التقنيات فائقة الذكاء التي تزيد من كفاءة واستجابة المباني الذكية، فالتنسيق بين تقنيات النانو في العناصر الإنشائية المتقدمة وخامات البناء الذكية وعناصر المبنى المحسنة بتقنية النانو وبين تقنيات المعلومات في نظم وحدة التحكم المركزي الحاسوبية المستخدمة في إدارة عناصر ووظائف وخدمات المبنى تعمل على زيادة كفاءة الأداء الذكي ويحسن من البيئة الداخلية للمبنى ويحسن كذلك من الأداء الفعال للمبنى تجاه البيئة الطبيعية.

الشكل (6): مركز كريشنا سينغ لتقنية النانو في فيلادلفيا. (1)

ويكون الاندماج بين تقنية النانو والعمارة الذكية من خلال ما يلي:

1. تطبيقات مواد البناء النانوية الذكية المستخدمة في القطاع المعماري.
2. جوانب تأثير تقنية النانو على العناصر الإنشائية بالمباني.
3. جوانب تكامل هذه المواد والتقنيات الذكية مع منظومة المباني الذكية.

مثلاً: استخدام تقنية النانو في كامل مركز كريشنا سينغ في فيلادلفيا لتحيق مبنى فائق الذكاء ، حيث يتميز المبنى بتوفير الأجواء الملائمة لزيادة إنتاجية العمل، وكفاءة منظومة توليد الطاقة من الشمس وخفض استهلاك الطاقة.(1)

3_ أثر تطبيقات تقنية النانو على العمارة:

مرت العمارة في بداية القرن الحادي والعشرين بفترة مثيرة من التجارب والتغيرات في الأشكال والتوجهات المعمارية وأدى الى إدراج مواد النانو وتكنولوجيا النانو في عمليات التصميم والبناء الى تطوير التفكير المعماري ومقاومة

المخطط (2): يوضح الاندماج بين تقنيه النانو والعمارة الذكية.

التحديات المعاصرة.

3-1. أثر تطبيقات تقنية النانو في مواد الإنشاء:

أدى دمج مواد البناء بتقنية النانو أدى الى تحسين خواصها وإكسابها إمكانيات أكثر من مادة في نفس الوقت، فأصبح المصممون لا يهتمون كيف سيتم البناء لكن يهتمون بالتصميم. سيتم تناول كل مادة من حيث الإضافات النانوية وتأثيرها على المادة وأهم فوائدها.

الشكل (7): برج خليفة في مرحلة الإنشاء. (2)

3-1-1. الخرسانة Concrete:

هي من أكثر المواد إنتاجاً واستخداماً في العالم، حيث يتم إنتاج سنوياً حوالي طن واحد من الخرسانة لكل إنسان في العالم. تم إضافة نوعين من المواد النانوية إليها هما:

أ_ الميكرو سليكا والنانو سليكا: هي أحد منتجات المواد الخام من السليكون.

_ يتمثل تأثيرها على الخرسانة: بزيادة القوة والمتانة، مما أدى الى تغير في طريقة استخدام الخرسانة في النظم الإنشائية.

_ وتم استخدامها في المباني الشاهقة بالارتفاع.(21) مثل برج خليفة حيث استخدمت في إنشائه خرسانة مع إضافات الميكرو سليكا والنانو سليكا مما اعطى قدرة على زيادة ارتفاع البرج بشكل كبير.(2)

المخطط(3): تطبيقات تقنية النانو في مواد الإنشاء.

ب_ ثاني أكسيد التيتانيوم النانو: هو أكسيد يتكون طبيعياً من معدن التيتانيوم.

_ يتمثل تأثيرها على الخرسانة: بزيادة القوة وتقنيات التشكيل، وبفضل عملية التحفيز الضوئي التي تجعله قادراً على منع تلوث الأسطحة ومضاداً للبكتيريا ويساعد في تنقية الهواء.

_ وتستخدم في الأسطح الخارجية الواسعة في المناطق الملوثة.(19) مثل كنيسة اليوبيل في إيطاليا –2003م للمعماري ريتشارد ماير:

شكل المبنى مستوحى من فكرة الثالوث المقدس من خلال ثلاثة أشرعة بيضاء عملاقة ارتفاعها 36 متراً في السماء، والكنيسة واقعة في منطقة عالية التلوث بعوادم السيارات ودخان المصانع. فقد تم إضافة وثاني أكسيد التيتانيوم النانو الى الخليط الخرساني الذي حافظ على نظافة السطوح البيضاء، كما خفف من التلوث البيئي المحيط بالمبنى. (13)

التأثير على الشكل: إنشاء مباني ديناميكية انسيابية مرنة.

التأثير على الأداء البيئي: تنقية الهواء الخارجي ومكافحة تلوث البيئة.

الشكل (8): كنيسة اليوبيل في روما. (13)

3-1-2. الفولاذ Steel:

منذ الثورة الصناعية الثانية، يلعب الفولاذ دوراً هاماً في مجال البناء ولكن في نفس الوقت يفتقر الفولاذ الى قابلية التشكيل ومقاومة التآكل في بعض الحالات، وقد تم إضافة مواد نانوية لتحسين أداء الفولاذ أهمها:

أ_ جسيمات النحاس والمغنيسيوم والكالسيوم النانوية التي تعمل على تحسين ترابط جزيئات الفولاذ، والحد من آثار هشاشة الهيدروجين، ورفع مقاومته للتآكل والحرارة.

ب_ إضافة المواد المالئة النانوية Nano-Fillers: التي تزيد من الخواص الفيزيائية والكيميائية للفولاذ وتزيد من قوة انحنائه.

_ تؤثر الإضافات كثيراً في مقاومة الفولاذ للتآكل وقوته، وبالتالي تقليل كمية التسليح في الخرسانة، كما أنه يقلل من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

_ يستخدم في إنشاء تصاميم حرة ومرونة وفي الفراغات الواسعة.

_ يؤثر الفولاذ على أداء المبنى في الحصول على فراغات واسعة دون وجود أعمدة وتقليل كلفة الصيانة (12)، مثل استاد أستانا في كازاخستان – 2009م: حيث تم الاعتماد على فولاذ النانو المرن القابل للتشكيل والمقاوم للتآكل والحرارة في كامل هيكل المبنى ذو المجازات الكبيرة وعلى أربعة أقسام هي (سقف ثابت، سقف قابل للطي، الشرفة العليا، الجدران الجانبية)، مما أعطى شكلاً ديناميكياً للملعب مع فراغ داخلي خالٍ من العناصر الإنشائية بالإضافة لتفاعله مع البيئة عن طريق السقف الفولاذي القابل للطي.(4)

التأثير على الشكل: إنتاجه تصاميم حرة ومرونة تتمتع بديناميكية ساكنة وذلك تبعاً للتموج الناتج عن السطح. التأثير على الأداء البيئي: تقلل من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وحرية ومرونة في تشكيل الفراغات ذات مساحات كبيرة محررة من العناصر الإنشائية.

3-1-3. الخشب Wood:

يتكون الخشب من هيدرات الكربون واللجنين في هيكله الذي يمكن تدميره بفعل عوامل مختلفة مثل الأشعة فوق البنفسجية والفطريات والنمل والخنافس والمواد الكيميائية، مما

الشكل (9): استاد أستانا الوطني. (4)

يقلل متانة الهيكل الخشبي، حيث تم إضافة مواد نانوية لتحسين أداء الخشب أهمها:

أ_ أكسيد الألومنيوم النانوي: يزيد من صلابة الخشب ومقاومته للتآكل والخدش.

ب_ أكسيد الحديد وثاني أكسيد التيتانيوم النانوي: يعمل على حماية الخشب من الأشعة فوق البنفسجية ومقاومة الفطريات والعفن والطحالب بالتالي تزيد من عمره الزمني.

ج_ نانو السليكا: تعمل على زيادة صلابة الخشب ومنع تسرب الماء وعدم نفاذية البخار.

_ تؤثر الإضافات كثيراً في تحسين الأداء الهيكلي للخشب ومقاومته وزيادة عمره الزمني مما أعطاه القدرة على الاستدامة بالإضافة الى سهولة تشكيل الخشب بالمقاطع والأشكال مطلوبة للتصميم.

_ يستخدم كمادة إنشائية في التصاميم العضوية المرنة ذات التشكيل الحر والمظلات.

_ يؤثر الخشب على أداء المبنى في الحصول على فراغات داخلية ذات بيئة مريحة والتقليل من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون وتقليل التكلفة الاقتصادية. (10) مثل مظلة متروبول الشمسية الملونة في اسبانيا _2011م:

تعتبر مظلة متروبول الشمسية الملونة في اشبيلية أكبر هيكل خشبي في العالم حيث يصل ارتفاعها 28 متراً وتغطي مساحة أكثر من 11000 متراً مربعاً. الخشب المستخدم في الهيكل مصنوع من تقشير جذوع شجرة التنوب بسماكة 3 ملم ومعالجتها بالإضافات النانوية من البولي يوريثين مما جعلها مقاومة لأحول الطقس من حرارة الشمس والرطوبة وطاردة للمياه والأوساخ ومانعة لتشكل العفن. وأيضاً إضافات نانوية أخرى لإنتاج بنية متجانسة قوية غير قابلة للانحناء ومقاومة للحرائق تتمتع بالمرونة ومقاومة عالية للشد والضغط مما يجعله أفضل من الخشب العادي لإنتاج المقاطع الضخمة المستخدمة في الهيكل. (17)

التأثير على الشكل: إنتاج تصاميم عضوية ومرونة، وإعطاء إحساس بأن المبنى مولود من الطبيعة. التأثير على أداء المبنى: تقليل من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وتأمين بيئة داخلية مريحة.

3-1-4. الخرسانة الشفافة Transparent Concrete:

الشكل (10): مظلة متروبول الشمسية الملونة فى اسبانيا. (17)

والمعروفة أيضاً بالخرسانة الباعثة للضوء light Transparent Concrete هي مادة بناء جديدة مصنوعة من خلال دمج الألياف البصرية مع الخرسانة والهدف الرئيسي منها هو استخدام ضوء الشمس كمصدر للضوء للحد من استهلاك الطاقة للإنارة.

_ تستخدم في العمارة سواءً لأغراض إنشائية أو جمالية في الفراغ الداخلي أو الخارجي.

_ الشفافية النسبية للخرسانة الشفافة تعطي انطباعاً عاماً بأن سمك ووزن الخرسانة سوف يختفي، وأيضاً أن الضوء أكثر بالإضافة الى تحقيق واجهات شفافة حيوية وديناميكية متغيرة بالنسبة للزمن على طول النهار، وشكل الواجهات الخارجية في الليل تصبح امتداداً للفراغ الداخلي والعكس صحيح. كما أن دمج الخرسانة الشفافة مع أضواء ال LED تعطي إمكانيات واسعة للتصميم المعماري الخارجي والداخلي وأيضاً استخدامها كوسيلة إعلامية بخلق واجهات شفافة حيوية وديناميكية متغيرة بالنسبة للزمن وفراغ داخلي حيوي مضاء من الخارج.

_ تعمل الخرسانة الشفافة على تقليل استهلاك الطاقة للإنارة. (8) كما هو الحال في معهد أبحاث النسيج في ألمانيا_2012م:حيث استخدمت الخرسانة الشفافة، بشكل جزئي في المبنى وذلك في الواجهة الرئيسية فقط، مما عمل على تغير الشكل الخارجي لها قبل غروب الشمس بساعة حيث يبدأ ظهور تأثير الخرسانة الشفافة وفي ساعات الليل يتم تشكيل واجهات جديدة تتمتع بالحيوية كل فترة، وعلى مدار الليل الى شروق الشمس وذلك بفضل مصابيح RGB الباعثة لضوء متعدد الألوان والقادرة على تبديل لونها.(25) التأثير على الشكل: إنتاج تصاميم شفافة حيوية وديناميكية متغيرة بالنسبة للزمن على طول النهار وعند دمج الخرسانة الشفافة بمصابيح LED تصبح الواجهات وسائل إعلامية ديناميكية متغيرة. التأثير على أداء المبنى: توفير أكبر قدر من الإضاءة الطبيعية.

الشكل (11): معهد أبحاث النسيج. (25)

3_2. أثر تطبيقات تقنية النانو في مواد الإكساء:

أحدثت تقنية النانو تغيراً كبيراً في عالم الهندسة المعمارية بدءاً من المراحل الابتدائية في التفكير الى وضع اللمسات النهائية لمواد الإكساء، خاصة في الاختيار الصحيح للمواد التي لا تنعكس فقط على التصميم، بل أنها تؤثر بشكل كبير على منهجية التفكير المعماري وفقاً للعروض الجديدة والكثيرة التي توفرها تقنية النانو في مجال مواد الإكساء.

3-2-1. الزجاج Glass: الزجاج من أهم مواد البناء الذي يعطي المباني شكلاً أكثر شفافية من خلال مساحات الزجاج المستخدمة والتحكم بشفافيتها.

حيث تعمل المواد النانوية المضافة الى الزجاج على تغيير خصائصها وتطبيقاتها، وهي:

أ_ يعمل أكسيد الزنك مع ثاني أكسيد التيتانيوم والنيتروجين المطعمة بثاني أكسيد التيتانيوم على طرد المياه وتجعل الزجاج مضاداً لانعكاس الأشعة الشمسية.

ب _ تساهم الإضافات من VO2-based بتغيير اللون والحرارة.

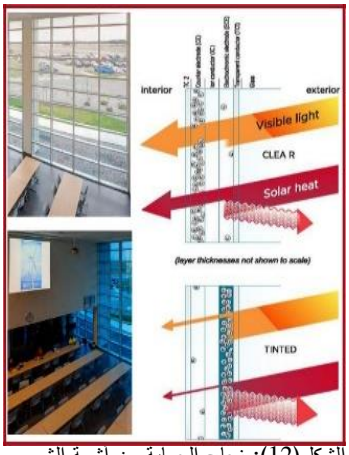
ت _ تعمل الإضافات من NiO-based وV2O5-based على تغيير اللون بالأمواج الكهربائية.

ج_ يعمل ثاني أكسيد التيتانيوم النانوي على التنظيف الذاتي الضوئي. (23)

هذه الإضافات أنتجت أنواعاً مختلفة من الزجاج، وهي:

أ_ الزجاج ذاتي التنظيف Self-Cleaning Glass: هو زجاج معالج ضد التصاق الأوساخ به، ويحتوي على طبقة رقيقة من ثاني أكسيد التيتانيوم النانوي بسماكة 15 ميكرون، حيث يتم إزالة الأوساخ عن طريق عملية التحفيز الضوئي أو عن طريق المياه، مما يوفر الجهد والوقت والمال في عملية التنظيف.(18)

ب_ زجاج الحماية من الشمس Solar Protection Glass: حيث أتاحت الحلول المبتكرة لتقنيات النانو وسيلة جديدة لدمج وتكامل الزجاج مع المبنى من خلال طريقتين هما:



الشكل(12): زجاج الحماية من اشعة الشمس. (18)

أولهما الطريقة الكتركرومية Electchromatic: وهذه الطريقة يدوية يستخدم فيها مفتاح كهربائي يدوي التحكم للوصول إلى الدرجة المطلوبة من التعتيم أو درجات اللون الأزرق القاتمة وفق الحاجة، وهذه العملية تحتاج الى طاقة كهربائية قليلة لأنها طبقات رقيقة جداً، ويكون ذلك في بضع دقائق (13).

والثانية هي الطريقة الفوتوكرومية Photocromatic: وهذه طريقة ذاتية التأثير حيث أن حرارة أشعة الشمس هي من يقوم بعملية التعتيم أو الشفافية تلقائياً، مما يسمح للنوافذ بالحد بشكل كبير من الحمل الحراري، ويتحقق التوازن الطبيعي والاستفادة القصوى من ضوء النهار. (18)

الشكل (13): زجاج فوتوكرومي في منشأة تعليمية في كيلر، تكساس، الولايات المتحدة الأمريكية. (26)

ت_ زجاج الحماية من الأشعة فوق البنفسجية UV Protection Glass:

هو زجاج شفاف لا يعيق الرؤية ولا نفاذ الإضاءة الطبيعية مما يؤدي الى تقليل استهلاك الطاقة للإنارة، وفى نفس الوقت يمنع الإبهار ويقلل من دخول الأشعة فوق البنفسجية (الأشعة غير المرئية) التي تمثل نسبة كبيرة من الإشعاع الشمسي، وترفع من درجة حرارة الفراغ وتزيد أحمال التكييف دون فائدة ضوئية، وهذا يؤدي إلى تخفيض الكسب الحراري الشمسي إلى النصف تقريباً. (5)

وهناك زجاج متعدد الوظائف Multifunctional يستند إلى أنسجة النانو السطحية التي تنتج مجموعة واسعة من الميزات المخروطية معاً، مثل زجاج يتمتع بالتنظيف الذاتي ويقاوم الضباب ومضاد للانعكاس، ويمكن استخدامها في جزء من المبنى أو كغلاف ساتر للمبنى مع تحقيق أكبر قدر من الاستدامة للتصميم.(5)

يؤثر الزجاج ذو الوظائف المتعددة على الهندسة المعمارية من خلال الشكل والأداء:
ويتجلى التأثير على الشكل المعماري من خلال:

1. واجهات معمارية ذات شفافية عالية ولا تعكس وظيفة المبنى والفراغات الداخلية.
2. واجهات شفافة ذات تناسق وترابط ضمن أسلوب واحد وإيقاع موحد متناغم ومتلاحم بالإضافة الى البساطة والوضوح في تصميم الشكل الخارجي.
3. إعطاء الشكل الخارجي ديناميكية متغيرة تلقائياً أو يدوياً.
4. الحفاظ على الارتباط البصري ودمج الخارج مع الداخل في قطعة موسيقية واحدة.

أما التأثير على أداء المبنى من خلال:

1. عدم التقيد بالاتجاهات الصحيحة للفراغات المعمارية الداخلية.
2. تحقيق ظروف بيئية داخلية آمنة وصحية وملائمة ومريحة، وتقليل التأثير البيئي السلبي على البيئة الخارجية، بالإضافة الى تقليل استهلاك الطاقة.
3. رخص التكلفة الابتدائية وقلة مصروفات الصيانة والاستبدال والتشغيل، بالإضافة الى زيادة العمر الافتراضي للزجاج.

ومن الأمثلة الجيدة لاستخدام هذا النوع من الزجاج مبنى بيت المسنين في سويسرا- 2004م: فالمبنى عبارة عن دار للمسنين يتألف من أربعة طوابق ويحتوي على 20 شقة، في جبال الألب السويسرية، صمم المبنى بأسلوب بسيط وحيوي يحقق نظم الإدارة البيئية.

_ تم استخدام الزجاج الذي يعتمد على الطريقة الفوتوكرومية مع الجدران الخرسانية والفولاذ المقاوم للصدأ، حيث استخدم زجاج الكريستال الذي يتمتع بالتقنيات التالية:

- الحماية من الأشعة فوق البنفسجية.
- التحكم الشمسي عن طريق المواد متغيرة الطور PCM من ملح الهيدرات تكون بمثابة خزان الحرارة الكامنة (الحصول عليها من الشمس). (13)

وهو يحقق بيئياً: العزل الحراري الشفاف –الحماية الحرارية –تحويل الطاقة –التخزين الحراري وذلك عن طريق تخزين أشعة الشمس شتاءً وعكسها في الصيف.

ويؤثر الزجاج على شكل المبنى فيعطي شكلاً أكثر ديناميكية واندماجاً مع الطبيعة حيث يتغير لونه وفق أشعة الشمس فيعطي لوناً أبيض في الشتاء وشفافية مختلفة في الصيف.
ويحقق وظيفياً: زيادة المساحة عن طريق التقليل من سماكة الجدران، وعدم التقيد بالاتجاهات في عملية التصميمة.

الشكل (14): دار المسنين في سويسرا. (14)

3-2-2. الخرسانة المسلحة بالألياف الزجاجية Concrete Fiber Carbon:

تعتبر هذه الخرسانة من أكثر المواد المركبة والمستحدثة شيوعاً في عالم البناء والتصميم الداخلي الحديث، وتتكون من الإسمنت والرمل والمياه وإضافات نانوية من ألياف الكربون الزجاجية القصيرة، وتؤدي هذه الإضافة إلى زيادة مقاومة الشد والضغط.

_ تتميز الخرسانة بعدم تأثرها بالماء والرطوبة وأملاح البحر، وعاكسة للحرارة، ولا تشتعل نهائياً وعازلة للصوت وخفيفة الوزن وسهلة التنظيف وغير قابلة لتكاثر الحشرات ونمو الفطريات والمكروبات، ويمكن تلوينها بصبغات وألوان مختلفة.

_ وتعتبر الخيار الأفضل للمهندسين في التصاميم العضوية والبارامترية ذات الواجهات المرنة بتشكلات انسيابية حرة وذلك بسبب سهولة التصنيع والقولبة لإنتاج الأشكال والتفاصيل الدقيقة سواء المنتظمة أو المعقدة. (16) يعتبر مركز حيدر عليف في أذربيجان -2013م أحد الأبنية التي استخدمت فيها الخرسانة المسلحة بالألياف الزجاجية المرتكزة على الهيكل الفولاذي، حيث أعطت مرونة تشكيل ألواح الخرسانة المسلحة بالألياف الزجاجية للشكل المعماري انسيابية عالية، واستطاعت الوصول الى الفكرة التعبيرية المستمدة من شكل موجة البحر.

كما أعطت اتساعاً كبيراً في المساحات الداخلية وساعد على ذلك لون الخرسانة الأبيض، وعملت أيضاً في الحفاظ على بيئة داخلية مريحة بسبب عكسها للحرارة. (15)

الشكل (15): مركز حيدر عليف. (15)

التأثير على الشكل: إعطاء تصاميم عضوية مرنة بتشكيلات انسيابية معقدة حرة التشكيل أو منتظمة، بالإضافة الى إعطاء ديناميكية ساكنة للواجهات والتناسق والتناغم للشكل.

التأثير على أداء المبنى: تؤمن بيئة داخلية مريحة وتقليل التكلفة الاقتصادية لسهولة التنظيف وسهولة القولبة والتصنيع.

3-2-3. مادة ETFE (Ethylene tetrafluoroethylene):

يسميها الكيميائيون فلورو البوليمر، وهي وسادة شفافة مضغوطة بالهواء، ويمكن أن تكون من طبقة واحدة أو طبقتين أو ثلاث طبقات، تشكل غلاف المبنى وتُحاط بإطار من المعادن، تتمتع بعدد خصائص هي:

أ_ توفر العزل الحراري العالي والحماية من الأشعة فوق البنفسجية وتتميز بالتنظيف الذاتي وغير قابل للاحتراق.

ب_ وزنها هو أقل من عُشر وزن الزجاج وهي أكثر مرونة وقوة منه مما يساعد في دعم النظام الهيكلي.

تستخدم وسائد ETFE كغلاف خارجي لكامل المبنى وذلك لرفع أداء المبنى وإعطائه جمالية إضافية، كما تستخدم كتغطية للمظلات.

وتعطي شفافية فائقة للمبنى بتشكيلات مختلفة، فهي غير شفافة في النهار وشفافة في الليل بالإضافة الى ديناميكية من خلال دمج أضواء LED معها، فتصبح الواجهات وسائل إعلامية ديناميكية متغيرة بالنسبة للمعطيات المدخلة.

وتعمل على خلق مساحات داخلية كبيرة خالية من العناصر الهيكلية ومنارة بشكل جيد بالإضافة الى بيئة داخلية مريحة، وإلى تقليل من التكاليف التشغيلية. **(6)** ومن الأمثلة الهامة على تطبيق هذه المادة مشروع عَدن Eden Project في إنكلترا _2001م، حيث

يعد المشروع من أهم الأمثلة المعاصرة على محاكاة البيئات الطبيعية لنمو النباتات. المبنى مكون بالكامل من غلاف ETFE الذي يتألف من مئات الوسائد المحمولة بإطار من الفولاذ التي تأخذ أشكالاً سداسية وخماسية مكوّنة بطانة حرارية للمشروع.

استخدام غلاف ETFE يعد مثالاً على الكفاءة من حيث المساحة والمواد، فالفراغات الداخلية خالية من العناصر الإنشائية وحرة التشكيل وذات بيئة داخلية مريحة ومناسبة لنمو النباتات، كما يعطي الشكل العضوي المرتبط بالطبيعة الذي يكون جزءاً منه .(6)

الشكل (16): مشروع عدن في انكلترا. (6)

التأثير على الشكل: واجهات شفافة بتشكيلات حرة، بالإضافة إلى الديناميكية من خلال دمجها مع أضواء LED، وتحوله الواجهات لوسائل إعلامية ديناميكية متغيرة في الليل.

التأثير على الأداء البيئي: تؤمن بيئة داخلية مريحة، محمية من أشعة الشمس الحمراء وفوق البنفسجية.

3-2-4 بلاط السيراميك Ceramic Tiles:

استخدام تقنية النانو في معالجة السيراميك عن طريق الإضافات النانوية وطلاءات النانو الشفافة للحصول على سطح متعدد الوظائف لبلاط السيراميك ويتمتع بالخصائص متعددة كزيادة المتانة والقوة ومقاومة الخدش وقابلية التشكيل المرنة وسهولة التنظيف أو ذاتي التنظيف طارد للمياه والأوساخ ومضاد للبكتيريا.

أثر بلاط السيراميك على الشكل حيث:

أ_ أعطاه إمكانيات جمالية عالية للاستخدام بشكل مفرط في الواجهات وبألوان وتشكيلات مختلفة جذابة انسيابية معقدة أو منتظمة أو غير منتظمة.

ب_ وأعطاه ديناميكية غير ساكنة للواجهات حسب زاوية النظر وسقوط أشعة الشمس

ت_ وأعطاه إحساساً بالوحدة والتناسق والتناغم.

ث_ تحويل الواجهات الى قشرة خارجية لا يوجد فرق فيها بين الجدران والسقف بسبب طريقة الإنشاء.(20) ومن الأمثلة على استخدام هذا السيراميك جناح انكه معرض إكسبو العالمي في ايطاليا _2015م، حيث تم تغطية المبنى بشكل كلي ماعدا مدخل المبنى بغلاف من السيراميك الأرجواني المزجج 60 بشكل متلاحق، مما خلق واحدة من أكثر العناصر ابتكاراً ومذهلة للجناح بتحويل المبنى الى قطعة فنية ذات قشرة خارجية مفعمة بالحياة والحيوية. و تم استخدام طلاء الزجاج المعدني النانوي على السيراميك لإعطاء تأثير قزحي للألوان لجعل الكتلة تبدو أكثر ديناميكية ونابضة بالحياة.(14)

ساهم النمط الهندسي ثلاثي الأبعاد المستخدم في تشكيل غلاف المبنى من السيراميك المزجج مع الطلاء المعدني الذي يعكس الضوء ويعيد انكساره في ألوان مضيئة، ساهم بإضافة شعوراً بالحركة لغلاف المبنى وكأنه كائن على قيد الحياة. بالإضافة الى تقليل التكاليف التشغيلية.

الشكل (17): جناح الصين في معرض اكسبو. (14)

التأثير على الشكل: واجهات انسيابية معقدة أو منتظمة أو غير منتظمة، بالإضافة الى إعطاء ديناميكية غير ساكنة بالإضافة الى إحساس بالوحدة والتناسق والتناغم.

التأثير على أداء المبنى: تؤمن بيئة داخلية مريحة.

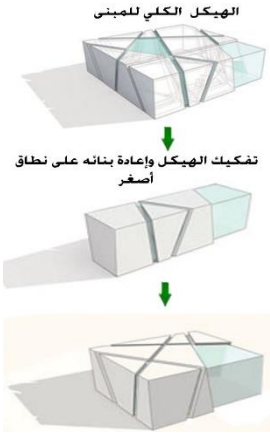
4_ دراسة تحليلية لمثالين استخدمت فيهما مواد النانو:

من أفضل الأمثلة التي تستوفي مواد النانو نذكر المثالين التاليين:

4-1. مبنى الجناح الإيطالي في معرض اكسبو2010م للمعماري جيامباولو امبريغي Giampaolo Imbrighi: يقع المبنى بجانب نهر هانبوه Hangpu في شنغهاي _الصين، والذي اعتمد في إنشائه على مواد النانو وهي الخرسانة الشفافة الباعثة للضوء I.light® والزجاج المنخفض الانبعاث الموفر للطاقة وذاتي التنظيفPlanibel-G ® والفولاذ المقاوم للصدأ.

4-1-1. تصميم المبنى:

للوهلة الأولى، يبدو التصميم كأنه كتلة مربعة رمادية ضخمة ذات حدود مغلقة، ولكن بعد التركيز يتوضح أن هيكل المربع مقسم بأقسام غير نظامية لأثنتي عشر كتلة متصلة مع بعضها بجوائز فولاذية مما يجعل صالات العرض مرئية، وإذا لزم الأمر يمكن تفكيك الهيكل وإعادة بنائه وعلى نطاق أصغر، في جزء آخر من المدينة.(22)



الشكل (18): الأقسام غير المنتظمة للجناح.(29)

الجناح عبارة عن بناء مستطيل بقاعدة مربعة (60 × 60 م) مساحتها 3600 متر مربع بارتفاع 18 متر يضم قاعة ومطعمين، ومتجر للهدايا، ومكتبة، ومكاتب وصالات ومناطق للمعارض المؤقتة، وفناء داخلي.

الشكل (19): المدخل الرئيسي للجناح الإيطالي.(32)

اعتمد المبنى على الخرسانة الشفافة كمادة بناء رئيسية ذات شفافية تتراوح بين 20-80% تغطي مساحة إجمالية تعادل نحو 40٪ من الهيكل المعماري كله، بالإضافة الجدار الساتر من الفولاذي المقاوم للصدأ مع ألواح الزجاج ذاتي التنظيف. (22)

4-1-2. التأثير على الشكل:

غلاف المبنى يمثل التقدم التكنولوجي في دراسة وإنتاج المواد المبتكرة، فيتميز في:

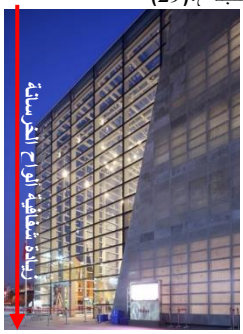
1. الديناميكية والحيوية العالية: استخدام ألواح الخرسانة شبه الشفافة وتناوبها مع الأسطح غير الشفافة من الخرسانة والشفافية الكبيرة بالستار الزجاجي أعطت تناعم متنوع بالشفافية، كما خلقت جو من الإضاءة أقرب الى الورق الشفاف والذي يعتمد على التعبير الوظيفي للفراغات الداخلية، الذي من المستحيل تحقيقه بالمواد التقليدية.

_ كما أن تكنولوجية الغلاف تسمح بانتقال التأثيرات البصرية للضوء والصور دون المساس بخصائص الكتل، وتأثير الشفافية يكون أكثر وضوحا من الخارج، خصوصاً في الليل، فالشكل الخارجي للمبنى يتمتع بديناميكية حيوية ذاتية التأثير طول اليوم.

الجناح في النهار

الجناح في الليل

الشكل (20): الديناميكية والحيوية العالية للجناح.(29)



الشكل (21): الإحساس بالمقياس المنتظم.(30)

2. الراحة البصرية من خلال التناغم بمواد الإكساء: لقد تم بدقة متناهية اختيار التناغم بين مساحات الخرسانة الشفافة وغير الشفافة ومساحات الزجاج تبعاً لوظيفة الفراغات الداخلية فالخرسانة الشفافة تعطي احساساً معمارياً مزدوجاً، فمن الخارج تعطي مظهراً ليلياً ديناميكياً حيوياً، أما من الداخل فيوحي بأن خارج البناء هو فترة النهار، راعى المعماري ذلك الأمر من بداية الفكرة التصميمية، فكانت الفكرة التصميمية تعتمد بالأساس على المواد المبتكرة التي هي جزء أساسي من بداية فكرة المشروع وحتى نهايته.

3. الإحساس بالمقياس المنتظم: حيث أعطت المقاسات المنتظمة لألواح الخرسانة والزجاج إحساس بالتناسق والتناغم ووحدة الشكل الخارجي، وقوة المبنى.

4. البساطة في الكتلة: تم توضيح البساطة في الكتلة بالاعتماد على الإضاءة الصناعية حيث تم دمجها في عملية التصميم من خلال الغلاف الخارجي للجناح.

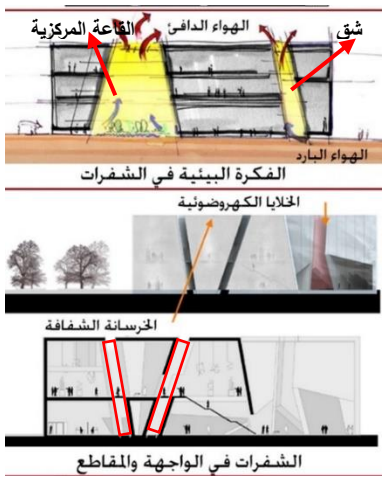
4-1-3. التأثير على أداء المبنى البيئي:

تم التأكيد على فكرة حماية البيئة منذ بداية التصميم، ساعد اختيار المواد على تحقيق:

1. التحكم في المناخ الداخلي: صمم المبنى كآلة مناخية حيوية تعمل على التوازن بين الاستراتيجيات الإيجابية والسلبية. فالجناح يعتمد تكنولوجيا الطاقة الشمسية وتدفق الهواء في الصيف لخفض درجة الحرارة من خلال نظام التنظيم التلقائي وهو يعتمد على تصميم الجناح وأمكنة توضع كل من الشقوق والقاعة المركزية. الى جانب ذلك، فإنه

يستخدم أحدث المواد المبتكرة من:

أ_ الخرسانة الشفافة التي تلعب وظائف مختلفة فبغض النظر عن تأثيرها ليلاً أو نهاراً على الشكل، فإنها أيضاً قادرة على إدراك درجة الحرارة الداخلية والخارجية والرطوبة من المبنى وغيرها ....-



الشكل (22): ممر التهوية الرئيسي.(31)

ب_ الزجاج الشفاف الذي يتمتع بعدة تقنيات كالتقنية الانبعاث المنخفض Low-E والتقنية الموفرة للطاقة Energy-Saving.

ت_ الخرسانة النشطة في الجدران وبلاط السيراميك في بعض الفراغات الداخلية يعملان على التقليل من الضباب الدخاني وتنقية الهواء من الملوثات المختلفة.

الشكل (23): تحقيق الإضاءة الكافية للفراغ من خلال الخرسانة الشفافة.(33)

2. توفير الطاقة الضوئية: بفضل تقنية الانبعاث المنخفض Low-E التي تسمح بدخول أشعة الشمس، وتجنب الأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء، ورؤية من خلال الزجاج في نفس الوقت مما يعمل على تقليل من الإضاءة الصناعية في النهار بالإضافة الى الحفاظ على التوازن الحراري للفراغات الداخلية.

3. تقليل التلوث البيئي: في كلا الفصلين وبفضل تقنية التنظيف الضوئي Self-Cleaning يعطي الواجهات نظافة دائمة مما يوفر في التشغيلية بشكل كبير والتقليل من التلوث البيئي وذلك لعدم الحاجة الى استخدام منظفات صناعية تضر البيئة بفضل تقنية التنظيف الذاتي.

4. توفير الطاقة: إن الزجاج موفرة للطاقة يعمل على جمع الحرارة حيث أنه في بعض المناطق يحتوي على وحدات كهروضوئية Photovoltaic solar التي تمتص الطاقة الشمسية وتحول الإشعاع الشمسي الى طاقة كهربائية وذلك لتوفير كامل في الطاقة

الكهربائية، وتحسين درجة الحرارة في الأماكن المغلقة، بالإضافة الى تقليل تكاليف التشغيلية.

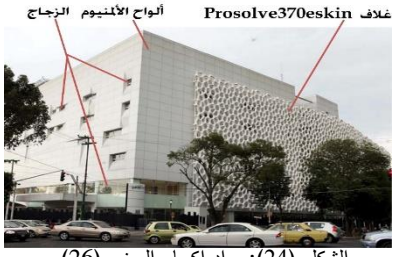
5. المرونة في تصميم الفراغات: الفراغات الداخلية والجدران الداخلية هي مسار معقد من خلال المساحات الواسعة والضيقة، حيث تعتمد على تفاوت شدة الإضاءة فهي انعكاس واضح لشفافية التصميم الخارجي فهي ذات تناسق واضح بالمرونة ونمطية. وأيضاً هي انعكاس مباشر لخطوط الكتل وتتمتع بجو حيوي وذلك لتأثير الخرسانة الشفافة التي تعطي صوراً حيوية للأنشطة التي تقوم خارج الفراغ، كما أنها تتمتع بالإضاءة الطبيعية الكافية.

_ استخدام الخرسانة الشفافة في التصميم شكل وحدة معمارية متكاملة يهيمن عليها علاقة متوازنة بين الأسطح غير واضحة الشفافية والأسطح الشفافة، مشدد عليها تغييرات الإدراك التي لا تنقل إلا عن طريق ضوء، ممثلةً نظرة إلى المستقبل.

4-2. مستشفى مانويل جيا جونزاليس_Manuel Gea Gonzalez Hospital :

المبادرات الحكومية لبرنامج الهواء النقي ProAire عام 2013م إعادة تصميم الواجهات الخارجية للمشفى العام لمدينة مكسيكو لتكون جزءاً من حل مشكلة تلوث الهواء عن طريق تقنية النانو ليصبح المبنى مركز لتنقية هواء المدينة.(8)

4-2-1. تصميم المبنى:



الشكل (24): مواد اكساء المبنى.(26)

الوجهات المعلقة التي أضيفت لا توحي بأن نوع المبنى صحي، فهي تقدم مفهوماً جديداً لواجهات المباني بالاعتماد على تقنية النانو، حيث تخدم الواجهات كل من الوظيفة الجمالية والبيئية معاً.

اعتمدت التصميم على غلاف مكونة من طبقتين، الطبقة الداخلية هي عبارة عن حائط من الزجاج الذكي وتمثل الغلاف الداخلي للمبنى، ثم تأتي الطبقة الخارجية التي تغطي فقط الواجهة الجنوبية للمبنى وهي عبارة عن وحدات تظليل من Prosolve370eskin وهي عبارة عن وحدات موديولية ثلاثية الأبعاد مصنوعة من بلاط السراميك مع طلاء ثاني أوكسيد التيتانيوم مثبتة على شبكة من الفولاذ المقاوم للصدأ.(21)

4-2-2.التأثير على الشكل:

1. حيوية التصميم: استخدم المعماري غلاف Prosolve370eskin ليعطي شكلاً متميزاً للواجهة الرئيسية للمبنى تكون متناغمة بالأشكال الزخرفية ثلاثية الأبعاد المديولية ومفعمة بالحيوية نتيجة تتالي

الشكل (25): وحدات Prosolve370eskin .(26)

الظل والضوء حسب زاوية سقوط الأشعة الشمسية على وحدات الغلاف، كما يعمل زجاج الحماية من الشمس Solar Protection Glass على كسر الجمود في الواجهات التقليدية وإضفاء طابع متميز على الواجهة مع تحقيق التناغم بين النور والظل المنعكس على الواجهة الداخلية.

2. الإحساس بالمقياس الكبير: ضخامة وحدات الغلاف Prosolve370eskin ثلاثية الأبعاد التي تغطي الواجهة بشكل متسلسل مما يجعلها مستمرة ويلغي الحدود بين الطوابق، ومع انعكاس أشعة الشمس عليها تخلق واجهة مشوشة جداً، كل ذلك يجعل من الصعب فهم الحجم الحقيقي للبناء.

الشكل (26): الشكل المميز لواجهة المشفى.(26)

4-2-3.التأثير على أداء المبنى البيئي:

1. توفير الطاقة الحرارية والضوئية: الغلاف الخارجي يعمل كنظام ترشيح للضوء الطبيعي والحصول على الطاقة الشمسية فالأنماط شبه البلورة التي تغطي الجزء الأمامي من المبنى تعمل على تظليل هندسي يقلل من الأحمال الحرارية الناتجة عن الإشعاع الشمسي المباشر، كما يعمل على توفير الإضاءة الطبيعية لكبر حجم وحداته مما يقلل من الحاجة إلى الإضاءة الاصطناعية نهاراً.

_ كما أن استخدام زجاج التحكم الشمسي الذي يسمح بمرور الضوء المرئي إلى المساحات الداخلية ويعمل على عكس جزء كبير من أشعة الشمس غير المرئية التي تسبب الحرارة، ساهم أيضاً في تقليل من كمية التبريد اللازمة، وتوفير الطاقة الكهربائية. فالغلاف يساعد على تحقيق التوازن الصحيح بين الشكل والوظيفة والرفع من الكفاءة

البيئة الضوئية الداخلية بالإضافة إلى الحافظ على التوازن الحراري للفراغات.

2. التقليل من التلوث وتحقيق التهوية الطبيعية: الغلاف Prosolve370eskin يعمل على تنقية الهواء عن طريق خاصية التحفيز الضوئي حيث تتفاعل الاشعة فوق البنفسجية UV مع طلاء النانو من ثاني أوكسيد التيتانيوم Nano coating Tio2 فيعمل على:

- تحليل ملوثات الهواء المحيط من الضباب الدخاني إلى مواد كيميائية غير ضارة.
- مقاومة البكتريا والفطريات والأوساخ.
- توفير الهواء النقي للمبنى بتحليل ملوثات الهواء الداخلي.
- توفير التهوية الطبيعية للفراغات الداخلية وذلك بالاعتماد على وحدات المديولية لوحدات الغلاف. (24)

لكن ليست الكيمياء فقط تعمل على تقليل الملوثات فأيضاً التصميم وأشكال الوحدات تلعب دوراً كبيراً فيها حيث أن الشكل ثلاثي الأبعاد للوحدات تعمل على توسيع السطح بالإضافة إلى خلق اضطراب في حركة الهواء وجعله يتدفق ببطء حول المبنى، وتعمل على انتشار الأشعة فوق البنفسجية (اللازمة لتنشيط التفاعل الكيميائي)، مما يساعد على توزيع أفضل للملوثات عبر الأسطح النشطة. كما أن الشبكة الزخرفية المتسلسلة للوحدات تعمل على التقاط الملوثات من جميع الاتجاهات، فالواجهة الجديدة تقلل من ملوثات الهواء بشكل كبير فإنها تزيل ضرر 1000 سيارة كل يوم.(21)

5-النتائج والتوصيات:

5-1. النتائج:

1. أدى استخدام تطبيقات تقنية النانو في عملية التصميم الى تغير جذري في الفكر المعماري وأضفى بعداً جديداً للمعماري مكنه من تجسيد أفكاره بشكل كامل.
2. ساهمت تطبيقات تقنية النانو بتجاوز العقبات التصميمة للوصول إلى تشكيلات معمارية تعبيرية تبدو للوهلة الأولى مستحيلة التنفيذ.
3. أتاحت إمكانيات واسعة في تصميم كتل مرنة منتظمة أو معقدة التشكيل منتشرة بشكل أفقي أو ممتدة بشكل شاقولي.

4. ساهمت تقنية النانو في تحسين أداء العديد من مواد البناء والإكساء ورفعت من كفاءتها البيئية والتشكيلية.
5. ساهمت عمارة النانو في تحسين وإزالة التلوث البيئي وساعدت على تحسين البيئة الداخلية والخارجية في مجال تلوث الهواء والقدرة على معالجة وتنظيف الواجهات وعملت على التحكم في عملية إدخال الشمس.
6. عززت عمارة النانو مفهوم التفاعل مع المستويات المختلفة من الذكاء فتحول غلاف المباني الثابت الى غلاف متفاعل ونظام ديناميكي، يتكيف مع احتياجات البناء والمستخدم.

5-2. التوصيات:

1. توجيه البحوث العلمية والتطبيقية إلى علوم تقنية النانو لإيجاد منظومة متكاملة من تطبيقات النانو في العلوم الهندسية بمختلف تخصصاتها المعمارية والمدنية والبيئية.
2. ضرورة زيادة وعي المتخصصين في مجال العمارة بإمكانات تطبيقات النانو بالعمارة من خلال المؤتمرات والندوات والمحاضرات.
3. الدعوة إلى تكثيف المواد الدراسية الخاصة بعمارة النانو في مناهج جامعاتنا المحلية وكليات العمارة فيها، والاستفادة من التجارب العالمية في هذا المجال.

6_ المراجع:

1. علاء فريد، أسعد أبو غزالة، عادل الشامي. (2015) . مواد البناء الذكية والنانوية مدخل لزيادة كفاءة وتكامل المباني الذكية. مجلة جامعة جازان، المجلد 4(العدد 2)، ص 18، 23.

2. Ahmad, A. (2007). Early Planning for the Concrete Work at the Burj Khalifa, Dubai, UAE. Technical Papers,P 21–29.
3. Ashby, M. (2009). Nanomaterials, Nanotechnologies and Design. Elsevier Ltd, USA.
4. CELTIKCI, N. T., & Serap GUCLU. (2009). Steel Structure of Astana Stadium – Kazakhstan. Proceedings of the International Association for Shell and Spatial Structures (IASS), (October), P 1420–1431.
5. El-samny, M. (2008). Nanoarchitecture: Nanotechnology and Architecture. Faculty of Engineering, University of Alexandria.
6. Elvin, G. (2007). Nanotechnology for Green Building. Green Technology Forum.
7. Fouad, F. (2012). Nanoarchitecture and Sustainability. Faculty of Engineering, University of Alexandria. P 56-57.
8. Gaurao, P., & Swapnal, P. (2015). Light Transmitting Concrete- A New Innovation. International Journal of Engineering Research and General Science, Volume 3 Issue (2),P 806–811.
9. Hatem, S. (2010). Nanotechnology Research Center. Faculty of Engineering, Alexandria University. P 12.
10. Husien, B., Hamdi, G., Agha, M., & Mohamed, M. B. (2013). Nano Smart Home an Interdisciplinary Collaboration for a Better Quality of the Built Environment. 2nd International Conference on Energy Systems and Technologies, 295–304.
11. Ismail, O. (2010). Use of Green Nanotechnology to Achieve Sustainable Interior Design. Second International Conference of Applied Arts , P 5–6.
12. Kazempour, A. (2016). The Impact of Nanotechnology in Reinforced Structures The Structure of Concrete and Steel. Journal of Current Research in Science, Volume 1, P 421–430.
13. Leydecker, S. (2008). Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design. Birkhauser, Germany.
14. Libeskind, D. (2015). Vanke Pavilion. Percorsi in ceramica.

Italia.
15. Lusing, T. (2015). The VaCO Mould :A research about a new moulding technique for fluid architecture. Faculty of Architecture, Eindhoven University of Technology.
16. Lyons, A. (2010). Materials for Architects and Builders. USA: Elsevier Ltd. P 46
17. Metropol Parasol à Séville Une Prouesse Mondiale D'ingénierie bois. (2011). Finnforest, P 1–7.
18. Mohamed, A. (2015). Nano-Innovation in Construction , A New Era of Sustainability. International Conference on Environment And Civil Engineering, P 95–114.
19. Sada, H. (2014). The use of Nanotechnology in construction sector Lecture. Al-Qadisiya Journal For Engineering Sciences, Volume 7 Issue (1), P 68–80.
20. Sciancalepore, C., & Bondioli, F. (2014). Durability of SiO2 – TiO2 Photocatalytic Coatings on Ceramic Tiles. International Journal of Applied Ceramic Technology, 12, P 679 – 684.
21. Stone, Zak.(2013). "This Beautiful Mexico City Building Eats The City's Smog." Co.Exist. http://www.fastcoexist.com/1681660/this-beautiful-mexico-city-building-eats-the-citys-smog?utm_source=facebook#1 (February 12, 2017).
22. Shebl, S. S., Seddeq, H. S., & Aglan, H. A. (2011). Effect of Micro-Silica Loading on The Mechanical and Acoustic Properties of Cement Pastes. Construction and Building Materials, Volume 25 Issue (10), P 3903-3908.
23. UNIDO, I. S. E. C. (2014). The Research Report on Application of Low-carbon Technology in Expo 2010 Shanghai. China. Shanghai and Springer-Verlag. P 131
24. Wiesław, Rokicki, and Nowak Anna. (2016). "Bionic Aspects in Search of Functional Systems of Structural Surfaces." Mazowsze Studia Regionalne Vol.19: P 117-124.
25. Zhao, X. (2010). Functional Glasses by Coatings or Thin Films, Ministry of Education, China.
26. http://inhabitat.com/mexico-citys-manuel-gea-gonzalez-hospital-has-an-ornate-double-skin-that-filters-air-pollution

27. https://worldindustrialreporter.com/lucem-light-transmitting-panels-create-visual-displays-with-fiber-optics/
28. http://www.commercialwindows.org/thermochromic.php
29. http://www.arcvision.org/?lang=en&p=10943
30. http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=678884&page=36
31. https://www.architonic.com/en/project/granitifiandre-italian-pavilion-for-shanghai-expo-2010/5102469
32. http://www.floornature.com/projects-learning/project-the-italian-pavilion-at-expo-2010-shanghai-5308/.
33. https://www.chinahotelsreservation.com/World_Expo_2010_Shanghai_China/Italy_Pavilion.html