مخطط "Diagram" محتوى الرسالة.

" تأصيل مفهوم تكنولوجيا النانو لتحقيق الإرتقاء في مجال العمارة و العمران. "

مخطط "Diagram" محتوى الرسالة "البروتوكول"

المقـدمة

الفصل الأول

بيان بالمصطلحات والعناصر والمفاهيم العلمية والدارجة في مجال موضوع البحث

تطور التكنولوجيا و تطور علوم دراسة المواد حتى ظهور علم النانو و موادها

الفصل الثاني

تطور وتعدد مواد البناء التقليدية وظهور علم خواص المواد والمواد الذكية.

- تطور مواد البناء عبر التاريخ.
- ظهور علم مختص بدراسة خصائص المواد وتطبيقاتها الهندسية (علم خواص المواد).
- تطوير برامج الحاسب الآلي CAD/CAM.
- المواد الذكية.
- إمكانيات المادة و ما تستطيع فعله وليس فقط كيف ستبدو.
- نماذج تطبيقات المواد الذكية في العمارة.

الفصل الثالث

تكنولوجيا النانو (النشأة والتطور والتعريف)

- تعريف التكنولوجيا وتطورها
- تطور اجيال التكنولوجيا
- تكنولوجيا النانو (النشأة والتطور)
- مجالات تكنولوجيا النانو
- التطبيقات الواعدة لتكنولوجيا النانو
- مبادئ ومميزات تكنولوجيا النانو
- اقتصاديات النانوتكنولوجي
- علم النانو
- أدوات تقنية النانو – مواد النانو

دراسة لدور تكنولوجيا النانو فى تطوير المواد والعناصر المعمارية التى تحقق الارتقاء البصرى والجمالى والبيئى

الفصل الرابع

تـأثير تكنولوجيـا النـانو فـي تطـوير مـواد الإنشـاء والتشطيب وتنسيق الموقع لتحقيق الارتقاء بالعناصر المعمارية.

- تـأثير تكنولوجيا النانو في تطوير العناصر والمواد الستخدمة في الإنشاء.
- تأثير تكنولوجيا النانو في تطوير المواد المستخدمة في التشطيب
- مواد معالجة الطرق وعناصر تنسيق الموقع
- بيان يوضح تأثير تقنية النانو على المواد المستخدمة في العمارة

الفصل الخامس

تأثير تكنولوجيا النانو في تطوير الأسطح المعمارية لتحقيق الارتقاء البصري والبيئي.

- تأثير تقنية النانو على أسطح واجهات المباني
- تقنيات النانو المستخدمة في تطوير وظائف أسطح العناصر المعمارية
- تقنية التنظيف الذاتي "تـأثير زهرة اللوتس" (*Lotus Effect*)
- تقنية التنظيف الذاتي "التحفيز الضوئي" (*Photocatalysis*)
- تقنية سهولة التنظيف – *Easy-to-clean*

الفصل السادس

عمارة النـــانـــو

- أهداف عمارة النانو تكنولوجي
- البيوت المستقبلية النانوية
- النانو تكنولوجي والطاقة
- مبادئ عمارة النانو تكنولوجي
- عمارة الفضاء التي ستوفرها تقنية النانو
- تأثير تقنية النانو على الهيكل الإنشائي للمبني
- بعض التطبيقات والأفكار النظرية لتكنولوجيا النانو في العمارة
- بعض النماذج العالمية لمباني إستخدمت بها تكنولوجيا النانو لتحقيق الارتقاء بعناصرها ومفرداتها المعمارية
- مثال مستقبلي لمدينة مبنية بالكامل من أنابيب النانو كربون

الدراسة التطبيقية – المقارنة التحليلة

الفصل السابع

جداول المقارنة التحليلية بين العمارة النانوية التي تم تطبيقها في الخارج مع نماذج من العمارة والعمران المصرية المعاصر.

نماذج للجداول الموضحة لمدى التباين ولتوضيح إمكانية استخدام تكنولوجيا النانو للإرتقاء البصري و الجمالي و البيئي بالعمارة و العمران في مصر

النتائـــج النظرية | **التوصيـــات**

ملخص الرســـالة

الدراسات المستقبلية

الملاحـــق

محتويات الرســـالة

دراسة لتأصيل مفهوم تكنولوجيا النانو لمحاولة تطوير والتحقيق الارتقاء بالعمارة المصرية والعمران من الناحية البيئية والجمالية والبصرية

المقارنة والتحليل ونتائج الدراسة

مخطط "Diagram" محتوى الرسالة.

محتويات الرسالة

دراسة لتأصيل مفهوم تكنولوجيا النانو لمحاولة تطوير والتحقيق الارتقاء بالعمارة المصرية والعمران من الناحية البيئية والجمالية والبصرية

المقارنة والتحليل ونتائج الدراسة

" تأصيل مفهوم تكنولوجيا النانو لتحقيق الإرتقاء في مجال العمارة و العمران. "

مخطط "Diagram" محتوى الرسالة "البروتوكول"

المقـدمة

الفصل الأول

بيان بالمصطلحات والعناصر والمفاهيم العلمية والدارجة في مجال موضوع البحث

تطور التكنولوجيا و تطور علوم دراسة المواد حتى ظهور علم النانو و موادها

الفصل الثاني

تطور وتعدد مواد البناء التقليدية وظهور علم خواص المواد والمواد الذكية.

- تطور مواد البناء عبر التاريخ.
- ظهور علم مختص بدراسة خصائص المواد وتطبيقاتها الهندسية (علم خواص المواد).
- تطوير برامج الحاسب الآلي CAD/CAM.
- المواد الذكية.
- إمكانيات المادة و ما تستطيع فعله وليس فقط كيف ستبدو.
- نماذج تطبيقات المواد الذكية في العمارة.

الفصل الثالث

تكنولوجيا النانو (النشأة والتطور والتعريف)

- تعريف التكنولوجيا وتطورها
- تطور اجيال التكنولوجيا
- تكنولوجيا النانو (النشأة والتطور)
- مجالات تكنولوجيا النانو
- التطبيقات الواعدة لتكنولوجيا النانو
- مبادئ ومميزات تكنولوجيا النانو
- اقتصاديات النانوتكنولوجي
- علم النانو
- أدوات تقنية النانو
- مواد النانو

دراسة لدور تكنولوجيا النانو فى تطوير المواد والعناصر المعمارية التى تحقق الارتقاء البصري والجمالى والبيئى

الفصل الرابع

تـأثير تكنولوجيـا النـانو فـي تطـوير مـواد الإنشـاء والتشطيب وتنسيق الموقع لتحقيق الارتقاء بالعناصر المعمارية.

- تـأثير تكنولوجيا النـانو فـي تطـوير العناصـر والمـواد المستخدمة في الإنشاء.
- تـأثير تكنولوجيا النانو في تطوير المواد المستخدمة في التشطيب
- مواد معالجة الطرق وعناصر تنسيق الموقع
- بيان يوضح تأثير تقنية النانو على المواد المستخدمة في العمارة

الفصل الخامس

تأثير تكنولوجيا النانو في تطوير الأسطح المعمارية لتحقيق الارتقاء البصري والبيئي.

- تأثير تقنية النانو على أسطح واجهات المباني
- تقنيات النـانو المستخدمة في تطـوير وظـائف أسطح العناصر المعمارية
- تقنيـة التنظيـف الـذاتي "تـأثير زهـرة اللـوتس" (*Lotus Effect*)
- تقنيـة التنظيـف الـذاتي "التحفيـز الضـوئي" (*Photocatalysis*)
- تقنية سهولة التنظيف – *Easy-to-clean*

الفصل السادس

عمارة النـــانـــــو

- أهداف عمارة النانو تكنولوجي
- مبادئ عمارة النانو تكنولوجي
- البيوت المستقبلية النانوية
- عمارة الفضاء التي ستوفرها تقنية النانو
- النانو تكنولوجي والطاقة
- تأثير تقنية النانو على الهيكل الإنشائي للمبني
- بعض التطبيقات والأفكار النظرية لتكنولوجيا النانو في العمارة
- بعض النماذج العالمية لمباني إستخدمت بها تكنولوجيا النانو لتحقيق الارتقاء بعناصرها ومفرداتها المعمارية
- مثال مستقبلي لمدينة مبنية بالكامل من أنابيب النانو كربون

الدراسة التطبيقية – المقارنة التحليلة

الفصل السابع

جداول المقارنة التحليلية بين العمارة النانوية التي تم تطبيقها في الخارج مع نماذج من العمارة والعمران المصرية المعاصر.

نماذج للجداول الموضحة لمدى التباين ولتوضيح إمكانية استخدام تكنولوجيا النانو للإرتقاء البصري و الجمالي و البيئي بالعمارة و العمران في مصر

النتائـــج النظرية | **التوصيـــات**

ملخص الرســـالة

الدراسات المستقبلية

الملاحـــق

مخطط "Diagram" محتوى الرسالة.

" تأصيل مفهوم تكنولوجيا النانو لتحقيق الإرتقاء في مجال العمارة و العمران. "

مخطط "Diagram" محتوى الرسالة "البروتوكول"

محتويات الرسالة

دراسة لتأصيل مفهوم تكنولوجيا النانو لمحاولة تطوير ولتحقيق الارتقاء بالعمارة المصرية والعمران من الناحية البيئية والجمالية والبصرية

المقارنة والتحليل ونتائج الدراسة

المقـدمة

الفصل الأول

بيان بالمصطلحات والعناصر والمفاهيم العلمية والدارجة في مجال موضوع البحث

تطور التكنولوجيا و تطور علوم دراسة المواد حتى ظهور علم النانو و موادها

الفصل الثاني

تطور وتعدد مواد البناء التقليدية وظهور علم خواص المواد والمواد الذكية.

- تطور مواد البناء عبر التاريخ.
- ظهور علم مختص بدراسة خصائص المواد وتطبيقاتها الهندسية (علم خواص المواد).
- تطوير برامج الحاسب الآلي CAD/CAM.
- المواد الذكية.
- إمكانيات المادة و ما تستطيع فعله وليس فقط كيف ستبدو.
- نماذج تطبيقات المواد الذكية في العمارة.

الفصل الثالث

تكنولوجيا النانو (النشأة والتطور والتعريف)

- تعريف التكنولوجيا وتطورها
- تطور اجيال التكنولوجيا
- تكنولوجيا النانو (النشأة والتطور)
- مجالات تكنولوجيا النانو
- التطبيقات الواعدة لتكنولوجيا النانو
- مبادئ ومميزات تكنولوجيا النانو
- اقتصاديات النانوتكنولوجي
- علم النانو
- أدوات تقنية النانو
- مواد النانو

دراسة لدور تكنولوجيا النانو فى تطوير المواد والعناصر المعمارية التى تحقق الارتقاء البصرى والجمالى والبيئى

الفصل الرابع

تـأثير تكنولوجيـا النـانو فـي تطـوير مـواد الإنشـاء والتشطيب وتنسيق الموقع لتحقيق الارتقاء بالعناصر المعمارية.

- تـأثير تكنولوجيا النـانو فـي تطـوير العناصـر والمـواد المستخدمة في الإنشاء.
- تـأثير تكنولوجيا النـانو فـي تطـوير المواد المستخدمة في التشطيب
- مواد معالجة الطرق وعناصر تنسيق الموقع
- بيان يوضح تأثير تقنية النانو على المواد المستخدمة في العمارة

الفصل الخامس

تأثير تكنولوجيا النانو في تطوير الأسطح المعمارية لتحقيق الارتقاء البصري والبيئي.

- تأثير تقنية النانو على أسطح واجهات المباني
- تقنيات النانو المستخدمة في تطوير وظائف أسطح العناصر المعمارية
- تقنية التنظيف الذاتي "تـأثير زهـرة اللـوتس" (*Lotus Effect*)
- تقنية التنظيف الذاتي "التحفيز الضوئي" (*Photocatalysis*)
- تقنية سهولة التنظيف – *Easy-to-clean*

الفصل السادس

عمارة النـــانـــــو

- أهداف عمارة النانو تكنولوجي
- مبادئ عمارة النانو تكنولوجي
- البيوت المستقبلية النانوية
- عمارة الفضاء التي ستوفرها تقنية النانو
- النانو تكنولوجي والطاقة
- تأثير تقنية النانو على الهيكل الإنشائي للمبني
- بعض التطبيقات والأفكار النظرية لتكنولوجيا النانو في العمارة
- بعض النماذج العالمية لمباني إستخدمت بها تكنولوجيا النانو لتحقيق الارتقاء بعناصرها ومفرداتها المعمارية
- مثال مستقبلي لمدينة مبنية بالكامل من أنابيب النانو كربون

الدراسة التطبيقية – المقارنة التحليلة

الفصل السابع

جداول المقارنة التحليلية بين العمارة النانوية التي تم تطبيقها في الخارج مع نماذج من العمارة والعمران المصرية المعاصر.

نماذج للجداول الموضحة لمدى التباين ولتوضيح إمكانية استخدام تكنولوجيا النانو للإرتقاء البصري و الجمالي و البيئي بالعمارة و العمران في مصر

النتائـــج النظرية | **التوصيـــات**

ملخص الرســالة

الدراسات المستقبلية

الملاحـــق

مخطط "Diagram" محتوى الرسالة.

مخطط "Diagram" محتوى الرسالة.

" تأصيل مفهوم تكنولوجيا النانو لتحقيق الإرتقاء في مجال العمارة و العمران. "

مخطط "Diagram" محتوى الرسالة "البروتوكول"

المقـدمة

الفصل الأول

بيان بالمصطلحات والعناصر والمفاهيم العلمية والدارجة في مجال موضوع البحث

تطور التكنولوجيا و تطور علوم دراسة المواد حتى ظهور علم النانو و موادها

الفصل الثاني

تطور وتعدد مواد البناء التقليدية وظهور علم خواص المواد والمواد الذكية.

- تطور مواد البناء عبر التاريخ.
- ظهـور علـم مخـتص بدراسـة خصـائص المـواد وتطبيقاتها الهندسية (علم خواص المواد).
- تطوير برامج الحاسب الآلي CAD/CAM.
- المواد الذكية.
- إمكانيات المادة و ما تستطيع فعله وليس فقط كيف ستبدو.
- نماذج تطبيقات المواد الذكية في العمارة.

الفصل الثالث

تكنولوجيا النانو (النشأة والتطور والتعريف)

- تعريف التكنولوجيا وتطورها
- تطور اجيال التكنولوجيا
- تكنولوجيا النانو (النشأة والتطور)
- مجالات تكنولوجيا النانو
- التطبيقات الواعدة لتكنولوجيا النانو
- مبادئ ومميزات تكنولوجيا النانو
- اقتصاديات النانوتكنولوجي
- علم النانو
- أدوات تقنية النانو
- مواد النانو

دراسة لدور تكنولوجيا النانو فى تطوير المواد والعناصر المعمارية التى تحقق الارتقاء البصرى والجمالى والبيئى

الفصل الرابع

تـأثير تكنولوجيـا النـانو فـي تطـوير مـواد الإنشـاء والتشطيب وتنسيق الموقع لتحقيق الارتقاء بالعناصر المعمارية.

- تـأثير تكنولوجيـا النـانو فـي تطـوير العناصـر والمـواد المستخدمة في الإنشاء.
- تـأثير تكنولوجيا النـانو في تطـوير المواد المستخدمة في التشطيب
- مواد معالجة الطرق وعناصر تنسيق الموقع
- بيان يوضح تأثير تقنية النانو على المواد المستخدمة فى العمارة

الفصل الخامس

تأثير تكنولوجيا النانو في تطوير الأسطح المعمارية لتحقيق الارتقاء البصري والبيئي.

- تأثير تقنية النانو على أسطح واجهات المباني
- تقنيات النـانو المستخدمة فـي تطـوير وظـائف أسطح العناصر المعمارية
- تقنيـة التنظيـف الـذاتي "تـأثير زهـرة اللـوتس" (*Lotus Effect*)
- تقنيـة التنظيـف الـذاتي "التحفيـز الضـوئي" (*Photocatalysis*)
- تقنية سهولة التنظيف – *Easy-to-clean*

الفصل السادس

عمارة النـــانـــــو

- أهداف عمارة النانو تكنولوجي
- مبادئ عمارة النانو تكنولوجي
- البيوت المستقبلية النانوية
- عمارة الفضاء التي ستوفرها تقنية النانو
- النانو تكنولوجي والطاقة
- تأثير تقنية النانو على الهيكل الإنشائي للمبني
- بعض التطبيقات والأفكار النظرية لتكنولوجيا النانو في العمارة
- بعض النماذج العالمية لمباني إستخدمت بها تكنولوجيا النانو لتحقيق الارتقاء بعناصرها ومفرداتها المعمارية
- مثال مستقبلي لمدينة مبنية بالكامل من أنابيب النانو كربون

الدراسة التطبيقية – المقارنة التحليلة

الفصل السابع

جداول المقارنة التحليلية بين العمارة النانوية التي تم تطبيقها في الخارج مع نماذج من العمارة والعمران المصرية المعاصر.

نماذج للجداول الموضحة لمدى التباين ولتوضيح إمكانية استخدام تكنولوجيا النانو للإرتقاء البصري و الجمالي و البيئي بالعمارة و العمران في مصر

النتائـــج النظرية | **التوصيـــات**

ملخص الرســـالة

الدراسات المستقبلية

الملاحـــق

دراسة تأصيل مفهوم تكنولوجيا النانو لمحاولة تطوير وتحقيق الارتقاء بالعمارة المصرية والعمران من الناحية البيئية والجمالية والبصرية

محتويات الرسـالة

المقارنة والتحليل ونتائج الدراسة

مخطط "Diagram" محتوى الرسالة.

" تأصيل مفهوم تكنولوجيا النانو لتحقيق الإرتقاء في مجال العمارة و العمران. "

مخطط "Diagram" محتوى الرسالة "البروتوكول"

المقـدمة

الفصل الأول

بيان بالمصطلحات والعناصر والمفاهيم العلمية والدارجة في مجال موضوع البحث

تطور التكنولوجيا و تطور علوم دراسة المواد حتى ظهور علم النانو و موادها

الفصل الثاني

تطور وتعدد مواد البناء التقليدية وظهور علم خواص المواد والمواد الذكية.

- تطور مواد البناء عبر التاريخ.
- ظهور علم مختص بدراسة خصائص المواد وتطبيقاتها الهندسية (علم خواص المواد).
- تطوير برامج الحاسب الآلي CAD/CAM.
- المواد الذكية.
- إمكانيات المادة و ما تستطيع فعله وليس فقط كيف ستبدو.
- نماذج تطبيقات المواد الذكية في العمارة.

الفصل الثالث

تكنولوجيا النانو (النشأة والتطور والتعريف)

- تعريف التكنولوجيا وتطورها
- تطور اجيال التكنولوجيا
- تكنولوجيا النانو (النشأة والتطور)
- مجالات تكنولوجيا النانو
- التطبيقات الواعدة لتكنولوجيا النانو
- مبادئ ومميزات تكنولوجيا النانو
- اقتصاديات النانوتكنولوجي
- علم النانو
- أدوات تقنية النانو – مواد النانو

دراسة لدور تكنولوجيا النانو فى تطوير المواد والعناصر المعمارية التى تحقق الارتقاء البصرى والجمالى والبيئى

الفصل الرابع

تـأثير تكنولوجيـا النـانو فـي تطـوير مـواد الإنشـاء والتشطيب وتنسيق الموقع لتحقيق الارتقاء بالعناصر المعمارية.

- تأثير تكنولوجيا النانو في تطوير العناصر والمواد الستخدمة في الإنشاء.
- تأثير تكنولوجيا النانو في تطوير المواد المستخدمة في التشطيب
- مواد معالجة الطرق وعناصر تنسيق الموقع
- بيان يوضح تأثير تقنية النانو على المواد المستخدمة في العمارة

الفصل الخامس

تأثير تكنولوجيا النانو في تطوير الأسطح المعمارية لتحقيق الارتقاء البصري والبيئي.

- تأثير تقنية النانو على أسطح واجهات المباني
- تقنيات النانو المستخدمة في تطوير وظائف أسطح العناصر المعمارية
- تقنية التنظيف الذاتي "تأثير زهرة اللوتس" (*Lotus Effect*)
- تقنية التنظيف الذاتي "التحفيز الضوئي" (*Photocatalysis*)
- تقنية سهولة التنظيف – *Easy-to-clean*

الفصل السادس

عمارة النـــانـــو

- أهداف عمارة النانو تكنولوجي
- البيوت المستقبلية النانوية
- النانو تكنولوجي والطاقة
- مبادئ عمارة النانو تكنولوجي
- عمارة الفضاء التي ستوفرها تقنية النانو
- تأثير تقنية النانو على الهيكل الإنشائي للمبني
- بعض التطبيقات والأفكار النظرية لتكنولوجيا النانو في العمارة
- بعض النماذج العالمية لمباني إستخدمت بها تكنولوجيا النانو لتحقيق الارتقاء بعناصرها ومفراتها المعمارية
- مثال مستقبلي لمدينة مبنية بالكامل من أنابيب النانو كربون

الدراسة التطبيقية – المقارنة التحليلة

الفصل السابع

جداول المقارنة التحليلية بين العمارة النانوية التي تم تطبيقها في الخارج مع نماذج من العمارة والعمران المصرية المعاصر.

نماذج للجداول الموضحة لمدى التباين ولتوضيح إمكانية استخدام تكنولوجيا النانو للإرتقاء البصري و الجمالي و البيئي بالعمارة و العمران في مصر

النتائـــج النظرية | **التوصيـــات**

ملخص الرســـالة

الدراسات المستقبلية

الملاحـــق

دراسة لتأصيل مفهوم تكنولوجيا النانو لمحاولة تطوير الإرتقاء بالعمارة المصرية والعمران من الناحية البيئية والجمالية والبصرية

المقارنة والتحليل ونتائج الدراسة

محتويات الرسـالة

مخطط "Diagram" محتوى الرسالة.

" تأصيل مفهوم تكنولوجيا النانو لتحقيق الإرتقاء في مجال العمارة و العمران. "

مخطط "Diagram" محتوى الرسالة "البروتوكول"

المقـدمة

الفصل الأول

بيان بالمصطلحات والعناصر والمفاهيم العلمية والدارجة في مجال موضوع البحث

تطور التكنولوجيا و تطور علوم دراسة المواد حتى ظهور علم النانو و موادها

الفصل الثاني

تطور وتعدد مواد البناء التقليدية وظهور علم خواص المواد والمواد الذكية.

- تطور مواد البناء عبر التاريخ.
- ظهور علم مختص بدراسة خصائص المواد وتطبيقاتها الهندسية (علم خواص المواد).
- تطوير برامج الحاسب الآلي CAD/CAM.
- المواد الذكية.
- إمكانيات المادة و ما تستطيع فعله وليس فقط كيف ستبدو.
- نماذج تطبيقات المواد الذكية في العمارة.

الفصل الثالث

تكنولوجيا النانو (النشأة والتطور والتعريف)

- تعريف التكنولوجيا وتطورها
- تطور اجيال التكنولوجيا
- تكنولوجيا النانو (النشأة والتطور)
- مجالات تكنولوجيا النانو
- التطبيقات الواعدة لتكنولوجيا النانو
- مبادئ ومميزات تكنولوجيا النانو
- اقتصاديات النانوتكنولوجي
- علم النانو
- أدوات تقنية النانو
- مواد النانو

دراسة لدور تكنولوجيا النانو فى تطوير المواد والعناصر المعمارية التى تحقق الارتقاء البصرى والجمالى والبيئى

الفصل الرابع

تـأثير تكنولوجيـا النـانو فـي تطـوير مـواد الإنشـاء والتشطيب وتنسيق الموقع لتحقيق الارتقاء بالعناصر المعمارية.

- تـأثير تكنولوجيا النـانو فـي تطـوير العناصـر والمـواد المستخدمة في الإنشاء.
- تأثير تكنولوجيا النانو في تطوير المواد المستخدمة في التشطيب
- مواد معالجة الطرق وعناصر تنسيق الموقع
- بيان يوضح تأثير تقنية النانو على المواد المستخدمة في العمارة

الفصل الخامس

تأثير تكنولوجيا النانو في تطوير الأسطح المعمارية لتحقيق الارتقاء البصري والبيئي.

- تأثير تقنية النانو على أسطح واجهات المباني
- تقنيات النانو المستخدمة في تطوير وظائف أسطح العناصر المعمارية
- تقنيـة التنظيـف الـذاتي "تـأثير زهـرة اللـوتس" (*Lotus Effect*)
- تقنيـة التنظيـف الـذاتي "التحفيـز الضـوئي" (*Photocatalysis*)
- تقنية سهولة التنظيف – *Easy-to-clean*

الفصل السادس

عمارة النـــانـــــو

- أهداف عمارة النانو تكنولوجي
- مبادئ عمارة النانو تكنولوجي
- البيوت المستقبلية النانوية
- عمارة الفضاء التي ستوفرها تقنية النانو
- النانو تكنولوجي والطاقة
- تأثير تقنية النانو على الهيكل الإنشائي للمبني
- بعض التطبيقات والأفكار النظرية لتكنولوجيا النانو في العمارة
- بعض النماذج العالمية لمباني إستخدمت بها تكنولوجيا النانو لتحقيق الارتقاء بعناصرها ومفرداتها المعمارية
- مثال مستقبلي لمدينة مبنية بالكامل من أنابيب النانو كربون

الدراسة التطبيقية – المقارنة التحليلة

الفصل السابع

جداول المقارنة التحليلية بين العمارة النانوية التي تم تطبيقها في الخارج مع نماذج من العمارة والعمران المصرية المعاصر .

نماذج للجداول الموضحة لمدى التباين ولتوضيح إمكانية استخدام تكنولوجيا النانو للإرتقاء البصري و الجمالي و البيئي بالعمارة و العمران في مصر

النتائـــج النظرية | **التوصيـــات**

ملخص الرســـالة

الدراسات المستقبلية

الملاحـــق

دراسة لتأصيل مفهوم تكنولوجيا النانو لمحاولة تطوير وتحقيق الإرتقاء بالعمارة المصرية والعمران من الناحية البيئية والجمالية والبصرية

محتويات الرسـالة

المقارنة والتحليل ونتائج الدراسة

مخطط "Diagram" محتوى الرسالة.

" تأصيل مفهوم تكنولوجيا النانو لتحقيق الإرتقاء في مجال العمارة و العمران. "

مخطط "Diagram" محتوى الرسالة "البروتوكول"

المقـدمة

الفصل الأول

بيان بالمصطلحات والعناصر والمفاهيم العلمية والدارجة في مجال موضوع البحث

تطور التكنولوجيا و تطور علوم دراسة المواد حتى ظهور علم النانو و موادها

الفصل الثاني

تطور وتعدد مواد البناء التقليدية وظهور علم خواص المواد والمواد الذكية.

- تطور مواد البناء عبر التاريخ.
- ظهور علم مختص بدراسة خصائص المواد وتطبيقاتها الهندسية (علم خواص المواد).
- تطوير برامج الحاسب الآلي CAD/CAM.
- المواد الذكية.
- إمكانيات المادة و ما تستطيع فعله وليس فقط كيف ستبدو.
- نماذج تطبيقات المواد الذكية في العمارة.

الفصل الثالث

تكنولوجيا النانو (النشأة والتطور والتعريف)

- تعريف التكنولوجيا وتطورها
- تطور اجيال التكنولوجيا
- تكنولوجيا النانو (النشأة والتطور)
- مجالات تكنولوجيا النانو
- التطبيقات الواعدة لتكنولوجيا النانو
- مبادئ ومميزات تكنولوجيا النانو
- اقتصاديات النانوتكنولوجي
- علم النانو
- أدوات تقنية النانو – مواد النانو

دراسة لدور تكنولوجيا النانو فى تطوير المواد والعناصر المعمارية التى تحقق الارتقاء البصري والجمالى والبيئى

الفصل الرابع

تـأثير تكنولوجيـا النـانو فـي تطـوير مـواد الإنشـاء والتشطيب وتنسيق الموقع لتحقيق الارتقاء بالعناصر المعمارية.

- تـأثير تكنولوجيا النـانو فـي تطـوير العناصـر والمواد المستخدمة في الإنشاء.
- تـأثير تكنولوجيا النانو في تطوير المواد المستخدمة في التشطيب
- مواد معالجة الطرق وعناصر تنسيق الموقع
- بيان يوضح تأثير تقنية النانو على المواد المستخدمة فى العمارة

الفصل الخامس

تأثير تكنولوجيا النانو في تطوير الأسطح المعمارية لتحقيق الارتقاء البصري والبيئي.

- تأثير تقنية النانو على أسطح واجهات المباني
- تقنيات النـانو المستخدمة في تطـوير وظـائف أسطح العناصر المعمارية
- تقنيـة التنظيـف الـذاتي "تـأثير زهـرة اللـوتس" (*Lotus Effect*)
- تقنيـة التنظيـف الـذاتي "التحفيـز الضـوئي" (*Photocatalysis*)
- تقنية سهولة التنظيف – *Easy-to-clean*

الفصل السادس

عمارة النـــانـــــو

- أهداف عمارة النانو تكنولوجي
- مبادئ عمارة النانو تكنولوجي
- البيوت المستقبلية النانوية
- عمارة الفضاء التي ستوفرها تقنية النانو
- النانو تكنولوجي والطاقة
- تأثير تقنية النانو على الهيكل الإنشائي للمبني
- بعض التطبيقات والأفكار النظرية لتكنولوجيا النانو في العمارة
- بعض النماذج العالمية لمباني إستخدمت بها تكنولوجيا النانو لتحقيق الارتقاء بعناصرها ومفرداتها المعمارية
- مثال مستقبلي لمدينة مبنية بالكامل من أنابيب النانو كربون

الدراسة التطبيقية – المقارنة التحليلة

الفصل السابع

جداول المقارنة التحليلية بين العمارة النانوية التي تم تطبيقها في الخارج مع نماذج من العمارة والعمران المصرية المعاصر.

نماذج للجداول الموضحة لمدى التباين ولتوضيح إمكانية استخدام تكنولوجيا النانو للإرتقاء البصري و الجمالي و البيئي بالعمارة و العمران في مصر

النتائـــج النظرية | **التوصيـــات**

ملخص الرســـالة

الدراسات المستقبلية

الملاحـــق

دراسة لتأصيل مفهوم تكنولوجيا النانو لمحاولة تطوير وتحقيق الارتقاء بالعمارة المصرية والعمران من الناحية البيئية والجمالية والبصرية

المقارنة والتحليل ونتائج الدراسة

محتويات الرسـالة

مخطط "Diagram" محتوى الرسالة.

" تأصيل مفهوم تكنولوجيا النانو لتحقيق الإرتقاء في مجال العمارة و العمران. "

مخطط "Diagram" محتوى الرسالة "البروتوكول"

المقـدمة

الفصل الأول

بيان بالمصطلحات والعناصر والمفاهيم العلمية والدارجة في مجال موضوع البحث

تطور التكنولوجيا و تطور علوم دراسة المواد حتى ظهور علم النانو و موادها

الفصل الثاني

تطور وتعدد مواد البناء التقليدية وظهور علم خواص المواد والمواد الذكية.

- تطور مواد البناء عبر التاريخ.
- ظهور علم مختص بدراسة خصائص المواد وتطبيقاتها الهندسية (علم خواص المواد).
- تطوير برامج الحاسب الآلي CAD/CAM.
- المواد الذكية.
- إمكانيات المادة و ما تستطيع فعله وليس فقط كيف ستبدو.
- نماذج تطبيقات المواد الذكية في العمارة.

الفصل الثالث

تكنولوجيا النانو (النشأة والتطور والتعريف)

- تعريف التكنولوجيا وتطورها
- تطور اجيال التكنولوجيا
- تكنولوجيا النانو (النشأة والتطور)
- مجالات تكنولوجيا النانو
- التطبيقات الواعدة لتكنولوجيا النانو
- مبادئ ومميزات تكنولوجيا النانو
- اقتصاديات النانوتكنولوجي
- علم النانو
- أدوات تقنية النانو – مواد النانو

دراسة لدور تكنولوجيا النانو فى تطوير المواد والعناصر المعمارية التى تحقق الارتقاء البصرى والجمالى والبيئى

الفصل الرابع

تـأثير تكنولوجيـا النـانو فـي تطـوير مـواد الإنشـاء والتشطيب وتنسيق الموقع لتحقيق الارتقاء بالعناصر المعمارية.

- تأثير تكنولوجيا النانو في تطوير العناصر والمواد المستخدمة في الإنشاء.
- تأثير تكنولوجيا النانو في تطوير المواد المستخدمة في التشطيب
- مواد معالجة الطرق وعناصر تنسيق الموقع
- بيان يوضح تأثير تقنية النانو على المواد المستخدمة في العمارة

الفصل الخامس

تأثير تكنولوجيا النانو في تطوير الأسطح المعمارية لتحقيق الارتقاء البصري والبيئي.

- تأثير تقنية النانو على أسطح واجهات المباني
- تقنيات النانو المستخدمة في تطوير وظائف أسطح العناصر المعمارية
- تقنية التنظيف الذاتي "تأثير زهرة اللوتس" (*Lotus Effect*)
- تقنية التنظيف الذاتي "التحفيز الضوئي" (*Photocatalysis*)
- تقنية سهولة التنظيف – *Easy-to-clean*

الفصل السادس

عمارة النـــانـــــو

- أهداف عمارة النانو تكنولوجي
- مبادئ عمارة النانو تكنولوجي
- البيوت المستقبلية النانوية
- عمارة الفضاء التي ستوفرها تقنية النانو
- النانو تكنولوجي والطاقة
- تأثير تقنية النانو على الهيكل الإنشائي للمبني
- بعض التطبيقات والأفكار النظرية لتكنولوجيا النانو في العمارة
- بعض النماذج العالمية لمباني إستخدمت بها تكنولوجيا النانو لتحقيق الارتقاء بعناصرها ومفرداتها المعمارية
- مثال مستقبلي لمدينة مبنية بالكامل من أنابيب النانو كربون

الدراسة التطبيقية – المقارنة التحليلة

الفصل السابع

جداول المقارنة التحليلية بين العمارة النانوية التي تم تطبيقها في الخارج مع نماذج من العمارة والعمران المصرية المعاصر.

نماذج للجداول الموضحة لمدى التباين ولتوضيح إمكانية استخدام تكنولوجيا النانو للإرتقاء البصري و الجمالي و البيئي بالعمارة و العمران في مصر

النتائـــج النظرية | **التوصيـــات**

ملخص الرســـالة

الدراسات المستقبلية

الملاحـــق

دراسة تأصيل مفهوم تكنولوجيا النانو لمحاولة تطوير وتحقيق الإرتقاء بالعمارة المصرية والعمران من الناحية البيئية والجمالية والبصرية

المقارنة والتحليل ونتائج الدراسة

محتويات الرسـالة

مخطط "Diagram" محتوى الرسالة.

دراسة لتأصيل مفهوم تكنولوجيا النانو لمحاولة تطوير ولتحقيق الإرتقاء بالعمارة المصرية والعمران من الناحية البيئية والجمالية والبصرية

محتويات الرسالة

المقارنة والتحليل ونتائج الدراسة

المقـدمة

" **تأصيل مفهوم تكنولوجيا النانو لتحقيق الإرتقاء في مجال العمارة و العمران.** "

مخطط "Diagram" محتوى الرسالة "البروتوكول"

الفصل الأول

بيان بالمصطلحات والعناصر والمفاهيم العلمية والدارجة في مجال موضوع البحث

تطور التكنولوجيا و تطور علوم دراسة المواد حتى ظهور علم النانو و موادها

الفصل الثاني

تطور وتعدد مواد البناء التقليدية وظهور علم خواص المواد والمواد الذكية.

- تطور مواد البناء عبر التاريخ.
- ظهور علم مختص بدراسة خصائص المواد وتطبيقاتها الهندسية (علم خواص المواد).
- تطوير برامج الحاسب الآلي CAD/CAM.
- المواد الذكية.
- إمكانيات المادة و ما تستطيع فعله وليس فقط كيف ستبدو.
- نماذج تطبيقات المواد الذكية في العمارة.

الفصل الثالث

تكنولوجيا النانو (النشأة والتطور والتعريف)

- تعريف التكنولوجيا وتطورها
- تطور اجيال التكنولوجيا
- تكنولوجيا النانو (النشأة والتطور)
- مجالات تكنولوجيا النانو
- التطبيقات الواعدة لتكنولوجيا النانو
- مبادئ ومميزات تكنولوجيا النانو
- اقتصاديات النانوتكنولوجي
- علم النانو
- أدوات تقنية النانو – مواد النانو

دراسة لدور تكنولوجيا النانو فى تطوير المواد والعناصر المعمارية التى تحقق الارتقاء البصرى والجمالى والبيئى

الفصل الرابع

تـأثير تكنولوجيـا النـانو فـي تطـوير مـواد الإنشـاء والتشطيب وتنسيق الموقع لتحقيق الارتقاء بالعناصر المعمارية.

- تأثير تكنولوجيا النانو في تطوير العناصر والمواد المستخدمة في الإنشاء.
- تأثير تكنولوجيا النانو في تطوير المواد المستخدمة في التشطيب
- مواد معالجة الطرق وعناصر تنسيق الموقع
- بيان يوضح تأثير تقنية النانو على المواد المستخدمة فى العمارة

الفصل الخامس

تأثير تكنولوجيا النانو في تطوير الأسطح المعمارية لتحقيق الارتقاء البصري والبيئي.

- تأثير تقنية النانو على أسطح واجهات المباني
- تقنيات النانو المستخدمة في تطوير وظائف أسطح العناصر المعمارية
- تقنية التنظيف الذاتي "تأثير زهرة اللوتس" (*Lotus Effect*)
- تقنية التنظيف الذاتي "التحفيز الضوئي" (*Photocatalysis*)
- تقنية سهولة التنظيف – *Easy-to-clean*

الفصل السادس

عمارة النـــانـــــو

- أهداف عمارة النانو تكنولوجي
- البيوت المستقبلية النانوية
- النانو تكنولوجي والطاقة
- مبادئ عمارة النانو تكنولوجي
- عمارة الفضاء التي ستوفرها تقنية النانو
- تأثير تقنية النانو على الهيكل الإنشائي للمبني
- بعض التطبيقات والأفكار النظرية لتكنولوجيا النانو في العمارة
- بعض النماذج العالمية لمباني إستخدمت بها تكنولوجيا النانو لتحقيق الارتقاء بعناصرها ومفرداتها المعمارية
- مثال مستقبلي لمدينة مبنية بالكامل من أنابيب النانو كربون

الدراسة التطبيقية – المقارنة التحليلة

الفصل السابع

جداول المقارنة التحليلية بين العمارة النانوية التي تم تطبيقها في الخارج مع نماذج من العمارة والعمران المصرية المعاصر.

نماذج للجداول الموضحة لمدى التباين ولتوضيح إمكانية استخدام تكنولوجيا النانو للإرتقاء البصري و الجمالي و البيئي بالعمارة و العمران في مصر

النتائـــج النظرية | **التوصيـــات**

ملخص الرســـالة

الدراسات المستقبلية

الملاحـــق

مخطط "Diagram" محتوى الرسالة.

دراسة لتأصيل مفهوم تكنولوجيا النانو لمحاولة تطوير وتحقيق الارتقاء بالعمارة المصرية والعمران من الناحية البيئية والجمالية والبصرية

محتويات الرسالة

المقارنة والتحليل ونتائج الدراسة

المقـدمة

" **تأصيل مفهوم تكنولوجيا النانو لتحقيق الإرتقاء في مجال العمارة و العمران.** "

مخطط "Diagram" محتوى الرسالة "البروتوكول"

الفصل الأول

بيان بالمصطلحات والعناصر والمفاهيم العلمية والدارجة في مجال موضوع البحث

تطور التكنولوجيا و تطور علوم دراسة المواد حتى ظهور علم النانو و موادها

الفصل الثاني

تطور وتعدد مواد البناء التقليدية وظهور علم خواص المواد والمواد الذكية.

- تطور مواد البناء عبر التاريخ.
- ظهور علم مختص بدراسة خصائص المواد وتطبيقاتها الهندسية (علم خواص المواد).
- تطوير برامج الحاسب الآلي CAD/CAM.
- المواد الذكية.
- إمكانيات المادة و ما تستطيع فعله وليس فقط كيف ستبدو.
- نماذج تطبيقات المواد الذكية في العمارة.

الفصل الثالث

تكنولوجيا النانو (النشأة والتطور والتعريف)

- تعريف التكنولوجيا وتطورها
- تطور اجيال التكنولوجيا
- تكنولوجيا النانو (النشأة والتطور)
- مجالات تكنولوجيا النانو
- التطبيقات الواعدة لتكنولوجيا النانو
- مبادئ ومميزات تكنولوجيا النانو
- اقتصاديات النانوتكنولوجي
- علم النانو
- أدوات تقنية النانو – مواد النانو

دراسة لدور تكنولوجيا النانو فى تطوير المواد والعناصر المعمارية التى تحقق الارتقاء البصرى والجمالى والبيئى

الفصل الرابع

تـأثير تكنولوجيـا النـانو فـي تطـوير مـواد الإنشـاء والتشطيب وتنسيق الموقع لتحقيق الارتقاء بالعناصر المعمارية.

- تأثير تكنولوجيا النانو في تطوير العناصر والمواد الستخدمة في الإنشاء.
- تأثير تكنولوجيا النانو في تطوير المواد المستخدمة في التشطيب
- مواد معالجة الطرق وعناصر تنسيق الموقع
- بيان يوضح تأثير تقنية النانو على المواد المستخدمة في العمارة

الفصل الخامس

تأثير تكنولوجيا النانو في تطوير الأسطح المعمارية لتحقيق الارتقاء البصري والبيئي.

- تأثير تقنية النانو على أسطح واجهات المباني
- تقنيات النانو المستخدمة في تطوير وظائف أسطح العناصر المعمارية
- تقنية التنظيف الذاتي "تأثير زهرة اللوتس" (*Lotus Effect*)
- تقنية التنظيف الذاتي "التحفيز الضوئي" (*Photocatalysis*)
- تقنية سهولة التنظيف – *Easy-to-clean*

الفصل السادس

عمارة النانو

- أهداف عمارة النانو تكنولوجي
- البيوت المستقبلية النانوية
- النانو تكنولوجي والطاقة
- مبادئ عمارة النانو تكنولوجي
- عمارة الفضاء التي ستوفرها تقنية النانو
- تأثير تقنية النانو على الهيكل الإنشائي للمبني
- بعض التطبيقات والأفكار النظرية لتكنولوجيا النانو في العمارة
- بعض النماذج العالمية لمباني إستخدمت بها تكنولوجيا النانو لتحقيق الارتقاء بعناصرها ومفرداتها المعمارية
- مثال مستقبلي لمدينة مبنية بالكامل من أنابيب النانو كربون

الدراسة التطبيقية – المقارنة التحليلة

الفصل السابع

جداول المقارنة التحليلية بين العمارة النانوية التي تم تطبيقها في الخارج مع نماذج من العمارة والعمران المصرية المعاصر.

نماذج للجداول الموضحة لمدى التباين ولتوضيح إمكانية استخدام تكنولوجيا النانو للإرتقاء البصري و الجمالي و البيئي بالعمارة و العمران في مصر

النتائـــج النظرية | **التوصيـــات**

ملخص الرســـالة

الدراسات المستقبلية

الملاحـــق

مخطط "Diagram" محتوى الرسالة.

مخطط "Diagram" محتوى الرسالة.

" تأصيل مفهوم تكنولوجيا النانو لتحقيق الإرتقاء في مجال العمارة و العمران. "

مخطط "Diagram" محتوى الرسالة "البروتوكول"

المقـدمة

الفصل الأول

بيان بالمصطلحات والعناصر والمفاهيم العلمية والدارجة في مجال موضوع البحث

تطور التكنولوجيا و تطور علوم دراسة المواد حتى ظهور علم النانو و موادها

الفصل الثاني

تطور وتعدد مواد البناء التقليدية وظهور علم خواص المواد والمواد الذكية.

- تطور مواد البناء عبر التاريخ.
- ظهور علم مختص بدراسة خصائص المواد وتطبيقاتها الهندسية (علم خواص المواد).
- تطوير برامج الحاسب الآلي CAD/CAM.
- المواد الذكية.
- إمكانيات المادة و ما تستطيع فعله وليس فقط كيف ستبدو.
- نماذج تطبيقات المواد الذكية في العمارة.

الفصل الثالث

تكنولوجيا النانو (النشأة والتطور والتعريف)

- تعريف التكنولوجيا وتطورها
- تطور اجيال التكنولوجيا
- تكنولوجيا النانو (النشأة والتطور)
- مجالات تكنولوجيا النانو
- التطبيقات الواعدة لتكنولوجيا النانو
- مبادئ ومميزات تكنولوجيا النانو
- اقتصاديات النانوتكنولوجي
- علم النانو
- أدوات تقنية النانو – مواد النانو

دراسة لدور تكنولوجيا النانو فى تطوير المواد والعناصر المعمارية التى تحقق الارتقاء البصري والجمالى والبيئى

الفصل الرابع

تـأثير تكنولوجيـا النـانو فـي تطـوير مـواد الإنشـاء والتشطيب وتنسيق الموقع لتحقيق الارتقاء بالعناصر المعمارية.

- تـأثير تكنولوجيـا النـانو فـي تطـوير العناصـر والمـواد الستخدمة في الإنشاء.
- تـأثير تكنولوجيا النـانو في تطـوير المواد المستخدمة في التشطيب
- مواد معالجة الطرق وعناصر تنسيق الموقع
- بيان يوضح تأثير تقنية النانو على المواد المستخدمة فى العمارة

الفصل الخامس

تأثير تكنولوجيا النانو في تطوير الأسطح المعمارية لتحقيق الارتقاء البصري والبيئي.

- تأثير تقنية النانو على أسطح واجهات المباني
- تقنيات النـانو المستخدمة فـي تطـوير وظـائف أسطح العناصر المعمارية
- تقنيـة التنظيـف الـذاتي "تـأثير زهـرة اللـوتس" (*Lotus Effect*)
- تقنيـة التنظيـف الـذاتي "التحفيـز الضـوئي" (*Photocatalysis*)
- تقنية سهولة التنظيف – *Easy-to-clean*

الفصل السادس

عمارة النـــانـــــو

- أهداف عمارة النانو تكنولوجي
- مبادئ عمارة النانو تكنولوجي
- البيوت المستقبلية النانوية
- عمارة الفضاء التي ستوفرها تقنية النانو
- النانو تكنولوجي والطاقة
- تأثير تقنية النانو على الهيكل الإنشائي للمبني
- بعض التطبيقات والأفكار النظرية لتكنولوجيا النانو في العمارة
- بعض النماذج العالمية لمباني إستخدمت بها تكنولوجيا النانو لتحقيق الارتقاء بعناصرها ومفرداتها المعمارية
- مثال مستقبلي لمدينة مبنية بالكامل من أنابيب النانو كربون

الدراسة التطبيقية – المقارنة التحليلة

الفصل السابع

جداول المقارنة التحليلية بين العمارة النانوية التي تم تطبيقها في الخارج مع نماذج من العمارة والعمران المصرية المعاصر.

نماذج للجداول الموضحة لمدى التباين ولتوضيح إمكانية استخدام تكنولوجيا النانو للإرتقاء البصري و الجمالي و البيئي بالعمارة و العمران في مصر

النتائـــج النظرية | **التوصيـــات**

ملخص الرســـالة

الدراسات المستقبلية

الملاحـــق

دراسة لتأصيل مفهوم تكنولوجيا النانو لمحاولة تطوير وتحقيق الارتقاء بالعمارة المصرية والعمران من الناحية البيئية والجمالية والبصرية

المقارنة والتحليل ونتائج الدراسة

محتويات الرسـالة

مخطط "Diagram" محتوى الرسالة.

" تأصيل مفهوم تكنولوجيا النانو لتحقيق الإرتقاء في مجال العمارة و العمران. "

مخطط "Diagram" محتوى الرسالة "البروتوكول"

المقـدمة

الفصل الأول

بيان بالمصطلحات والعناصر والمفاهيم العلمية والدارجة في مجال موضوع البحث

تطور التكنولوجيا و تطور علوم دراسة المواد حتى ظهور علم النانو و موادها

الفصل الثاني

تطور وتعدد مواد البناء التقليدية وظهور علم خواص المواد والمواد الذكية.

- تطور مواد البناء عبر التاريخ.
- ظهـور علـم مخـتص بدراسـة خصـائص المـواد وتطبيقاتها الهندسية (علم خواص المواد).
- تطوير برامج الحاسب الآلي CAD/CAM.
- المواد الذكية.
- إمكانيات المادة و ما تستطيع فعله وليس فقط كيف ستبدو.
- نماذج تطبيقات المواد الذكية في العمارة.

الفصل الثالث

تكنولوجيا النانو (النشأة والتطور والتعريف)

- تعريف التكنولوجيا وتطورها
- تطور اجيال التكنولوجيا
- تكنولوجيا النانو (النشأة والتطور)
- مجالات تكنولوجيا النانو
- التطبيقات الواعدة لتكنولوجيا النانو
- مبادئ ومميزات تكنولوجيا النانو
- اقتصاديات النانوتكنولوجي
- علم النانو
- أدوات تقنية النانو – مواد النانو

دراسة لدور تكنولوجيا النانو فى تطوير المواد والعناصر المعمارية التى تحقق الارتقاء البصرى والجمالى والبيئى

الفصل الرابع

تـأثير تكنولوجيـا النـانو فـي تطـوير مـواد الإنشـاء والتشطيب وتنسيق الموقع لتحقيق الارتقاء بالعناصر المعمارية.

- تـأثير تكنولوجيـا النـانو في تطـوير العناصـر والمـواد المستخدمة في الإنشاء.
- تـأثير تكنولوجيـا النـانو في تطـوير المـواد المستخدمة في التشطيب
- مواد معالجة الطرق وعناصر تنسيق الموقع
- بيان يوضح تأثير تقنية النانو على المواد المستخدمة فى العمارة

الفصل الخامس

تأثير تكنولوجيا النانو في تطوير الأسطح المعمارية لتحقيق الارتقاء البصري والبيئي.

- تأثير تقنية النانو على أسطح واجهات المباني
- تقنيـات النـانو المسـتخدمة فـي تطـوير وظـائف أسطح العناصر المعمارية
- تقنيـة التنظيـف الـذاتي "تـأثير زهـرة اللـوتس" (*Lotus Effect*)
- تقنيـة التنظيـف الـذاتي "التحفيـز الضـوئي" (*Photocatalysis*)
- تقنية سهولة التنظيف – *Easy-to-clean*

الفصل السادس

عمارة النـــانـــــو

- أهداف عمارة النانو تكنولوجي
- مبادئ عمارة النانو تكنولوجي
- البيوت المستقبلية النانوية
- عمارة الفضاء التي ستوفرها تقنية النانو
- النانو تكنولوجي والطاقة
- تأثير تقنية النانو على الهيكل الإنشائي للمبني
- بعض التطبيقات والأفكار النظرية لتكنولوجيا النانو في العمارة
- بعض النماذج العالمية لمباني إستخدمت بها تكنولوجيا النانو لتحقيق الارتقاء بعناصرها ومفرداتها المعمارية
- مثال مستقبلي لمدينة مبنية بالكامل من أنابيب النانو كربون

الدراسة التطبيقية – المقارنة التحليلة

الفصل السابع

جداول المقارنة التحليلية بين العمارة النانوية التي تم تطبيقها في الخارج مع نماذج من العمارة والعمران المصرية المعاصر.

نماذج للجداول الموضحة لمدى التباين ولتوضيح إمكانية استخدام تكنولوجيا النانو للإرتقاء البصري و الجمالي و البيئي بالعمارة و العمران في مصر

النتائـــج النظرية | **التوصيـــات**

ملخص الرســـالة

الدراسات المستقبلية

الملاحـــق

دراسة لتأصيل مفهوم تكنولوجيا النانو لمحاولة تطوير وتحقيق الإرتقاء بالعمارة المصرية والعمران من الناحية البيئية والجمالية والبصرية

محتويات الرسـالة

المقارنة والتحليل ونتائج الدراسة

" تأصيل مفهوم تكنولوجيا النانو لتحقيق الإرتقاء في مجال العمارة والعمران."

"دراسة خاصة عن الإرتقاء البصري والبيئي في مصر"

"Rooting the Concept of Nanotechnology to Achieve the Upgrading In the Field of Architecture and Urbanism."

"Special Study for the Visual and Environmental Upgrading in Egypt."

اعداد

م/ لميس سيد محمدي عبد القادر

رسالة مقدمة إلى كلية الهندسة جامعة القاهرة كجزء من متطلبات الحصول على

درجة دكتوراه الفلسفة في الهندسة المعمارية

اشراف

أ.د. هشام سامح حسين

أستاذ العمارة بقسم العمارة

بكلية الهندسة جامعة القاهرة

الجيزة – جمهورية مصر العربية

٢٠١٥

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ إِنَّ الَّذِينَ آمَنُوا وَعَمِلُوا الصَّالِحَاتِ أُولَٰئِكَ هُمْ خَيْرُ الْبَرِيَّةِ (٧) جَزَاؤُهُمْ عِندَ رَبِّهِمْ جَنَّاتُ عَدْنٍ تَجْرِي مِن تَحْتِهَا الْأَنْهَارُ خَالِدِينَ فِيهَا أَبَدًا ۖ رَّضِيَ اللَّهُ عَنْهُمْ وَرَضُوا عَنْهُ ۚ ذَٰلِكَ لِمَنْ خَشِيَ رَبَّهُ (٨) ﴾

﴿البينة : ٧-٨﴾

صدق الله العظيم

شكر و تقدير

الحمد لله رب العالمين .. والصلاة والسلام على نبي الله ورحمته للعالمين سيدنا "محمد" خاتم الأنبياء والمرسلين ... وبعد ...

أتقدم بعميق وجزيل شكري وتقديري إلى أستاذي الفاضل **الأستاذ الدكتور/ هشام سامح حسين سامح** ، أستاذ العمارة بقسم العمارة بكلية الهندسة جامعة القاهرة، المشرف على هذه الرسالة، لما قدمه سيادته من جهد ونصح وإرشاد وتعاون بناء لإتمام هذا العمل.

كما أتقدم بالشكر والتقدير إلى كل من :

الأستاذ الدكتور/ محمد مصطفى الهمشري، أستاذ العمارة ووكيل معهد أكتوبر العالي للهندسة والتكنولوجيا بمدينه السادس من أكتوبر.

الأستاذ الدكتور/ محمد رضا عبد الله، أستاذ مساعد بقسم العمارة، كلية الهندسة، جامعة القاهرة.

وذلك لما قدماه سيادتهما من نصح وإرشاد لإتمام هذة الرسالة.

الباحثة

م/ لميس سيد محمدي عبد القادر

الإهـــــــــداء

أشهد الله العظيم أنني ما قمت بهذا العمل إلا ابتغاء وجه الله الكريم و ابتغاء مرضاته ،،

لِأُمي "دَولت" .. لكِ يا أمي كل العرفــان .. فلولاكِ لم أكن شيئًا مذكورًا،،

و لِإبنتاي"لُلوا"و" لَدونا "ومن في علم الله .. فلتتخذوا يا أحبتي دربَ العلمِ سبيلًا إلى رضا الله في الدنيـــا والآخـــــــره،،

و لوطني الغالي مِصر .. حَفِظَكِ اللهُ وَوَحَّدَ أرضَكِ و أهلَكِ و نيلَكِ و سمَاكِ،،

وأسال الله تعالى أن ينفع بهذا العلم و يجزينا به خيرًا في الدنيا و الاخره ،،

لَمِيـــــــس سَيد مُحمَدي عَبد القَادِر

،،

المحتويـــــــــات

م	العنوان	رقـــم الصفحة
i.	مقدمة البحث	ب
ii.	مشكلة البحث	ت
iii.	أهمية البحث	ث
iv.	هدف البحث	ث
v.	مناهج البحث	ث
vi.	مسلمات موضوع البحث	ج
vii.	فروض الموضوع:	ج
	الفصـــل الأول :	
	المفاهيم والمصطلحات العلمية المعمارية الإنشائية الواردة بالبحث.	
	مقدمة الفصل الأول :	٣
١-١	بيان بالمصطلحات والعناصر والمفاهيم العلمية والدارجة في مجال موضوع البحث	٣
١-١-١	التقنية أو التكنولوجيا	٣
١-١-٢	وحدة البناء	٣
١-١-٣	تعريف مواد البناء	٤
١-١-٤	انواع مواد البناء	٤
١-١-٤-١	مواد البناء الطبيعية	٤
١-١-٤-٢	مواد البناء الطبيعية المعالجة	٤
١-١-٤-٣	مواد البناء المصنعة	٤
١-١-٤-٤	مواد البناء الصناعية	٤
١-١-٥	التقنية النانوية أو تقنية الصغائر	٤
١-١-٥-١	تقنية التصغير	٥
١-١-٥-٢	تقنية البناء	٥
١-١-٦	مصطلحات تقنية النانو:	٥
١-١-٦-١	تعريف كلمة نانو	٥
١-١-٦٢	مقياس النانو	٥
١-١-٦-٣	علم النانو	٥
١-١-٦-٤	المواد الجاذبة للماء أو الطاردة لها	٥
١-١-٦-٥	ميكروسكوب القوة الذرية	٥

١-١-٦-٦	جهاز الاستشعار البيولوجي	٦
١-١-٦-٧	كرات باكي	٦
١-١-٦-٨	أنابيب النانو	٦
١-١-٦-٩	أنابيب النانو كربونية	٦
١-١-٦-١٠	الرقاق الإلكترونية (المعالج الدقيق)	٦
١-١-٦-١١	المجهر الإلكتروني	٦
١-١-٦-١٢	خلايا الوقود	٦
١-١-٦-١٣	الجزيء	٧
١-١-٦-١٤	قانون مور	٧
١-١-٦-١٥	نانوبوت	٧
١-١-٦-١٦	مركبات النانو	٧
١-١-٦-١٧	بلورات النانو	٧
١-١-٦-١٨	صدفات النانو	٧
١-١-٦-١٩	تراكيب النانو	٧
١-١-٦-٢٠	أسلاك النانو	٧
١-١-٦-٢١	التصنيع الدقيق	٧
١-١-٦-٢٢	طباعة النانو	٨
١-١-٧	العمارة البيئية	٨
١-١-٨	العمارة الخضراء	٨
	اما مبادي العمارة الخضراء فمنها:	٩
١-١-٨-١	الحفاظ علي الطاقة	٩
١-١-٨-٢	التكيف مع المناخ	٩
١-١-٨-٣	التقليل من استخدام الموارد الجديدة	٩
١-١-٨-٤	احترام الموقع	٩
١-١-٨-٥	احترام العاملين والمستعملين	٩
١-١-٨-٦	التصميم الشامل	٩
١-١-٩	تقنية الاتصالات و المعلومات في العمارة	١٠
١-١-١٠	المواد الذكية	١٠
١-١-١١	المواد الذكية والإنشاء الذكي	١٠
١-١-١٢	المبنى الذكي	١٠
١-١-١٣	عمارة الهدمية او الحداثة الجديدة	١٠
١-١-١٤	العمارة الرقمية	١١

١-١-١٥	العمارة الديناميكية	١١
١-١-١٦	المخطط العام للرسالة	١١

الفصل الثاني :

تطور وتعدد مواد البناء التقليدية وظهور علم خواص المواد والمواد الذكية.

	مقدمة الفصل الثاني	١٤
٢-١	تطور مواد البناء عبر التاريخ	١٥
٢-١-١	المواد التقليدية (فترة ما قبل الثورة الصناعية)	١٥
٢-١-٢	طفرة البناء مع بداية الثورة الصناعية	١٧
٢-٢	ظهور علم خواص المواد (علم دراسة خصائص المواد وتطبيقاتها الهندسية)	١٩
٢-٣	تطوير برامج الحاسب الآلي *CAD/CAM:*	٢٠
٢-٤	المواد الذكية	٢١
٢-٤-١	بعض الأمثلة للمواد الذكية:	٢٢
٢-٤-١-١	مواد الكهرباء الانضغاطية	٢٢
٢-٤-١-٢	المواد الكهروضوئية:	٢٢
٢-٤-١-٣	المواد التي تستجيب للحرارة:	٢٣
٢-٤-١-٤	المواد التي تغير لونها بتغير الحرارة أو تغير المجال الكهربي أو البصري المحيط بها:	٢٣
٢-٥	إمكانيات المادة و ما تستطيع فعله وليس فقط كيف ستبدو	٢٤
٢-٦	نماذج تطبيقات المواد الذكية في العمارة	٢٥
٢-٦-١	الغلاف الذكي	٢٥
٢-٦-٢	الحائط الحساس	٢٦
٢-٦-٣	نموذج *Self-Constructing Tower:*	٢٧
٢-٦-٤	غشاء متزن بين قوى الشد والضغط:	٢٨
	ملخص الفصل الثاني	٢٩

الفصل الثالث:

تكنولوجيا النانو (النشأة والتطور والتعريف)

	مقدمة الفصل الثالث:	٣٢
٣-١	تعريف التكنولوجيا وتطورها	٣٣
٣-٢	تطور اجيال التكنولوجيا	٣٣
٣-٣	النانو تكنولوجي (النشأة والتطور)	٣٤
٣-٤	مجالات تكنولوجيا النانو	٣٨
٣-٤-١	بعض مجالات تكنولوجيا النانو البيئية	٣٩
٣-٥	التطبيقات الواعدة لتكنولوجيا النانو	٤٠

٣-٦	مبادئ ومميزات تكنولوجيا النانو:	٤٠
٣-٧	اقتصاديات النانوتكنولوجي:	٤٢
٣-٨	علم النانو	٤٣
٣-٩	أدوات تقنية النانو	٤٤
٣-١٠	مواد النانو	٤٥
٣-١٠-١	طرق الوصول إلى الحجم النانوى	٤٦
٣-١٠-٢	خواص المواد النانوية	٤٧
٣-١٠-٢-١	الخواص الميكانيكية	٤٧
٣-١٠-٢-٢	النشاط الكيميائي:	٤٧
٣-١٠-٢-٣	الخواص الفيزيائية	٤٧
٣-١٠-٢-٤	الخواص البصرية:	٤٨
٣-١٠-٢-٥	الخواص المغناطيسية:	٤٨
٣-١٠-٢-٦	الخواص الكهربائية:	٤٨
٣-١٠-٣	اشكال المواد النانوية:	٤٨
	ملخص الفصل الثالث:	٥١

الفصل الرابع:

تأثير تكنولوجيا النانو في تطوير مواد الإنشاء والتشطيب وتنسيق الموقع لتحقيق الارتقاء بالعناصر المعمارية.

	مقدمة الفصل الرابع:	٥٤
٤-١	تأثير تكنولوجيا النانو في تطوير العناصر والمواد الستخدمة في الإنشاء	٥٥
٤-١-١	تقنية النانو و الحديد	٥٥
٤-١-٢	تقنية النانو و الخرسانة	٥٥
٤-١-٢-١	تقنية النانو ومقاومة الإهتزازات	٥٧
٤-١-٣	تقنية النانو والكربون	٥٨
٤-١-٣-١	التركيب الدقيق لأنابيب النانو الكربونية	٦٠
٤-١-٣-٢	خواص أنابيب الكربون النانوية	٦١
٤-١-٣-٣	تصنيع أنابيب الكربون النانوية	٦٣
٤-١-٣-٤	من التطبيقات المبسطة لأنابيب النانو الكربونية: تخزين الهيدروجين ***H2ology***	٦٣
٤-١-٤	تقنية النانو والخشب	٦٥
٤-١-٥	تقنية النانو والطين	٦٦
٤-١-٥-١	تطبيقات جسيمات النانو طين	٦٧
٤-٢	تأثير تكنولوجيا النانو في تطوير المواد المستخدمة في التشطيب	٦٩

٤-٢-١	تقنية النانو و البلاستيك	٦٩
٤-٢-٢	تقنية النانو و الرخام	٧٠
٤-٢-٣	تقنية النانو و الألومنيوم	٧٠
٤-٢-٤	تقنية النانو و القواطيع	٧١
٤-٢-٥	تقنيه النانو ومواد الليلسه والمحارة	٧١
٤-٢-٦	تقنية النانو و المواد اللاصقه	٧٢
٤-٢-٧	تقنية النانو و مواد العزل	٧٣
٤-٢-٧-١	العزل باستخدام الهلاميات الهوائية *Aerogels* والرغويات النانوية *Nanofoams*	٧٤
٤-٢-٧-٢	العزل باستخدام المركبات النانومترية والطبقات الرقيقة	٧٥
٤-٢-٧-٣	مواد عازلة للمياة للأسطح	٧٧
٤-٢-٨	تقنية النانو وأنظمة الإضاءة	٧٧
٤-٣	مواد معالجة الطرق و عناصر تنسيق الموقع	٧٧
٤-٣-١	الرمل المائي	٧٧
٤-٣-٢	مادة النانو تيرا سويل *NTS*	٧٨
٤-٤	بيان يوضح تأثير تقنية النانو على المواد المستخدمة في العمارة	٨٠
	ملخص الفصل الرابع	٧٩

الفصل الخامس:

تأثير تكنولوجيا النانو في تطوير الأسطح المعمارية لتحقيق الارتقاء البصري والبيئي.

	مقدمة الفصل الخامس	٨٣
٥-١	تأثير تقنية النانو على أسطح واجهات المباني	٨٤
٥-١-١	تقنية النانو و الزجاج	٨٤
٥-١-٢	تقنية النانو و الطلاءات	٩٠
٥-١-٢-١	الطلاء الذكي	٩٢
٥-٢	بعض تقنيات النانو المستخدمة في تطوير وظائف أسطح العناصر المعمارية	٩٣
٥-٢-١	تقنية التنظيف الذاتي "تأثير زهرة اللوتس"–*Self-Cleaning-Lotus-Effect:*	٩٣
٥-٢-٢	تقنية التنظيف الذاتي "التحفيز الضوئي"–*Self Clean- Photocatalysis_*:	٩٦
٥-٢-٣	تقنية سهولة التنظيف–*Easy-to-clean (ETC)*	١٠٠
	ملخص الفصل الخامس	١٠٤

الفصل السادس:

عمارة النـــــانـــــــو

	مقدمة الفصل السادس	١٠٧

٦-١	أهداف عمارة النانو تكنولوجي	١٠٨
٦-٢	مبادئ عمارة النانو تكنولوجي	١٠٨
٦-٣	البيوت المستقبلية النانوية	١٠٨
٦-٤	عمارة الفضاء التي ستوفرها تقنية النانو	١١٠
٦-٤-١	سفن فضاء أخف وزنًا	١١٠
٦-٤-٢	مصعد الفضاء	١١٠
٦-٥	النانو تكنولوجي والطاقة	١١٢
٦-٥-١	تقنية النانو والخلايا الشمسية	١١٣
٦-٦	تأثير تقنية النانو على الهيكل الإنشائي للمبني	١١٥
٦-٧	بعض التطبيقات والأفكار النظرية لتكنولوجيا النانو في العمارة	١١٥
٦-٧-١	برج تيستا الكربوني	١١٥
٦-٨	بعض النماذج العالمية لمباني إستخدمت بها تكنولوجيا النانو لتحقيق الارتقاء بعناصرها ومفراتها المعمارية	١١٨
٦-٩	تقنية التنظيف الذاتي (تأثير زهرة اللوتس) *Self-cleaning Lotus-Effect:*	١١٩
٦-٩-١	١- مشروع "متحف إيرا باسيس"	١١٩
٦-٩-١-١	وصف المبنى و التقنيات المستخدمة	١١٩
٦-٩-٢	٢- مشروع "مبنى تجاري"	١٢٠
٦-٩-٢-١	وصف المبنى و التقنيات المستخدمة	١٢٠
٦-٩-٣	٣- مشروع "سكن خاص"	١٢٢
٦-٩-٣-١	وصف المبنى و التقنيات المستخدمة	١٢٢
٦-٩-٤	٤- مشروع "اسكان ستراكسبارج"	١٢٤
٦-٩-٤-١	وصف المبنى و التقنيات المستخدمة	١٢٤
٦-١٠	تقنية التنظيف الذاتي (التحفيز الضوئي) *Self-cleaning photocatalytic:*	١٢٦
٦-١٠-١	٥- مشروع "مركز محمد علي"	١٢٦
٦-١٠-١-١	وصف المبنى و التقنيات المستخدمة	١٢٦
٦-١٠-٢	٦- مشروع "فندق حياة ريجنسي- كنيسة تشابل"	١٢٨
٦-١٠-٢-١	وصف المبنى و التقنيات المستخدمة	١٢٨
٦-١٠-٣	٧- مشروع "مباني سكنية" *"G-Flat"*	١٢٩
٦-١٠-٣-١	وصف المبنى و التقنيات المستخدمة	١٢٩
٦-١٠-٤	٨- مشروع "مدرج لكره القدم بساحة *MSV"*	١٣٠
٦-١٠-٤-١	وصف المبنى و التقنيات المستخدمة	١٣٠

٦-١١	تقنية سهولة التنظيف *(ETC)Technology - (Easy-To-Clean*	١٣١
٦-١١-١	٩- مشروع "مركز أبحاث للعلم و الأعمال"	١٣١
٦-١١-١-١	وصف المبنى و التقنيات المستخدمة	١٣١
٦-١١-٢	١٠- مشروع "شركة مُصنعة ومُصممة للتجهيزات الصحية"	١٣٣
٦-١١-٢-١	وصف المبنى و التقنيات المستخدمة	١٣٣
٦-١١-٣	١١- مشروع "الكلاسيكية الحديثة"	١٣٤
٦-١١-٣-١	وصف المبنى و التقنيات المستخدمة	١٣٤
٦-١٢	مثال مستقبلي لمدينة مبنية بالكامل من أنابيب النانو كربون في اليابان	١٣٦
	ملخص الفصل السادس	١٤٠

الفصل السابع

جداول المقارنة التحليلية بين العمارة النانوية التي تم تطبيقها في الخارج مع نماذج من العمارة والعمران المصرية المعاصر.

	مقدمة الفصل السابع	١٤٥
٧-١	جداول المقارنة التحليلية بين نماذج لواقع المباني الحكومية و نماذج لمباني إستخدم فيها تقنيات النانو:	١٤٧
	ملخص الفصل السابع	١٥٥
	النتائج النظرية للرسالة	١٥٨
	التوصيات	١٦٣
	ملخص الرسالة	١٦٧
	الدراسات المستقبلية	١٧١
	الملاحق	١٧٢
	المراجع	١٨٤

فهرس الأشكال والجداول والمخططات

- شكل (٢-١) تقنية استخدام المواد التقليدية في العصور السابقة كانت بسيطة ومعايير اختيار المادة المستخدمة للبناء كانت حسب الوظيفة وسهولة الحصول عليها وامكانية تشكيلها كما في الحجر والخشب. ١٥
- شكل (٢-٢) استخدام الخشب الخام في بناء الكباري و السدود. ١٦
- شكل (٢-٣) يوضح تقنية تقليدية لتعشيق وتشكيل الخشب الخرط. ١٧
- شكل (٢-٤) تقنية البناء بالفولاذ و الزجاج بتقنية سبق التصنيع و نظام الحوائط الستائرية الزجاجية والمنفصلة عن النظام الانشائي للمادة. ١٨
- شكل (٢-٥) كوبري بلاجوفتشنكسي يعبر نهر نيفا. ١٨
- شكل (٢-٦) الكوبري المتأرجح على نهر تاين ١٩

- شكل (٢-٧) معرض بينالي من أمثلة العمارة الهدمية حرة كمثال لاستخدام الحاسب الالي في التصميم , والتشكيل المعماري. ٢٠
- شكل (٢-٨) يوضح واجهة المعرض. ٢١
- مخطط (٢-٩) وضح أن المواد الذكية و هي مواد مطورة بتقنيات كتقنية النانو وغيرها تنقسم إلى قسمين ٢١
- شكل (٢-١٠) مشروع مطعم براسيري و المستخدم فيه مواد بناء ذكية. ٢٥
- شكل (٢-١١) يوضح صورة لغلاف ذكي. ٢٦
- شكل (٢-١٢) يوضح تقنية تشغيل الحائط الحساس. ٢٦
- شكل (٢-١٣) يوضح صور لنموذج ***consulting Tower Self*** . ٢٧
- شكل (٢-١٤) توضح أن النموذج صمم على شكل و نسب الحشرة ٢٨
- شكل (٢-١٥) يوضح رسم لغشاء متزن بين قوى الشد و الضغط. ٢٨
- مخطط رقم (٣-١) يوضح تطور و تتابع الأجيال التي شكلت الثورة الإلكترونية في العصر الحديث حيث تعتبر تقية النانو الجيل الخامس في تطور هذة الأجيال ٣٤
- شكل (٣-٢) يوضح شباك لكنيسة كمثال قديم لاستخدام تكنولوجيا النانو ٣٥
- شكل (٣-٢) يوضح الأدوات و الوسائل و القوانين الفيزيائية المطبقة في الأبعاد المختلفة. ٣٦
- شكل (٣-٤) يوضح المجهر النفقي الماسح و مخترعاه العالمان الألماني جيرد بينيج (يمين) و السويسري هنريش روهير ٣٧
- شكل (٣-٥) استخدام المجهر النفقي الماسح في صنع أصغر إعلان في العالم ٣٧
- شكل (٣-٦) غلاف مجله "نيوساينتست" العلمية البريطانية الشهيرة ٣٨
- شكل (٣-٧) يوضح آلة تجسس على هيئة حشرة، ٣٩
- شكل (٣-٨) يوضح تقنية النانوتكنولوجي تحمل في طياتها آفاق و تطبيقات واعدة في كثير من المجالات والتي منها مجال الهندسة والعمارة. ٤٠
- جدول (٣-١٠) يوضح المبادئ والخصائص والميزات لتكنولوجيا النانو ٤١
- شكل(٣-١١) يوضح صورة تخيلية لمصانع النانو المستقبلية ٤٢
- شكل (٣-١٢) جهاز المعالج النانومتري (النانومانيبيولاتور). ٤٣
- شكل (٣-١٣) يوضح هدية "معهد الملك عبد الله لتقنية النانو" لخادم الحرمين الشريفين و هي ثاني تجربة عالميًا للكتابة بالنانو على مستوى جميع اللغات. ٤٤
- شكل (٣-١٤) يوضح الطريقتين الرئيسيتين في تصنيع المواد النانوية ٤٦
- جدول (٣-١٥) يوضح طرق الوصول للحجم النانوي ٤٦
- جدول (٣-١٦) يوضح أهم المظاهر لمواد النانو والتي تهم مصنعيها ٤٩
- جدول(٣-١٧) يوضح بعض أشكال مواد النانو . ٥٠
- شكل (٤-١) يوضح تبليطات المعالجة الضوئية والمصنوعة من الخرسانة المنقية للهواء ، و التي تفيد الحد من الملوثات في الهواء ٥٦

- شكل (٤-٢) يوضح أحد تشكيلات الخرسانة المنقية للهواء و التي قد تستخدم كأحد السبل لمقاومة الإحتباس الحراري العالمي. ٥٦
- شكل (٤-٣) يوضح مقرتح لتركيبات التبليطات الخرسانية المنقية للهواء في الميادين العامة داخل المدن ٥٦
- شكل (٤-٤) يوضح مخدات مواد مركبة تضم ذرات نانومترية لمواد موصلة للكهرباء و جسيمات ميكرومترية لمواد قابلة للإنضغاط كهربائيا مختلطة ومغمورة في مادة من بوليمر. ٥٧
- شكل (٤-٥) يوضح الشكل الكربوني "الفلورين" Fullerene المكون من ٦٠ ذرة كربون. ٥٨
- شكل (٤-٦) يوضح أشكال أنابيب النانو كربون. ٥٩
- شكل(٤-٧) يوضح أنواع الأنابيب النانو كربونية أحادية الطبقه. ٦٠
- شكل (٤-٨) يوضح التركيب الدقيق لأنبوب النانو الكربوني متعدد الجدر (MWCNTs). ٦٠
- شكل (٤-٩) يوضح أنبوب النانو كربوني وحيد الجدار (SWCNTs). ٦١
- شكل (٤-١٠) تصنيع جيل كامل من المواد الذكية بتقنية النانو التي تتميز بالقوة و خفة الوزن وذاتية التنظيف ٦١
- شكل (٤-١١) يوضح الظاهرة التلسكوبية. ٦٢
- شكل(٤-١٢) يوضح الجهاز المستخدم في تقنية الإستقطاب الليزري أو طريقة التبخير بالليزر Lab Ablation. ٦٣
- شكل (٤-١٣) الامتصاصية العالية التي تتميز بها انابيب النانو الكربونية لغاز الهيدرجين ، تجعلها حلًا ذا كفاءة عالية لمشكلة تخزين غاز الهيدروجين في تقنيات الطاقة الهيدروجينية ٦٤
- شكل (٤-١٤) مدينة مستقبلية تنتج الهيدروجين لتستهلكة كطاقة والموقع المقترح لها على بحيرة البرلس بمصر على غرار المدينة الهرمية الهائلة المقترح بنائها في اليابان عام ٢١٠٠م. ٦٤
- شكل (٤-١٥) يوضح قطاع ثلاثي الأبعاد للمدينة المقترحة بمصر لتوضيح مكوناتها. ٦٥
- شكل (٤-١٦) سطح الخشب من الممكن أن يعطي نفس السطح المطلوب في تقنية التنظيف الذاتي إذا أضيفت إلية مثل النتوءات التي على أسطح أوراق نبات اللوتس ،وفي الصورة شكل قطرة الماء على سطح خشبي. ٦٥
- شكل (٤-١٧) يوضح جسيمات النانو الطينية و عملية انتقالها و حفظها في طبقات الأرض والبحار والبحيرات ٦٧
- شكل (٤-١٨) يوضح تصنيع أغشية رقيقة "Nanoprotect Plastic" تستخدم على الزجاج العادي لتحوله إلى زجاج له جميع خصائص الزجاج الذكي . ٦٩
- شكل (٤-١٩) يوضح PCM الجبس وتم إستخدامه في توفير العزل الحراري. ٧١
- شكل (٤-٢٠) يوضح تصنيع الستائر من منتجات النانوتكنولوجي والتي تقوم بتنقية الهواء داخل الحيزات وهي متاحة الان بالأسواق العالمية. ٧٢
- أشكال (٤-٢١) توضح مادة الأيروجيل المستخدمه في العزل الحراري بالمباني. ٧٣
- شكل (٤-٢٢) يوضح استخدام لوحات متعددة الجدر المليئة بمادة النانوجيل في تكسية واجهات صالة ٧٤

رياضية بفرنسا ، مساحة الواجهة ١.٤٥٠ م٢.
- شكل (٤-٢٣) نوع من الطلاء يتكون من مزيج مركب من حبيبات السيراميك الكروية الدقيقة الجوفاء والتي تعمل عمل اناء الثرموس"Thermos" العازل للحرارة ٧٤
- شكل (٤-٢٤) يوضح صناعة طبقة ديكورية من PCM الجبسية لتطبيقها كطبقة محارة، وبالرغم من أن سمكها ١٥ مم فإن كل متر مربع يحتوي على ٣كم من طبقة دقيقه من المادة العازله للحراره. ٧٥
- شكل (٤-٢٥) يوضح سقف مصنوع من مواد بتقنية تنقية الهواء air-purifying مثل plasterboard أو acoustic panels ٧٦
- شكل (٤-٢٦) وضح "Call Center" في"die fabric" بألمانيا والأسطح جميعها مصنوعة بتقنية عزل الصوت وتنقية الهواء "air-purifying". ٧٦
- مخطط (٤-٢٧) يوضح بعض المواد المستخدمه في مجال العمارة والتي تم تطوير وتعديل و تحسين خواصها بتقنية النانو و منها على سبيل المثال لا للحصر المواد التالي ذكرها: ٨٠
- شكل (٥-١) يوضح زجاج ذاتي التنظيف مصنع بتقنية النانو للسيارة "هيدرا" Hidra، من انتاج شركة "فيورافانتيFioravanti الايطالية، باستخدام تقنية النانوتكنولوجي. ٨٤
- شكل (٥-٢) يوضح رسم تفصيلي لنموذج سحي زجاجي شفاف جُهز بتقنية تغيير اللون. ٨٤
- شكل (٥-٣) يوضح رسم تخطيطي لنموذج سطح زجاجي شفاف جُهز بتقنية تغيير اللون. ٨٥
- شكل (٥-٤) يوضح أجزاء جهاز تقنية تغيير اللون بالكهرباء المطور. ٨٥
- شكل (٥-٥) توضيح لقطرة المياه على الأسطح الطاردة للماء Hydrophobic والجاذبة لها Hydrophilic. ٨٦
- شكل (٥-٦) يوضح أنه عند سقوط قطرة الماء على سطح طارد للماء فإن شكلها يتكور ليأخذ الاتربة من على السطح و تسقط.و في الصورة لقطة لقطرة المياه على سطح طارد للماء Hydrophobic. ٨٦
- شكل (٥-٧) يوضح تكاثف الماء على الزجاج فيشكل قطرات صغيرة جدا تعيق الرؤية وعندما تجف تلك القطرات فإنها تترك بقع أو اتساخ لذا أضيفت خاصية لزجاج النانو تزيد من التوتر السطحي لقطرات الماء عند سقوطها على هذا الزجاج. ٨٧
- شكل (٥-٨) يوضح لقطة تصورية لسقوط قطرة السائل على سطح طارد للماء و كيفية تحول زاوية انحدار القطرة و تحولها لكرة تلتصق بها القاذورات و تأخذها معها بتقنية Lotus-Effect . ٨٧
- شكل (٥-٩) به صور توضيحية لتقنية تحول الزجاج عند تعرضه إلى كمية كبيرة من الضوء دون الحاجة إلى توصيل دائم للكهرباء وذلك بتقنية "Solar Protection" ٨٧
- شكل(٥-١٠) يوضح تقنية التلون المتزامن مع فصول السنة و المعتمد أساسا على الأنواع المختلفة من ألوان الطيف الصادرة من الشمس. ٨٨
- شكل (٥-١١) الدعائم الفولاذية للمبنى معالجة بطلاء النانو الذي يمنحها خصائص جديدة مميزة. ٨٨
- شكل(٥-١٣) يوضح تقنية مرور الضوء من السطح الخارجي إلى الداخلي للحيز ونفاذ فقط طيف واحد هو الذي يكسب المبنى اللون ٨٩

- شكل (٥-١٢) صورتان توضحان تقنية الزجاج الذكي المنتج بتقنية النانو وكيفية شفافيته وعكسه للضوء عند الحاجة ٨٩
- شكل (٥-١٤) يوضح استخدام طلاء منقي للهواء، حيث تقوم تقنية النانو بتطوير إمكانيات وخواص الطلاءات فمنها الطلاءات التي تقوم بالتنظيف الذاتي والطلاءات عازلة للصوت وغيرها ٩٠
- شكل (٥-١٥) يوضح شرح فكرة عمل "Lotus-Effect- Self-Cleaning"، والتي توضح أن السطح يحتوي على مجسمات دقيقة بمقياس النانو هي التي تحمل قطرات المياه التي بدورها تأخذ الأتربة معها وتسقط. ٩٣
- شكل (٥-١٦) يشرح بوضوح الفرق بين الأسطح الملساء العادية وأسطح ورقة نبات اللوتس ٩٤
- شكل (٥-١٧) يوضح ورقة نبات اللوتس وتقنية تنظيفها الذاتي الطبيعية المذهلة. ٩٤
- شكل (٥-١٨) يوضح لقطة بالميكروسكوب لتشكيل قطرة المياه حين سقوطها على سطح مليء بالتعرجات ٩٥
- شكل (٥-١٩) لقطة بالميكروسكوب لتشكيل قطرة المياه حين سقوطها على سطح ورقة نبات مليء بالتعرجات ليتم تنظيفه من الإتساخات. ٩٥
- شكل (٥-٢٠) يوضح أن سطح ورقة نبات اللوتس تحتوي على نتوءات ارتفاعها ما بين ٥-١٠ ميكروميتر، مغطاة ببروزات شمعية بأسلوب إنشائي دقيق بمقياس النانو ٩٥
- شكل (٥-٢١) لقطات بالميكروسكوب توضح قطرات المياه و هي تنظف السطح المتعرج لورقة نبات اللوتس. ٩٥
- شكل (٥-٢٢) يوضح أنه عند تعرض الزجاج الخارجي للمبنى لأشعة الشمس و الهواء و مياة الأمطار فإن تقنية التنظيف الذاتي ب photocatalysis تعمل بكفاءة عالية ٩٧
- شكل (٥-٢٣) يوضح حالتين من البلاط: ٩٧
- شكل (٥-٢٤) يوضح طلاء مبني بثاني أكسيد التيتانيوم و PVC باللون الأبيض و وضعة كإختبار تحت تأثير العوامل الجوية، ٩٨
- شكل (٥-٢٥) يوضح تكسية أسطح طُرحت في الأسواق لها خاصية التنظيف الذاتي"photocatalysis" ولها عدة ألوان. ٩٨
- شكل (٥-٢٦) يوضح قطعة من الرخام عليها طلاء ETC و هي مقاومة للحريق و لها نفاذية للبخار و سطحها طارد للماء و سهلة التنظيف ويتكون المنتج من أربع طبقات ١٠٠
- شكل (٥-٢٧) يوضح مقارنة بين يسارًا : سطح غير مطلي بطلاء ETC ، يمينًا : سطح مطلي ب طلاء ETC ، ١٠١
- شكل (٥-٢٨) يوضح مقارنة بين أسطح متباينة في خصائصها من حيث الرطوبة و قابليتها للماء. ١٠٢
- شكل (٥-٢٩) يوضح زاوية إلتقاء سطح قطرة الماء على السطح المستخدم والتي تظهر تدرج مدى طرد السطح للماء و الزاوية هي الدليل على مدي قابلية السطح للرطوبةأو طرده للماء وإختلاف مدى وجود التوتر السطحي لقطرة الماء على السطح الصلب مع وجود الهواء ١٠٢
- شكل (٥-٣٠) يوضح الأسطح فائقة البياض حول حمام السباحة و أيدي الكراسي و كذلك تكسيات وديكورات اليخت في الصورة اليمنى إستخدم فيها الطلاء الطارد للماء. ١٠٣

- شكل (٥-٣١) يوضح قياس زاوية التماس لقطيرة ماء على سطح ETC. ١٠٣
- شكل (٥-٣٢) يمكن ان تسعتمل طبقة طلاء ETC في المنجات الخزفية والتجهيزات الصحية و المنتجات المصنوع سطحها من المينا ١٠٣
- شكل (٥-٣٣) يوضح وظيفة طبقات الطلاء ETC ١٠٣
- شكل (٦-١) يوضح مسقط أفقي لاستوديو مكون من غرفة نوم ملحق بها تواليت خاص ١٠٩
- شكل (٦-٢) يوضح المصعد الفضائي المقترح. ١١٠
- شكل (٦-٣) يوضح تكوين المصعد الفضائي و طريقة عمله المقترحه ١١١
- شكل (٦-٤) يوضح البروفيسور منير نايفة ممسكًا بالخلية الشمسية التي تم تطويرها باستخدام تقنية النانوتكنولوجي بالاشتراك مع باحثون من المملكة العربية السعودية ١١٣
- شكل (٦-٥) مثال لبناء من النانو كربون بالكامل حيث ستغير التقنية النانوية من وجه العالم وعلى اليسار منظور تخيلي ثلاثي الأبعاد اكتلة البرج من الخارج. ١١٥
- شكل (٦-٦) يوضح قطاع طولي للبرج المكون من ٤٠ طابق. ١١٦
- شكل (٦-٧) أكدت الدراسات أن هذا المنشأ هو الأخف و الأقوى من نوعه على الإطلاق، وهذا دون لجوء المصصم إلى استخدام الخرسانة أو الفولاذ او الحديد ذو التكلفة العالية ، و في الصور لقطات منظورية تخيلية للبرج من الداخل . ١١٦
- شكل (٦-٨) يوضح صور افتراضيه داخليه و مناظير داخليه لبرج تيستا الكربوني "Testa-Carbon Tower". ١١٧
- ش: "٦-٩" يوضح لقطات داخلية وخارجية لمبنى استخدمت لتطوير وظائفه وللإرتقاء بواجهاته وعناصره الداخليه المواد المّطوره بتقنية النانو. ١١٩
- ش: "٦-١٠" مشروع مستخدم به تقنية التنظيف الذاتي(تأثير زهرة اللوتس) في طلاءه واجهاته. ١٢٠
- ش: "٦-١١" اللون الأبيض الناصع الدائم للمبنى جعله يبدو كالكريستاله وسط البيئة المحيطة به . ١٢١
- ش: "٦-١٢" تم التخلي عن فكرة تشكيل واجهات المبنى بطريقه رص الطوب وجعل سطح الواجهات مستوى ليتقوم طلاءات التنظيف الذاتي بالعمل بأعلى كفاءه. ١٢٢
- ش: "٦-١٣" لن تقوم تقنية التنظيف الذاتي بأعلى كفاءه في الأسطح المتعرجه كما في هذا المبنى ولذلك تم تسوية السطح وطلاءه بالطلاءات النانوية. ١٢٣
- ش: "٦-١٤" يمكن إستخدام الطلاءات النانوية في تجديد المشاريع بحيث يتم الارتقاء بها من الناحية البصرية والجماليه. ١٢٤
- ش: "٦-١٥" التضاد في الألوان الباردة والدافئة في الطلاءات التيتدوم طويلا دون الحاجة إلى التجديد هو ما ميز هذا المشروع في ألمانيا. ١٢٥
- ش: "٦-١٦" استخدمت البلاطات السيراميكية في هذا المشروع والمطورة بتقنية النانو لتقوم بالتنظيف الذاتي و تنقية الهواء. ١٢٦
- ش: "٦-١٧" استخدام مثل هذة البلاطات المطورة و تطويعها في تشكيل واجهات المشروع ليضفي عليها ١٢٧

الشكل الجمالي الدائم ولكي يتم الارتقاء بالمبنى مم جعله مثلا يُحتزى به.
- ش: "٦-١٨" تم استخدام تقنية التحفيز الضوئي في التنظيف الذاتي بالمشروع مع اللون الأبيض مع الاضاءه المناسبه لتضفى على المكان جوا من السكون تبعا لوظيف المكان. ١٢٨
- ش: "٦-١٩" يوضح مجمع سكني مصمم و منفذ بالكامل لتكون واجهاته زجاجية شفافه تقوم بالتنظيف الذاتي مع الاحتفاذ بالخصوصيه لمستعملي الحيزات الداخليه و هو ما يضفي عليها طابع مميز . ١٢٩
- ش: "٦-٢٠" تقوم هذة الواجهة الزجاجية بالتنظيف الذاتي و عزل الضوضاء والحماية من أشعة الشمس لأنها مطورة بتقنية النانو. ١٣٠
- ش: "٦-٢١" الشفافية كمبدأ للشركة المالكة للمبنى، لذا تم تصميم الواجهة الزجاجية بالزجاج و السيراميك المطور بتكنولوجيا النانو. ١٣١
- ش: "٦-٢٢" استخدم الطلاء ذو خاصية سهولة التنظيف في العديد من الديكورات الداخلية للمبني. ١٣٢
- ش: "٦-٢٣"واجهة شركة تصنع طبقة المينا المستخدمة في صناعة أحواض الاستحمام والتجهيزات الصحية مكسية بطبقة سيراميكية سهلة التنظيف. ١٣٣
- ش: "٦-٢٤" استخدام تقنية سهولة التنظيف في الأسطح الدراخلية للعناصر المعمارية يجعل المبنى من الداخل بيئة نقية نظيفه غير قابله لوجود الأمراض والبكتيريا المعديه. ١٣٤
- ش: "٦-٢٥" الديكورات الداخليه والعناصر المعمارية الداخلية بالمشروع تم طلائها بالطلاء سهل التنظيف كدرابزين السلم وحلوق الأبواب و الشبابيك وغيرها لتعطي الشكل الجمالي المطلوب و تحسن المتانه. ١٣٥
- شكل (٦-٢٦) يوضح أن تقنية أنابيب النانو كربون ستغير وجه العالم. ١٣٦
- شكل (٦-٢٧) لقطات منظورية كروكية ثلاثية الابعاد مقربة لأجزاء من المدينة الهرمية من الداخل. ١٣٧
- شكل (٦-٢٨) مناظير داخليه ثلاثة الأبعاد لتفاصيل بالمدينة الهرمية و لتوضيح بعض مكوناتها. ١٣٧
- شكل (٦-٢٩) لقطات ثلاثية الأبعاد للوصلات الكروية في المدينة الهرمية و التي تحتوي على محطات لوسائل المواصلات المقترحة. ١٣٨
- شكل (٦-٣٠) يوضح صور ثلاثية الأبعاد تخيلية لتفاصيل المبنى الضخم لتوضح كيف ستكون البيئة الداخليه بالمبنى، و توضح استخدام أنابيب النانو كربون في الهيكل الإنشائي الضخم للبناء ، والوصلات الضخمة بين المباني وبعضها. ١٣٨
- شكل (٦-٣١) يوضح شكل تخيلي للمدينة الهرمية ومكوناتها. ١٣٨
- شكل(٦-٣٢) يوضح حجم المدينة بالنسبة للمدن و المباني الحالية ١٣٩
- شكل (٦-٣٣) به صورة تخيلية للمدينة الهرمية بجوار إحدى المدن الحالية. ١٣٩
- شكل (٦-٣٤) يوضح قطار مستقبلي لتوضيح وسيلة المواصلات التي ستقام في المدينة الهرمية باليابان و الذي يكون موفر للطاقة ويستغل طاقة الهيدروجين التي ستوفرها الخلايا النانوية المستخدمه في المدينة. ١٣٩
- شكل (٦-٣٥) يوضح أشكال لمناظير تخيلية لتشكيلات لمدن أخرى أحدها في دبي والمقتبسه فكرتها من المدينة الهرمية الهائلة المقترحه باليابان. ١٣٩

"محتوى البحث "

- مقدمة البحث
- مشكلة البحث
- الشعور بالموضوع
- أهمية البحث
- هدف البحث
- مناهج البحث
- الدراسات السابقة فى مجال موضوع الرسالة
- مسلمات موضوع البحث

I. مقدمة البحث:

الحمد لله رب العالمين ،، و الصلاة و السلام على النبي الصادق الأمين رسول الله للعالمين سيدنا محمد "صلى الله عليه و سلم" ،، وبعد ...

تعد عمائر الأمم المقياس الأهم على تطور وتقدم الأمم عبر التاريخ ، ويعد التطور في مواد واسلوب وتقنيات البناء من المؤشرات الرئيسية على الحالة الحضارية و التقدم للشعوب عبر التاريخ ، ونحن نعيش الآن في عالم منفتح بعضه على بعض بلا حدود يعرفها العلم ، ومن هنا فإن التطور والتقدم في علوم الكيمياء والفيزياء وعلوم الطبيعة والثورة المعلوماتيه الحديثة لها أكبر الأثر في تغير بل وحدوث طفرات في عمارة العصر الحالي وبالطبع عمارة المستقبل ، وقد كان لاكتشاف كل مادة من مواد البناء تأثير كبير على تطور أساليب البناء وعلى الحضارة الإنسانية.

بداية من أستخدام الأحجار والجلود وأغصان الأشجار في عمارة ما قبل التاريخ وانتقالا إلى مواد و أساليب البناء في عصور الحضارات القديمة كالحضارة الفرعونية وحضارة ما بين النهرين وغيرهما والتي استخدم فيهما مواد بناء كالأحجار المنتظمة والأخشاب والطوب اللبن والرخام و الجيرانيت و نتج عن ذلك تطور في أساليب البناء وظهور الأنظمة الإنشائية المعتمدة على الحوائط والأعمدة والحليات والنقوش وبداية ظهور العمارة بمفرداتها ، ثم ظهرت عمارة العصور الكلاسيكية والمتمثلة في الحضارات الاغريقية والرومانية حيث كان أول ظهور للخرسانه والزجاج والقرميد كمواد للبناء وانعكس ذلك على أساليب البناء فظهرت القباب والقبوات والزخارف، ثم في العصور اللاحقة ظهرت طاقة البخار في بدايات القرن التاسع عشر وظهور الخرسانة المسلحة والتي أدت بدورها إلى ظهور ناطحات السحاب ثم المنشات الحديدية ثم بالقرن العشرين استخدمت المباني سابقة التجهيز والحوائط الستائرية واستخدام الزجاج والألومنيوم وتطور تسليح الخرسانة بالألياف الزجاجية وغيرها.

حتى انطلقت التكنولوجيا في اواخر القرن العشرين و بداية القرن الحادي والعشرين إلى ظهور مواد النانو ومنها بعض مواد البناء المعروفة ولكنها قد طُوِرَت بتقنيات النانو وغيرها من المواد المخلقة أو متعددة التعديل بتقنية النانو وغيرها فأنتجت مواد مستحدثة ، إنها تقنية المستقبل لعمارة المستقبل، حيث يمكننا أن نطلق على تقنية النانو بتقنية العصر القادم (عصر النانو) فسيكون لهذة التقنية التأثير الكبير في كثير من المجالات الحيوية ومنها كالصناعة والزراعة ومجلات النقل و الطيران ومجلات الفضاء وبالطبع مجال العمارة والعمران.

وقد انعكس هذا التطور في مواد البناء على اساليب البناء وعلى الفكر المعماري فإمكانيات المواد سمحت بالانطلاق في تكوينات معمارية لم تكن ممكنة قبل ذلك فظهرت المباني الذكية والمصنوعة من مواد نانوية مثل أنابيب النانو كربون والزجاج النانوي واستخدام الجلد الخارجي للمبنى (**Nano vent Skin**) لتوليد الطاقة من حركة الرياح الملامسة له لإنتاج الطاقة، كما ساعدت هذه التقنية المخططين على تحقيق مبادئ الاستدامة في تخطيط المدن من خلال الاستفادة من المصادر الطبيعية في تحلية مياه الأمطار والاستفادة من الطاقة الشمسية وطاقة باطن الأرض، وإعادة معالجة المياه واستغلال الندى وظهرت العديد من الأفكار النظرية للمدن الضخمة متعددة الطوابق كمدينة الشيميزو الهرمية باليابان مستفيدة من الإمكانات الإنشائية الكبيرة للمواد النانوية.

ومن هنا فسيتم عرض أحدث المواد المستخدمة في البناء ألا وهي مواد النانو وبعض امكانياتها والتي ظهرت حديثا في نهاية القرن العشرين ومطلع القرن الحالي ال ٢١ ، وكيف طورت تكنولوجيا النانو مواد البناء التقليدية وطورت من أدائها وكذلك ظهور مواد جديدة ، سوف يوضح البحث كيفية استخدامها في العمارة وبذلك يتم تطوير أداء المباني وتجنب السلبيات أثناء البناء وبعد الإشغال.

وكما سيهتم البحث بعرض امكانيات تقنية النانو في الارتقاء بالعمارة عامة وبالشكل الجمالي والناحية البصرية في الواجهات خاصة، كما سيتم توضيح إمكانية استخدام التقنيات المتعددة التي أتاحتها تقنية النانو ومنها على سبيل المثال لا للحصر استخدام تقنية تنقية الهواء وكذا تقنية التنظيف الذاتي في الطلاءات أو البلاطات السيراميكية أو الخرسانة المستخدمة في تكسيات الواجهات أو في الزجاج، وذلك لتطوير الواجهات بالمباني الحكومية وغير الحكومية في مصر.

II. مشكلة البحث :

يشهد العالم تطورات نوعية بإتجاهه إلى استخدام تكنولوجيا النانو في كافة مجالات الحياة ومنها العمارة، وتكمن مشكلة البحث في ظاهرة التشوه البصري وغياب القيم الجمالية والبصرية والتي تعتبر من أهم ما يميز العمران المصري بصفه عامه، ومع ندرة الموارد والصعوبات التي تشهدها مصر في المرحلة الحالية فإنها بحاجة أولى إلى سرعة اللحاق بركب التطور وبالتالي الاستفادة الأفضل من هذا المجال.

وتعتبر المباني المستخدم بها مواد النانو والمواد الذكية غيرها من المواد عالية الكفاءة في محاولة التغلب على هذة المشكلة ، وسنحاول من خلال البحث اثبات أن تلك المباني هي مباني ذات كفاءة عالية وتحقق مبادئ الاستدامه وكذا العمارة الخضراء ، وكذا محاولة تفادي العيوب والمشاكل الناتجة عن استخدام المواد التقليدية من تلوث بصري جمالي وبيئي.

III. أهمية البحث :

تتلخص أهمية البحث في توضيح مدى أهمية التقنيات الحديثة وبالأخص تقنية النانو في مجال العمارة والعمران وتطبيقاتها لجعل المباني ذات كفاءة تشغيل أفضل، وكذلك اثبات أنه قد تكون تلك المباني محققة لمبادئ الاستدامة.

كما أنه لابد وأن يكون لبلدنا مصر دور في مواكبة هذا التطور المذهل في هذا المجال، وألا تتوقف الأبحاث حول هذة التقنية للوصول إلى أقصى منافع و أوسع تطبيقات، ومن وجهة نظر الباحثة فإن هذا العلم مازال في مهده ، فلماذا لا تأخذ مصر علم النانو وتطبيقاته كمشروع قومي لها؟ لحل المشاكل البيئية والبصرية والتشغيليه والجمالية في مبانينا ، ولتكون من أولى دول العالم منتجة ومصنعه ومبتكرة و محققه لهذا المجال، وتصبح في أقل مدة زمنية من أهم الدول بل وفي صدارة البلدان المتقدمة علميا وصناعيا في هذا المجال في العالم.

IV. هدف البحث :

محاولة إيجاد موضع قدم لمصر في هذا المجال وكذا إثبات إمكانية استخدام تقنية النانو في تطوير المباني الحكومية وغير الحكومية في مصر من حيث التصميم والأداء وطرق ومواد الإنشاء ، بحيث يمكن استخدامها كمكون أساسي معاصر فى تصميم وإنشاء وتطوير المبانى للإرتقاء بالحالة التي عليها المباني في مصر ، وللوقوف على ما يمكن أن تحمله تلك التقنية من فكر وفن معماري وإنشائي وهذا من خلال اتباع الخطة المنهجية للبحث.

V. مناهج البحث :

يعتمد البحث على المناهج التالية :

للدراسة النظرية للتقنيات التي أتاحتها تكنولوجيا النانو من خلال تطوير العمارة و العمران بشكل عام ، وذلك بعرض تطور وتعدد مواد البناء التقليدية إلى ظهور علم خواص المواد و المواد الذكية وظهور تكنولوجيا النانو وتأثيرها على تطوير مواد الإنشاء ومنها على سبيل المثال لا

للحصر الطلاءات والزجاج ، وصولاً إلى عمارة النانو ، ولتحقيق ذلك نرى أيضا إتباع المناهج التالية:

- أولا – المنهج المرجعي، لتقميش المادة العلمية اللازمة،
- ثالثا – المنهج التحليلي، وذلك لتحليل ما يمكن من مادة علمية وكذا نتائجها المستخلصة،
- ثانيا – المنهج التشكيلي، وهذا أمر مفروغ منه ، حيث لابد منه فى إيضاح كل معلومة تحتاج إلى شكل ما سواء أكان صورة أو رسم أو مسقط أفقي أو رأسي أو قطاع أو مخطط أو بياني ...الخ، وهذا المنهج لا غنى فى كل البحوث والرسائل العلمية نظرية كانت أو عملية معملية،
- رابعا – الدراسة الميدانية وذلك لرصد وتوثيق الحالة المعمارية الراهنه لتدعيم الوصول الي نتائج البحث،
- خامسا – المنهج التحليلي المقارن ، وذلك لعمل المقارنات اللازمة وصولا إلى النتائج المرجوه.

VI. مسلمات موضوع البحث :

*- أصبحت مواد البناء المطوره بتقنية النانو واقعا وجب استغلاله في مجال العمارة كما تم تصنيع واستخدام مواد مطورة بالفعل في التشطيبات الداخلية و الخارجية للمبنى.

*- هناك مشاكل في التشغيل والصيانة للمواد المستخدمة في المجال المعماري كالخرسانة والحديد والزجاج والالومنيوم وغيرها ، نتج عنها بيئة ملوثه وغير صحية.

الفصل الأول

المفاهيم والمصطلحات العلمية المعمارية الإنشائية الواردة بالبحث.

- بيان بالمصطلحات والعناصر والمفاهيم العلمية والدارجة في مجال موضوع البحث
  - التقنية أو التكنولوجيا
  - وحدة البناء
  - تعريف مواد البناء
  - انواع مواد البناء
  - التقنية النانوية أو تقنية الصغائر
  - مصطلحات تقنية النانو
  - العمارة البيئية
  - العمارة الخضراء
  - تقنية الاتصالات والمعلومات في العمارة
  - المواد الذكية
  - المواد الذكية والإنشاء الذكي
  - المبنى الذكي
  - عمارة الهدمية او الحداثة الجديدة
  - العمارة الرقمية
  - العمارة الديناميكية
  - المخطط العام للرسالة

مقدمة الفصل الأول :

نظرا لتحديات العصر الحديث الذى نعيشه الان من تقدم وتطور تكنولوجى، ولزيادة الأعباء النفسية على انسان هذا العصر مما جعله يقوم بخلق حلول جديدة تمكنا من مواجهة هذه المشاكل لكى يصل الفرد الى حياة نفسية ومعيشية أفضل توفر له كل سبل الراحة والاسترخاء، ومن هنا ظهرت العمائر الحديثة لتحقق تلك الأهداف ومنها العمارة المستدامة وعمارة الإيكو وعمارة النانو والعمارة الذكية والعمارة الرقمية وغيرها.

وتحقيقا لأهداف الرسالة لزم توضيح الفروق والتشابهات بين المصطلحات الكثر والجديدة والتي طرأت على العمارة في العصر الحديث، ولتفادي حصول التباس في المفاهيم المعمارية والذي قد يصل إلى التناقض في بعض الأحيان، لهذا وضع بيان بالمفردات والمفاهيم والمصطلحات التي قد تكون في مجال موضوع البحث أو وردت في البحث، ويتحقق مفهوم معاني الكلمات الآتية أولاً كلفظ مطلق ثم تحقيق الاتجاه المعماري لمعنى الكلمة.

١-١ بيان بالمصطلحات والعناصر والمفاهيم العلمية والدارجة في مجال موضوع البحث – *Statement Of Terminology And Scientific Concepts That Rolling Stock In The Field Of Research Topic :*

١-١-١ **التقنية أو التكنولوجيا – *Technology :*** هي الأفكار والأدوات والأجهزة والطرق والآلات التي يبتكرها الإنسان لراحته وتحقيق متطلباته ورفاهيته والتحكم فى بيئته قدر المستطاع، فثورة الاتصالات التي قامت في القرن العشرين والتي نتحدث عنها جميعاً والتي غيرت وجه العالم وطريقة تفكيره وحركته، ما قامت إلا بالتكنولوجيا.[١] وكلمة Technology هي كلمة إغريقية قديمة مشتقة من كلمتين هما Techno وتعني مهارة فنيه وكلمة Logos وتعني عملا أو دراسة، وبذلك فإن مصطلح تكنولوجيا يعني تنظيم المهارة الفنية.

١-١-٢ **وحدة البناء- *Building Unity :*** قديما كانت من" الطوب، الحجر، الأخشاب الطبيعية " الخام " والأعشاب النباتية، الطين وحديثاً من الزجاج والفولاذ والخرسانة وهذه فى كتلة المبنى بمثابة الخلية فى جسم الإنسان.

[١] www.wikipedia.com

١-١-٣ تعريف مواد البناء- *The Definition of Building Materials:* هي أي مادة تستخدم في البناء، وقد استخدم البشر مختلف أنواع المواد خلال العصور المختلفة لبناء الأبنية والشوارع والمنشئات المختلفة .[١]

١-١-٤ انواع مواد البناء- *Types of Building Materials* :

١-١-٤-١ مواد البناء الطبيعية- *Natural Building Materials :* هى التي تستخدم كما هي دون معالجة مثل (الحجر والطين والقصب وأنواع النباتات) ، فهى تجمع ويبنى بها مباشرة وهي أقدم الأنواع . [W١]

١-١-٤-٢ مواد البناء الطبيعية المعالجة- *Natural Treatment Building Materials:* هى المواد التى يتم معالجتها مثل (**الطوب والخشب**) قبل البدء بالبناء ، ويجب معالجتها قليلا كصنع القوالب وقطع الأشجار .[٢]

١-١-٤-٣ مواد البناء المصنعة- *Manufacturer Building Materials :* هى مواد طبيعية ولكن تدخل فيها الإنسان مثل (**الطابوق والخرسانة والصلب**) ، وهى أن تمر المواد الطبيعية بمرحلة تصنيع قبل استخدامها للبناء .[٣]

١-١-٤-٤ مواد البناء الصناعية- *Industrial Building Materials :* هى مواد غير طبيعية مثل (الزجاج واللدائن) .

١-١-٥ التقنية النانوية أو تقنية الصغائر - *Nano Technology:* وهي دراسة ابتكار تقنيات ووسائل جديدة تقاس أبعادها بالنانومتر وهو جزء من الألف من الميكرومتر أي جزء من المليون من الميليمتر، " وتتنوع أدوات القياس المستخدمة للتحكم في جسيمات النانو، ولكنها مرتبطة ببعضها البعض ، وهي تقوم باستشعار جسيمات ومواد النانو وتحليلها وتركيبها وتخليقها ، حيث يتيح ميكروسكوب التصوير الذري والمسبار الماسح ومعالج النانو والملقط الضوئي إمكانية تخليق تراكيب جديدة وقياس الظواهر المجهولة " [٤] ولكن حتى الآن لم يتم تطوير الأدوات المستخدمة في قياس وتخليق المواد والمركبات بمقياس النانو وتنقسم إلى قسمين:

---

[١] www.wikipedia.com
[٢] المرجع السابق
[٣] المرجع السابق
[٤] حسين محمد جمعة، **النانو تكنولوجي في قطاع التشييد والبناء**، القاهرة، ٢٠٠٩ م، ص٣٧

١-١-٥-١ **تقنية التصغير – *Top Down:*** وفيها يتم تصنيع جسيمات النانو من جسيمات أكبر و ذلك باستخدام النحت أو الطحن أو التفتيت أو غيرها من التقنيات كما في الصناعات الإلكترونية الدقيقة.[١]

١-١-٥-٢ **تقنية البناء – *Bottom Up:*** وفيها يتم تصنيع جسيمات النانو من الجزيئات والذرات المنفردة و ذلك بالتحكم المباشر فيها وهي من التقنيات بعيدة المدى.[٢]

١-١-٦ مصطلحات تقنية النانو:

١-١-٦-١ **تعريف كلمة نانو- *Definition of Word Nano* : لغوياً** : تعني باليونانية قزم، و**مقياس النانو** هو المقياس الذي يستخدمه العلماء عند قياس الذرة و الإلكترونيات التي تدور حول نواة الذرة.[٣]

١-١-٦-٢ **مقياس النانو – *Nano scale:*** هو عبارة عن مليار جزء في المتر فلو أخذنا المتر و قسمناه إلى مليار جزء بالتساوي فسوف يكون كل جزء بالتساوي فسوف يكون كل جزء عبارة عن نانومتر فإن متوسط سمك شعرة الإنسان تساوي ١٠٠ مايكرومتر (١ مايكرومتر= ١٠٠٠ نانومتر)[٤]

١-١-٦-٣ **علم النانو – *Nanoscience:*** هو العلم الذي يتعامل مع المواد في مستواها الذري والجزيئي بمقياس لا يزيد عن ١٠٠ نانومتر، و هو أيضًا علم يهتم باكتشاف ودراسة الخصائص المميزة لمواد النانو.[٥]

١-١-٦-٤ **المواد الجاذبة للماء أو الطاردة لها – *Hydrophobicity, Hydrophilicity:*** المادة التي تكون جاذبة للماء هي Hydrophilic , هيدروليك و تكشف الجاذبية للماء، وعلى العكس فالمادة المتنافرة مع الماء هي مادة Hydrophobic هيدروفوبيك وتكشف التنافر مع الماء. [٦]

١-١-٦-٥ **ميكروسكوب القوة الذرية *AFM:*** هو عبارة عن مجهر يعطي معلومات عن تضاريس سطح المادة بدقة تصل إلى المستوى الذري، حيث تعمل مجساته على

---

[١] علي محمد علي عبد الله، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف**، مكتبة الدار العربية للكتاب، ٢٠١٢م ، ص ١٩٠.
[٢] المرجع السابق، ص ١٨٩
[٣] المرجع السابق
[٤] المرجع السابق
[٥] المرجع السابق
[٦] حسين محمد جمعة، **النانو تكنولوجي في قطاع التشييد والبناء**، مرجع سبق ذكره ، ص٢٢٨

مسح تضاريس المواد بدق متناهية عن طريق حساب أي مقاومة يتعرض لها المجس. [١]

١-١-٦-٦ **جهاز الاستشعار البيولوجي *Nano-biosensors:*** هو جهاز استشعار متقدم يُستخدم للكشف عن البكتيريا والغازات والهرمونات بدق تصل لدرجة اكتشاف بضعة جزيئات ويدخل في تركيبة مواد عضوية. [٢]

١-١-٦-٧ **كرات باكي *Nuckyball:*** هي جزيئات كروية من الكربون تتكون عادة من ٦٠ ذرة كربون على شكل كرة القدم حيث تترتب ذرات الكربون بشكل سداسي. [٣]

١-١-٦-٨ **أنابيب النانو – *Nanotubes:*** هي أنابيب في قياس النانو و من أمثلتها أنابيب النانو الكربونية وهي عبارة عن أنابيب إسطوانية من ذرات الكربون ذات بعد واحد مرتبة بشكل سداسي أو خماسي ولها خصئص فيزيائية مميزة جدا. [٤]

١-١-٦-٩ **أنابيب النانو كربونية– *Carbon Nanotubes :*** هي أنابيب كربونية إسطوانية الشكل و رقيقة للغاية، يكون قطرها بمقدار النانو ببساطة هي عبار عن رقائق من الجرافيت ملفوفة على شكل أنبوب اسطواني وهذ الأنابيب تتميز بخصائص استثنائية إلكترونية وحرارية وميكانيكية و تركيبية مما يجعلها أخف من الألومنيوم وأقوي خمس مرات من الحديد الصلب، **وهناك نوعان من أنابيب النانو كربونية**: أنابيب النانوكربونية وحيدة الجدار أي ذات طبقة وحيدة ، والنوع الآخر أنابيب النانوكربونية متعددة الجدر. [٥]

١-١-٦-١٠ **الرقاق الإلكترونية (المعالج الدقيق) *Chips:*** (المعروفة أيضًا باسم المشغلات أو المعالجات الدقيقة) عبارة عن قطعة إلكترونية صغيرة تحتوي على رقائق صغيرة من أشباه الموصلات السيليكون التي صنعت لأداء الوظائف الإلكتروني في الدوائر المتكاملة. [٦]

---

[١] علي محمد علي عبد الله، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف**، مكتبة الدار العربية للكتاب، ٢٠١٢م ، ص ١٩١.
[٢] المرجع السابق ، ص ١٩١
[٣] المرجع السابق ، ص ١٩١
[٤] المرجع السابق ، ص ١٩١
[٥] المرجع السابق ، ص ١٩٢
[٦] المرجع السابق ، ص ١٩٢

١-١-٦-١١ **المجهر الإلكتروني *Electron Microscopy:*** هو عبارة عن مجهر يستخدم حزمة من الإلكترونات بدلا من الضوء المستخدم في المجاهر التقليدية، ويتميز بقوة تكبير عالية تفوق أفضل المجاهر البصرية بأكثر من ١٠٠ مرة.[١]

١-١-٦-١٢ **خلايا الوقود– *Fuel Cell:*** هي خلية كهروكيميائية تعمل على تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية حيث تنتج الكهرباء و الحرارة من الوقود (الهيدروجين، والأكسجين) دون الحاجة للاحتراق في عملية تحليل كهربائي عكسي محفزة باستمرار.[٢]

١-١-٦-١٣ **الجزيء– *Molecule:*** هو مجموعة ذرات مرتبطة معا بروابط كيميائية.[٣]

١-١-٦-١٤ **قانون مور–*Moor's Law:*** قانون شهير في مجال الإلكترونيات حيث اقترح مور أن عدد الترانزيستورات لكل بوصة مربعة في دوائر المتكاملة يتضاعف كل ١٨ شهر منذ تصنيعهاو كان ذلك في عام ١٩٦٥م.[٤]

١-١-٦-١٥ **نانوبوت–*Nanobot:*** هو عبارة عن روبوت ذي أبعاد بحجم النانو وتكون إما ميكانيكية أو كهروميكانيكية.[٥]

١-١-٦-١٦ **مركبات النانو– *Nanocomposites:*** هي مركبات تتكون عادة من اثنين أو أكثر من المواد وتكون أحد مركباتها ذات أبعاد أقل من ١٠٠ نانومتر.[٦]

١-١-٦-١٧ **بلورات النانو– *Nanocrystals:*** هي مواد صلبة صغيرة بلورية ، و تكون بها المسافة متساوية بين كل ذرة وأخرى أو جزئ وآخر، بلورات النانو لها تطبيقات كثيرة وهامة، منها الإلكترونيات البصرية حيث لها القدرة على تغيير الطول الموجي للضوء ولها تطبيقات أخرى في الخلايا الشمسية وغيرها.[٧]

١-١-٦-١٨ **صدفات النانو– *Nanoshells:*** هي جسيمات في أبعاد النانو عبارة عن قشرة أو طبقة معدنية رقيقة تحيط بكرة مصنوعة من مادة شبة موصلة لها القدرة على امتصاص أو تشتيت الضوء في جميع أطواله الموجية.[٨]

---

[١] علي محمد علي عبد الله، مرجع سبق ذكره ، ص ١٩٢
[٢] المرجع السابق
[٣] المرجع السابق
[٤] المرجع السابق
[٥] المرجع السابق
[٦] المرجع السابق
[٧] المرجع السابق
[٨] المرجع السابق

١-١-٦-١٩ تراكيب النانو – *Nanostructure:* هي تراكيب و هياكل بُنيت من مواد النانو.[١]

١-١-٦-٢٠ أسلاك النانو – *Nanowires*. هي أسلاك متناهية الصغر في أبعاد النانو لها تراكيب ذو بعد واحد و تتميز بخصائص كهربائية و ضوئية مذهلة و تعتبر أسلاك النانو البنية الأساسية التي سوف تستخدم في بناء أجهزة النانو.[٢]

١-١-٦-٢١ التصنيع الدقيق – *Nanofabrication:* يشير إلى تصميم و تصنيع أجهزة بأبعاد النانو.[٣]

١-١-٦-٢٢ طباعة النانو – *NanoLithography:* هو أي عمل من حفر أو كتابة أو طباعة في نطاق مقياس النانو ، و يعد الميكروسكوب النفقي الماسح (STM) وميكروسكوب القوة الذرية (AFM) من الأدوات التي يمكن بها الحفر الكتابة والطباعة على سطح ذي أبعاد ذرية.[٤]

١-١-٧ العمارة البيئية – *Environmental Architecture* : ظهرت حيث نشطت مع الصحوة العالم للارتقاء بالبيئة، وبتناول ظروف المناخ المحلي واستخدام مواد البناء المحلية والطاقة بمدخلات صناعية أقل، وذلك لحفظ الموازنة بين الطبيعة وبين متطلبات المبنى ومراعاة العامل الاقتصادي لها، وتنقسم العمارة البيئية إلى: العمارة المتوازنة Ecological Architecture، والعمارة الخضراء Green Architecture، والعمارة المستدامة Sustainable Architecture، ومن روادها يانج وايمليو امباسز Emillio Embasz.[٥]

١-١-٨ العمارة الخضراء – *Green Architecture:* تعريف لجنة بورتلاند لعبارة التنمية المستديمة بأنها التنمية التي تلبي احتياجات الحاضر دون أن تنقص من قدرة الأجيال المقبلة على ان تلبي احتياجاتها الخاصة،[٦] وهناك بعض التعريفات الخاصة بهذا المصطلح قام بها بعض المعماريين ومنهم: **المعماري "كين يانج"**: ناقش مفهوم العمارة الخضراء من وجهة نظر بيئية فهو منزعج من تاثير المباني علي الانظمة الطبيعية

---

[١] علي محمد علي عبد الله، مرجع سبق ذكره ، ص ١٩٢
[٢] المرجع السابق
[٣] المرجع السابق
[٤] المرجع السابق
[٥] المرجع السابق
[6] Dr. Nagwan Shehata , **Nano Technology's Effect in Development of Interactive interior Design** , Alexandria University , 2007. Pg. 20

ويري ان العمارة الخضراء او العمارة المستدامة يجب ان تقابل احتياجات الحاضر دون اغفال حق الاجيال القادمة لمقابلة احتياجاتهم ايضا فالقرارات التصميمية لاتنحصر تاثيرها علي البيئة فقط ولكن يمتد تاثيرها للاجيال القادمة ايضا، **والمعماري "وليام ريد"**: ان المباني الخضراء ما هي الا مباني تصمم وتنفذ وتتم ادارتها باسلوب يضع البيئة في اعتبارة وهو يري ايضا ان احد اهتمامات المباني الخضراء يظهر في تقليل تاثير المبني علي البيئة الي جانب تقليل تكاليف انشائة وتشغيلة ، **والمعماري "ايان مشارج"**: ان مشكلة الانسان مع الطبيعة تتجلى في ضرورة اعطاء الطبيعة صفة الاستمرارية بكفاءة كمصدر للحياة كما انة ينظر للمشكلة من وجهة نظر بيئية تدعو للتفكر في العالم والتعلم منه. **ومن مجمل هذة التعريفات يمكن تعريف العمارة الخضراء بأنها:**عملية تصميم المباني باسلوب يحترم البيئة مع الاخذ في الاعتبار تقليل استهلاك الطاقة والمواد والموارد مع تقليل تاثيرات الانشاء والاستعمال علي البيئة مع تنظيم الانسجام مع الطبيعة.[1]

<u>اما مبادي العمارة الخضراء فمنها:</u>

١-١-٨-١ **<u>الحفاظ علي الطاقة:</u>** فالمبني يجب ان يصمم ويشيد باسلوب يتم فية تقليل الاحتياج للوقود الحفري والاعتماد بصورة اكبر علي الطاقات الطبيعية فالمجتمعات القديمة فهت وحققت هذا المبدأ في احيان كثيرة وان هذا الفكر متواجد منذ ان اختار الانسان سكنى الكهوف المواجهة للجنوب لاستقبال الشمس بلا من الشمال وذلك في المناطق ذات الاجواء المعتدلة.

١-١-٨-٢ **<u>التكيف مع المناخ:</u>** فقد حرص الانسان علي ان يتضمن بناؤة للمأوي عنصرين رئيسيين هما : الحماية من المناخ ومحاولة ايجاد جو داخلي ملائم لراحتة.

١-١-٨-٣ **<u>التقليل من استخدام الموارد الجديدة:</u>** وهذا المبدا يحث علي مراعاة التقليل من استخدام الموارد الجديدة في المباني التي يصممونها أو بتقليل استخدام الموارد والمواد الجديدة و التي تتمثل في اعادة تدوير المواد والفضلات وبقايا المباني.

[1] يحيى وزيري ، **التصميم المعماري الصديق للبيئة نحو عمارة خضراء** ، الطبعة الأولى ، مكتبة مدبولي ، القاهرة ، ٢٠٠٣م ، ص ٦٣

١-١-٨-٤ **احترام الموقع:** وهو أن يطأ المبني الارض بشكل واسلوب لا يعمل علي إحداث تغيرات جوهرية في معالم الموقع ومن وجهة نظر مثالية ونموذجية ان المبني اذا تم ازالتة او تحريكة من موقعة فان الموقع يعود كسابق حالتة قبل ان يتم بناء المبني.

١-١-٨-٥ **احترام العاملين والمستعملين:** فسلامة الانسان والحفاظ علية هو الهدف الاهم والاسمي للعمارة الخضراء.

١-١-٨-٦ **التصميم الشامل :** يجب مراعاه مبادي العمارة الخضراء بصورة متكاملة في اثناء عملية تصميم المبني او تخطيط المدينة وربما يكون من الصعب في الواقع العملي تحقيق كل المبادي السابقة ولكن مع الدراسة الدقيقة والمتأنية الي جانب اقتناع المجتمع بهذا الفكر فلن يكون ذلك مستحيل.[١]

١-١-٩ تقنية الاتصالات و المعلومات في العمارة –

Technology of Information System in Architecture: هي فن نقل وتحويل وتخزين المعلومات والمعرفة لاستخدامات أبعد، أحدث ذلك تغير في شكل الثورة الفكرية ولا سيما في القرن 21 الذي صنف على أنه قرن المعلومات والرقميات.

١-١-١٠ **المواد الذكية– *Smart Materials:*** هي المواد التي لها وظيفة إضافيه مثل القدرة على الاستجابة للمثيرات الخارجية بطريقة متوقعة من قبل و يعرف [Peter Gardiner and Stuart Bailey, Design] المواد الذكية بإنها هي المواد التي يمكنها التكيف مع الشكل الخارجي و التهوية كاستجابة للتغييرات البيئية و تتم الإثارة عن طريق الحرارة و الضغط بحيث يمكنها إحداث رد فعل التغيير في اللون أو البصمة الكهربائية [Electrical Signature] [٢]

١-١-١١ **"المواد الذكية والإنشاء الذكي– *Smart Materials & Smart construction*:** هي الأجسام التي تحس بما يحدث في البيئة وتعالج هذه المعلومات الحسية وبالتالي تتفاعل مع البيئة"[٣]

---

[١] يحيى وزيري ، **التصميم المعماري الصديق للبيئة نحو عمارة خضراء** ، الطبعة الأولى، ٢٠٠٣م ، ص ٧٩-٩٤

[2] Wigginton M; Intelligence skins ; p174

[3] Addington, M., **smart materials and new technologies for the architecture and design professions**, Elsevier, oxford, 2005, pg 22

١-١-١٢ **المبنى الذكي- *Smart Building* :** هو مبنى يشمل على قاعدة اتصالات معلوماتية (ICT) ، ليتم التحكم بجميع إمداداته رقميا و يكون له وحدة اتصال رقمية بما حوله ، يحتوي على بعض الخدمات لمستخدميه كالخدمات الصحية الالكترونية (مثل نظام قياس أو مراقبة النشاطات الحيوية) ، فأدت الثورة المعلوماتية إلى تحسين أسلوب الخدمات و يتم تنفيذ المبنى الذكي إما بنظام الأسلاك الصلبة Hard Wired أو نظام الأسلاك المرنة Soft Wired أو النظام اللاسلكي Wireless.

- نظام الأسلاك الصلبة : هي الأنظمة التي تتطلب سلك لتوصيل الأدوات ببعضها وتسير الأسلاك داخل جسم البناء.
- نظام الأسلاك المرنة : وهي مشابهه للنظام السابق لكن السلك يقع خارجيا.
- نظام اللاسلكي : هو التحكم عن بعد دون أسلاك.[١]

١-١-١٣ **عمارة الهدمية او الحداثة الجديدة – *Neo-Modern* :** تعتبر أهم حدث في الفكر المعماري في العشرين سنة الأخيرة من القرن العشرين و يعود جذورها إلى مشاركة الفيلسوف الفرنسي جاك دريدا Jaques Derrida المعماري برنارد تشوماي في تصميم حديقة لافليت في باريس ١٩٨١م، وعرفت بأنها ما بعد الإنشائية Post-structuralism، كما تعتبر الحداثة الجديدة Neo-Modern في العصر الحديث، وازداد ازدهارها مع بداية القرن الواحد والعشرين، ومن روادها فرانكو جيري و بيتر ايز مان وزها حديد. [٢]

١-١-١٤ **العمارة الرقمية- *Cyberspace Architecture*:** ظهرت كعملية تصميم في بيئة رقمية استعيرت من التصميم الصناعي للآلات التي يتم تصميمها و تحليلها واختبارها في بيئة رقمية، أصبح التصميم بأشكال غير مألوفة تلبي الوظيفة و التشكيل الجمالي والناحية الإبداعية التي سمحت بتهجين الأشكال Hybridization كما سمحت للعمارة بالخروج من حدود الحيز المادي ودخوله واقع افتراضي في حيز الشبكة الالكترونية Cyber-space تتفاعل داخله البيانات والمعلومات والأفراد على حد سواء بشكل لحظي متخطيا حدود الزمان والمكان، ومن روادها ماركوس نوفاك، وجوردن

[1] Addington, M., **smart materials and new technologies for the architecture and design professions**, 2005, pg 22
[2] Jencks , Charles , **Architecture Today** , Academy Editions , London , 2001, pg 150

بـامس Jordon Pamass ، وأصـبحت الدراسـات المعماريـة الحضـرية Urban Networks تابعة لتقنية المعلومات الرقمية فأتاحت عصر جديد لتصميم شكل الحيز والبناء.

١-١-١٥ <u>العمارة الديناميكية– *Dynamic Architecture* :</u> تعتبر نوع من الأنواع العديدة للعمارة الذكية فهي عمارة مفتوحة لمفهوم ديناميكي للزمن ، فهي تأخذ طابعا أكثر انتباها إلى المحيط ، فالإمكانيات الهائلة التي تتيحها التكنولوجيا الحديثة توفر السيناريوهات التي لم تتوقف عن التجربة.[١]

١-١-١٦ <u>المخطط العام للرسالة</u>

[١] www.wikipedia.com

الفصل الثاني:

" تطور وتعدد مواد البناء التقليدية وظهور علم خواص المواد والمواد الذكية."

- **مقدمة الفصل الثاني**
- **تطور مواد البناء عبر التاريخ.**
  - **المواد التقليدية (فترة ما قبل الثورة الصناعية).**
  - **طفرة البناء مع بداية الثورة الصناعية.**
- **ظهور علم مختص بدراسة خصائص المواد وتطبيقاتها الهندسية (علم خواص المواد).**
- **تطوير برامج الحاسب الآلي *CAD/CAM*.**
- **المواد الذكية.**
  - **بعض الأمثلة للمواد الذكية.**
- **إمكانيات المادة و ما تستطيع فعله وليس فقط كيف ستبدو.**
- **نماذج تطبيقات المواد الذكية في العمارة.**
  - **الغلاف الذكي- *Smart Wrap***
  - **الحائط الحساس – *Smart wall***
  - **نموذج *Self-Constructing Tower***
  - **غشاء متزن بين قوى الشد والضغط- *Balanced Membrane Between Tensile and Compression Forces***
- **ملخص الفصل الثاني**

مقدمة الفصل الثاني:

منذ أن ظهرت تقنية النانو و الجدل يزداد حول إمكانيات استخداماتها في تحقيق عمارة خضراء صديقة للبيئة ولا يمكننا دراسة مواد النانو و تطبيقاتها في العمارة إلا نتطرق لذكر ومناقشة تطور مواد البناء منذ الثورة الصناعية وصولا إلى المواد الذكية، ذلك لأن موضوع البحث يناقش أعلى تقنية تم اكتشافها في تطبيقات المادة واستغلالها الاستغلال الأمثل في البناء من خلال تكنولوجيا النانو ، ومن هنا فإنه سيتم استعراض في هذا الفصل الطفرات الحادثة في عالم مواد البناء على مر التاريخ، منذ فترة ما قبل الثورة الصناعية والطفرة في البناء مع بداية الثورة الصناعية ومن ثم ظهور علم مختص بدراسة خصائص المواد وتطبيقاتها الهندسية (علم خواص المواد) .

ثم يستعرض الفصل تأثير ظهور الحاسب الالي وتطوير برامجه لكي يتم استخدامها في تشكيل المادة وفي تصميمها وكيفية استغلال امكاناتها في العمارة، حيث تم شرح كيف أن اهمية المادة تكمن في امكانياتها وليس فقط كيف ستبدو ، ثم سيتم عرض ما هيه المواد الذكية وقدراتها، وتوضيح لبعض النماذج المختارة لتطبيقات العمارة الذكية في العمارة كالغلاف الذكي والحائط الحساس ونموذج *Self-Constructing Tower* ثم الغشاء المتزن بين قوى الشد والضغط مع الشرح من خلال الصور الموضحه لذلك.

٢-١ تطور مواد البناء عبر التاريخ- *The development of Building Materials:*

نبدأ بالتعرف على أهم الطفرات الحادثة في عالم مواد البناء بدءا من مرحلة المواد التقليدية لفترة ما قبل الثورة الصناعية ثم فترة ما بعد الثورة الصناعية بالتطور الحادث في علوم خصائص المواد وأيضا التطور الهائل في تقنيات وبرامج الحاسوب وانتهاءا بمرحلة اكتشاف المواد الذكية ومواد النانو تكنولوجي.

٢-١-١ المواد التقليدية (فترة ما قبل الثورة الصناعية)
Traditional Materials –Before Industry Revolution

إن العلاقة بين العمارة ومواد البناء ظلت طوال السنوات السابقة للثورة الصناعية علاقة مباشرة وواضحة، وكانت عملية اختيار المواد تتم إما من خلال منظور عملي حسب ملائمة المادة للوظيفة المطلوبة وسهولة الحصول عليها أو من خلال منظور تشكيلي حسب امكاناتها التشكيلية ومظهرها العام، فعلى سبيل المثال الحجر المتوافر محليا يتم استخدامه في الأساسات والحوائط بينما الرخام يتم استخدامه في صورة الواح رقيقة لتغطية السطح الخشن للهيكل الانشائي، كانت القرارات التصميمية التي تخص البناء هي التي تحدد اختيار المواد المستخدمة.

يتم تشكيل و استخدام الحجر بأنواعه وأشكاله وألوانه للبناء به وتشكيل الواجهات وهنا يتم الحفر في نصف دائرة من الجص، ثم يوضع الزجاج الملون لتشكيل عنصر القمرية و هي لإدخال الضوء الطبيعي في الغرف. **المصدر:** المرجع السابق

شكل (٢-١) تقنية استخدام المواد التقليدية في العصور السابقة كانت بسيطة ومعايير اختيار المادة المستخدمة للبناء كانت حسب الوظيفة وسهولة الحصول عليها وامكانية تشكيلها كما في الحجر والخشب.

- **الموقع-Location** : اليمن
- **العصر-Age**: العصر الاسلامي و إلى الان.
- **الموضع بالنسبة للمبنى- Place in Building** : فتحات في الجدران الرأسية.
- **الأبعاد – Distance**: نصف دائرية و منها الدائري الشكل.
- **مواد الإنشاء-Building Materials**: الجص والأحجار الملونة و الزجاج.
- **المصدر-Source**: مجلة عمران، العدد ١٧، محمد هادي البرقاوي، مرجع سبق ذكره ، ص:٩٤

شكل (٢-٢) استخدام الخشب الخام في بناء الكباري و السدود.

- **الموقع-Location:** أوروبا و أمريكا. [W٢]
- **العصر-Age:** تقنية تقليدية لازالت تستعمل حتى الآن.
- **الموضع بالنسبة للمبنى- Place in Building:** مداخل القلاع و ككباري فوق المياة . [W٢]
- **مواد الإنشاء- Building Materials:** الخشب.
- **المصدر-Source:** http://media01.living4media.com/wmpreviews/OTEwNTIyNg==/00700402

كوبري خشبي بنفس تقنية الكباري المتحركة و التي يطلق عليها Drawbridge. **المصدر:** المرجع السابق

وبذلك يتضح أن استخدام المواد في العمارة في الفترة ما قبل القرن التاسع عشر كان يتحدد تبعا لكل من الوظيفة والشكل، وعلاوة على ذلك فإن المواد لم يكن لها مواصفات قياسية متعارف عليها، وبالتالي كان على المعماريين آنذاك أن يتعرفوا على المواد وامكاناتها من خلال قدراتهم الذاتية، وكانت الخبرة والملاحظة هي الوسيلة للتعرف على امكانات المواد المختلفة، المعماريون الرواد في هذه الأثناء هم الذين اكتسبوا هذه المهارات والمعلومات اللازمة للتعامل مع المواد المتاحة وربما كان يحدث ذلك احيانا عن طريق التجريب وتصويب الخطأ.

ولعل المواد التقليدية في ذلك الوقت مثل الخشب والحجر وضعت قيودا على تطور الأنظمة الإنشائية ومن أهم الأمثلة في هذه الفترة الكباري الخشبية المتحركة التي يطلق عليها Drawbridge وهي نموذج مبسط للكباري القلابة وكانت تصنع من الخشب وتوضع أمام مداخل القلاع والحصون بهدف التأمين حيث يحيط بالقلعة حاجز مائي من كل الجهات ويعمل الكوبري الخشبي القلاب كممر وصول وحيد إلى القلعة ، واستخدام الخشب في صناعة الأبواب والنوافذ التقليدية وتعتبر نماذج المشربيات في العمارة الإسلامية مثالا هاما لتطويع مادة الخشب والاستفادة من امكاناتها.

شكل (٢-٣) <u>تقنية تقليدية لتعشيق وتشكيل الخشب الخرط.</u>

- **الموقع-Location:** دول المشرق العربي و منها مصر.
- **العصر-Age:** تقنية تقليدية لازالت تستعمل حتى الآن.
- **الموضع بالنسبة للمبنى- Place in Building:** الشبابيك والمشربيات والأبواب و قطع من الأثاث.
- **مواد الإنشاء- Building Materials:** الخشب الخرط (الماهوجني، الجوز، الاسفندان، البلوط، الساج، الأبنوس).
- **المصدر- source :** محمد صفي الدين حامد، **العمارة اليمنية والبيئة** ، بحث منشور ، كلية الهندسة والتكنولوجيا، جامعة حلوان ، العدد ٤ ، ابريل ١٩٩٥. ص:٢٤٥

صور توضح تقنية استعمال الأدوات البسيطة في تشكيل الخشب الخرط. المصدر: المرجع السابق

٢-١-٢ <u>طفرة البناء مع بداية الثورة الصناعية-</u> *<u>Construction Boom at The Beginning of The Industrial Revolution:</u>*

ومع قدوم الثورة الصناعية تغيرت القواعد السابقة تماما وبشكل دراماتيكي للغاية، فبدلا من استخدام الحدس الذاتي والتجربة فقد واجه المعماريون ما يعرف بعلم هندسة المواد وفي وقاع الأمر فإن تاريخ العمارة الحديثة يجب النظر اليه وتأمله من خلال عدسات تاريخ مواد البناء.

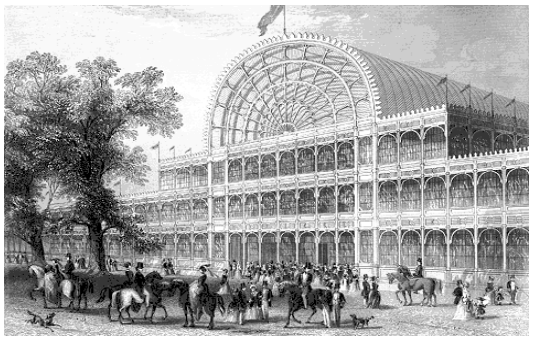
مع بدايات القرن التاسع عشر وبداية التوسع في إنتاج الحديد أدى ذلك إلى ظهور نوعية جديدة من المباني مثل المباني ذات البحور الواسعة، والمباني المرتفعة، وبذلك تحولت مواد البناء

من الدور الثانوي الذي كانت تلعبه في مرحلة ما قبل الحداثة إلى دور أكبر تأثيرا وبات لها الفضل في زيادة الكفاءة الوظيفية للمبنى وشكل المبنى أيضا بات يستجيب لإمكاناتها.

وعندما تطورت صناعة مادة الزجاج، كان هذا التطور مزاوجا لظهور معالجات بيئية جديدة للمباني وظهر ما يعرف بالطراز العالمي والذي ظهرت فيه العمارة بصورتها الزجاجية الشفافة ، وأنظمة الحوائط الستائرية جعلت مادة الواجهات منفصلة عن النظام الإنشائي للمبنى واصبحت الواجهات عنصرا تشكيليا صرفا.[1]

شكل (٢-٤) تقنية البناء بالفولاذ و الزجاج بتقنية سبق التصنيع و نظام الحوائط الستائرية الزجاجية والمنفصلة عن النظام الانشائي للمادة.

- **الموقع-Location**: انجلترا
- **العام-Year**: ١٨٥١م
- **الموضع بالنسبة للمبنى- Place in Building**: كامل هيكل البناء.
- **مواد الإنشاء- Building Materials**: الفولاذ والزجاج سابقين الصب.
- **المصدر - source**: www.wikipedia.com



- تقنية البناء بالفولاذ و الزجاج بتقنية سبق التصنيع و نظام الحوائط الستائرية الزجاجية والمنفصلة عن النظام الانشائي للمادة.

المصدر: المرجع السابق

وفي هذه الفترة ظهر تطور كبير في أنظمة المباني بتطور استخدام مواد البناء و تنوعها و ظهرت الكباري المتحركة كتطور لتقنية تشغيل المباني وتم انشاء اول كوبري قلاب Bascule Bridge سنة ١٨٥٠ وهو كوبري Blagoveshchensky Bridge الذي يعبر نهر Neva River بمدينة سانت بترسبرج ، وفي عام ١٨٧٦ تم انشاء كوبري Swing Bridge أو الكوبري المتأرجح على نهر تاين.

[1] Addington, M., **smart materials and new technologies for the architecuture and design professions**, Elsevier, oxford, 2005. Pg 3

شكل (٢-٥) كوبري بلاجوفتشنكسي يعبر نهر نيفا.

- **الموقع-Location:** مدينة سانت بترسبرج – روسيا
- **العصر-Age:** ١٨٥٠م. [W٣]
- **التقنيـــة المســـتخدمه – Technolgy:** العمـــارة الحركية.[W٣]
- **مواد الإنشاء- Building Materials:** الحديد
- **المصدر- Source :**

http://ak.picdn.net/shutterstock/videos/4126663/preview/stockfootage-swinging-open-of the-blagoveshchensky-bridge-saint-petersburg-russia

تقنية البناء بالفولاذ كتطور لاستخدامات المواد في العمارة. **المصدر** :المرجع السابق

شكل (٢-٦) الكوبري المتأرجح على نهر تاين.

- **الموقع-Location:** انجلترا
- **العصر-Age:** ١٨٧٦م.
- **مواد الإنشاء- Building Materials:** الحديد
- **المصدر- source:-**

https://www.google.com.eg/search?newwindow=1&hl=ar&site=imghp&tbm=isch&sa=1&q=Swing+Bridge&oq=Swing+Bridge&gs_l=img.3.

يوضح تطور امكانيات استخدام واستغلال المادة في البناء ولاسيما الفولاذ، و في الصورة تقنية تشغيل الكوبري بحيث يتحرك الجزء الأوسط منه حول محور رأسي في الاتجاه الأفقي. **المصدر**: المرجع السابق

٢-٢ ظهور علم خواص المواد (علم دراسة خصائص المواد وتطبيقاتها الهندسية)

Materials Science (MSE) and Its Engineered Applications

مع بدايات الثورة الصناعية ظهر علم يهتم بدراسة خواص المواد ويهدف إلى تطوير المجالات الصناعية المختلفة واستفاد من هذا العلم مجال البناء واصبحت المادة الواحدة يتم انتاجها وتطويرها ليستفاد بها في مجالات مختلفة ومنها العمارة.

وهذا العلم المختص بدراسة المواد وخواصها معروف باسم علم خواص المواد، ويمكن اختصاره إلى (MSE)، وهذا العلم يحظى باهتمام عالمي خاص نظرا لأهميته في التطبيقات الصناعية المختلفة، ونظرا لاحتياج الدائم إلى مواد جديدة من شأنها احداث طفرات في المجالات الصناعية المختلفة، ومن المثير للانتباه أن نسبة تتراوح بين ٢٠% إلى ٥٠% من معامل الأبحاث الصناعية مخصصة لأبحاث المواد الجديدة في كل من الولايات المتحدة واليابان، ويكفي القول أن سبعة جوائز نوبل في الفيزياء من اصل ١٤ جائزة منحت لأبحاث لها علاقة بهذا المجال، ومادة مثل البلاستيك لها من الامكانات التي تغري بتطويرها واستخدامها في تطبيقات مثل صناعة السيارات حيث تقلل من وزن السيارة ومن تكلفة انتاجها ايضا، ومادة مثل السيراميك دخلت في تصنيع المحركات ورفعت من كفاءة ادائها [1]، ويمكننا القول أن المواد الجديدة لها نفس الأثر الهام في مجال العمارة، ومع كل اكتشاف أو تطوير لمادة جديدة من المواد يظهر ذلك جليا على المبنى، وفي مجال بحثنا هذا على وجه الخصوص كانت للمواد الجديدة اهمية ودور خاص في تحفيز المعماريين على المضي قدما في تطوير المواد التقليدية والاستفادة من الإمكانات الواعدة للمواد الذكية و النانوية مثل خفة الوزن والمرونة في التشكيل.

٢-٣ تطوير برامج الحاسب الآلي *CAD/CAM*:

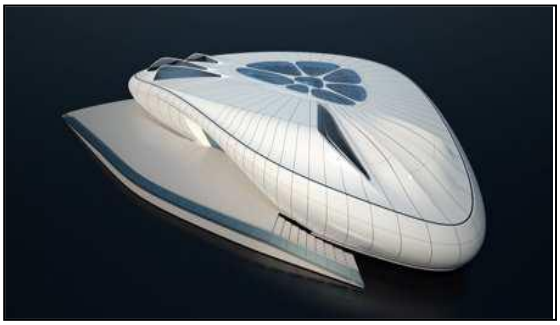
ومن خلال تطور برامج الحاسب الآلي *CAD/CAM* وهي برامج الحاسب المعاونة للتصميم والتصنيع *(Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturig)* اصبح من الممكن تطوير التكنولوجيا اللازمة لاستخدام مواد مثل الالومنيوم والتيتانيوم كغلاف خارجي للمباني، واصبح استخدام مثل هذه المواد متاح وسهل ومكن من انتاج مباني لها واجهات وتشكيلات ليس لها مثيل في السابق بهذا التطور الحادث للمواد اصبحت الحرية شبه مطلقة للمعماري في تصميم المبنى داخليا وخارجيا، واصبحت له امكانات تشكيل باستخدام تركيبات مختلفة من المواد لإنتاج المبنى تشبه الامكانات المتاحة للرسام لإنتاج لوحته من تركيبات لونية لا نهائية، وسوف نستعرض بعض الانواع من هذه المواد لبيان خصائصها وامكاناتها.

[1] Journal of Metal. (April 1987), pg 22

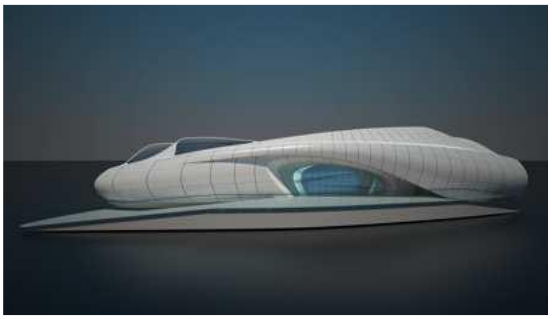
شكل (٢-٧) معرض بينالي من أمثلة العمارة الهدمية حرة كمثال لاستخدام الحاسب الالي في التصميم ، والتشكيل المعماري.

- **الموقع-Location:** فنيسيا – ايطاليا.
- **العصر-Age:** ٢٠٠٧م.
- **مواد الإنشاء- Building Materials:** الحديد.
- **التصميم – design :** أحد التصميمات الملساء حرة التشكيل عبارة عن مسار أنبوبي يسير فيه المشاهدين بالمعرض.
- **المصـدر- source:** http://zahahadidblog.com/projects/1007/06/13/zahas-travelling-exhibition-pavilion

▪ أحد مداخل المعرض. المرجع السابق



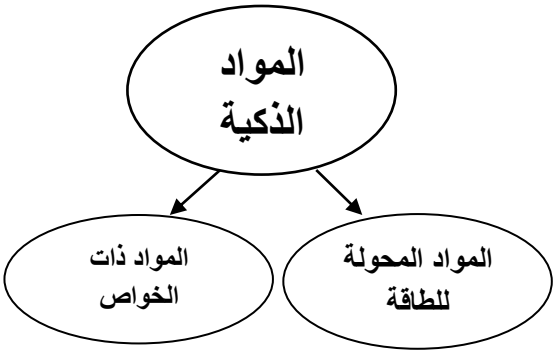
▪ منظور لكتلة المعرض. المرجع السابق



شكل (٢-٨) يوضح واجهة المعرض.
توضح أنه لا غنى عن استخدام الحاسب الالي في تصميم المباني حديثاً و كذا لا غنى عن استخدام المواد المتطورة في الانشاء. المصدر: المرجع السابق

٢-٤ المواد الذكية- *Smart Material:*

▪ **مخطط (٢-٩)** يوضح أن المواد الذكية و هي مواد مطورة بتقنيات كتقنية النانو وغيرها تنقسم إلى قسمين : مواد محولة للطاقة، و مواد ذات الخواص المتغيرة ، و قد بدأ إنتاج المواد الذكية في نهاية القرن العشوين. المصدر: Addington, M.,Pg 30



في القرون الماضية كان المعماري يتعامل مع مواد تقليدية مثل الحجر والخشب وكانت تفرض عليه هذه المواد قيودا لاستخدامها وكانت انتاج المبنى في حدود امكانات هذه المواد K وبدأ الأمر يتغير في القرن العشرين وشيئا فشيئا اصبح المعماري حرية بظهور مواد جديدة لها كفاءة في أداء اعلى واصبح للمعماري الحرية ليس في اختيار المواد فحسب بل في تركيب وتصنيع مواد تناسب احتياجات المبنى وفي سياق هذا التطور ومع نهايات القرن العشرين بدأت مواد جديدة في الظهور لها قدرة على أداء اعلى مثلث طفرة في رحلة تطور المواد المستخدمة في البناء وهي المواد الذكية، وقد بدأ انتاج اول مادة ذكية بغرض تجاري عام ١٩٩٢.[١]

قد تكون المواد الذكية مواد مطورة بتقنية النانو حيث أن بعض المواد النانوية تعتبر مواد ذكية ، والمواد الذكية هي المواد التي يحدث لها تغير واضح وملحوظ في خواصها عند تعرضها للمؤثرات الخارجية مثل الضغط ودرجة الحرارة والرطوبة والمجال الكهربي والمجال المغناطيسي، وهذه المواد بالطبع سيكون لها تأثيرا كبيرا على الاتجاهات المعمارية السائدة في وقتنا الحالي ومن المتوقع ظهور تيارات معمارية جديدة توظف وتستفيد من الامكانات المذهلة لهذه المواد الجديدة.

لا يوجد اتفاق على تعريف واحد للمواد الذكية فوكالة ناسا للفضاء تعرف المواد الذكية بأنها "تلك المواد التي تتذكر حالة معينة وتستطيع أن تعود لهذه الحالة عندما تتعرض لمؤثر معين".

ومن هذا التعريف تتضح الزاوية التي تنظر منها ناسا إلى المواد الذكية وكذلك التطبيقات التي تنوي استخدامها فيها، بينما موسوعة المواد الكيميائية الذكية والتكنولوجيا الجديدة تعرف المواد الذكية كما يلي "المواد الذكية والإنشاء الذكي هي الأجسام التي تحس بما يحدث في البيئة وتعالج هذه المعلومات الحسية وبالتالي تتفاعل مع البيئة.[٢]

٢-٤-١ بعض الأمثلة للمواد الذكية– *Some Examples for Smart Materials:*

٢-٤-١-١ مواد الكهرباء الانضغاطية:

ظاهرة الكهرباء الانضغاطية اكتشفت في سنة ١٨٨٠ بواسطة Jacques and Pierre Curie: وهي ظاهرة توليد مجال كهربي عندما نعرض المادة إلى اجهاد ميكانيكي ويمكن أن تحدث هذه الظاهرة بالعكس ايضا عند تعرض المادة لمجال كهربي يتولد اجهادا ميكانيكيا وهذه الظاهرة تحدث

[1] Addington, M., **smart materials and new technologies for the architecuture and design professions**,pg 35

[٢] المرجع السابق ص ٣٦

بشكل طبيعي في بعض المواد البللورية مثل بللورات الكوارتز وملح روشيل، ويمكن أن تحدث هذه الظاهرة ايضا في المواد ذات التكوين البللوري المجمع وهي مواد تتكون من مجموعة من البللورات المتباينة في الأحجام والاتجاهات ومن أمثلة تلك المواد مادة البيزوسيراميك[1]، وهي المواد التي تنتج طاقة كهربائية عندما تتعرض للضغط، هناك تطبيقات أخرى لنفس النوعية من المواد تستخدم هذه الخاصية بشكل عكسي، إذ أنه بتعريض المادة لمجال كهربي يحدث انضغاط لهذه المادة، وعند استخدام هذا التطبيق في تصميم الانشاءات يمكن لجزء من المنشأ أن ينقبض أو يتمدد أو يتلوى عند تعريضه لمجال كهربي.

٢-٤-١-٢ المواد الكهروضوئية:

هي المواد التي تقوم بتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربائية وتم اكتشاف هذه الظاهرة سنة ١٨٣٩ بواسطة العالم بيكريل والتفسير العلمي لهذه الظاهرة أن الأشعة الضوئية الساقطة على السطح المعدني يؤدي إلى تحرر بعض الالكترونات نتيجة اكتساب هذه الالكترونات طاقة حركة، وقد استخدمت هذه الظاهرة كأساس علمي لتطبيقات الخلايا الشمسية التي تعتبر مشروع طموح لتوليد الكهرباء ومن أمثلة هذه المواد سيلفيد الكادميوم وسيلتيد الكادميوم، والخلايا الشمسية من الصناعات التي تتطور بشكل متسارع ولها صور وتطبيقات متعددة وظهرت تطبيقاتها في مجال البناء منذ سبعينات القرن الماضي.

٢-٤-١-٣ المواد التي تستجيب للحرارة:

هي المواد التي لها ذاكرة تشكيلية خاصة وتحتفظ بأشكال مختلفة عند تعرضها لدرجات حرارة مختلفة، وهي تنقسم لنوعان حسب التركيب أما مواد ذات ذاكرة تشكيلية مركبة من خليط من المعادن أو مواد ذات ذاكرة تشكيلية مركبة من البوليمرات.[2]

- **سبائك ذات ذاكرة تشكيلية وتستجيب للمجال المغناطيسي:**

وهي المواد التي يحدث لها تغير في الشكل عند حدوث تغير في المجال المغناطيسي المحيط بها على أن يكون هذا التغير في المجال المغناطيسي كافي ومؤثر.

---

[1] Victor, G., (2000**) Encyclopedia of vibrations, actuators and smart structures**, University of South Carolina, Columbia, pg 10-11

[2] Addington, M., pg 37

- **<u>بوليمرات تتأثر أبعادها بدرجة قلوية الوسط المحيط أو حمضيته:</u>**

هي المواد التي تتغير أبعادها بتغير قلوية الوسط المحيط حيث يحدث لها تضخم كبير أو انهيار عند تغيير الـPH للوسط المحيط بها.

- **<u>المواد التي يتغير لونها عند تغيير قلوية الوسط أو حمضيته:</u>**

وهي المواد التي يتغير لونها عند تغيير الوسط الحامضي المؤثر فيها، ومن تطبيقاتها أنها تستخدم في طلاء المعادن، وعند حدوث صدأ في المعدن يظهر تأثير ذلك في صورة تغير لون الطلاء الخارجي الذي يغطي المعدن.[١]

٢-٤-١-٤ <u>المواد التي تغير لونها بتغير الحرارة أو تغير المجال الكهربي أو البصري المحيط بها:</u>

وتنقسم إلى:

- مواد تغير لونها أو درجة شفافيتها بتغير المجال الكهربي المحيط بها.
- مواد تغير لونها عندما تتغير درجة حرارتها.
- مواد تغير لونها تبعا لشدة الإضاءة.

ومن أمثلة هذه المواد المادة التي تستخدم في صناعة النظارات الشمسية والتي يتحول لون عدستها إلى لون داكن عند تعرضها لأشعة الشمس الساطعة. [٢]

وبظهور هذه المواد الذكية تغير مفهوم التعامل مع مواد البناء فبعد أن كان المعماري يتعامل مع مادة صماء ساكنة، اصبحت المادة قادرة على التغير والاستجابة للمؤثرات المحيطة بها ولابد للمعماري أن يفهم امكانات المواد الذكية جيدا ويتعرف على خصائصها الفيزيائية والكيميائية وقدرتها على التغير كي يتمكن من استغلالها بالشكل المناسب، فالأمر الآن قد تغير وأصبح من المهم أن يسأل المعماري نفسه:

٢-٥ <u>إمكانيات المادة و ما تستطيع فعله وليس فقط كيف ستبدو – *Material Performance and What It Can Do, Not Just How It Looks*</u>

[1] Addington, M., pg 37

[٢] المرجع السابق

وفي واقع الأمر أن المواد الذكية و التي قد يتم تطويرها بتقنية النانو يمكن أن تستبدل نظاما اليا بالكامل فعلي سبيل المثال الزجاج الذي يتغير لونه بتغير شدة الإضاءة إذ استخدم في احدى النوافذ فإنه يمكن أن يحل محل نظاما اليا مكونا من جهاز استشعار ونظام حاسب آلي وموتور وكاسرات شمس متحركة وعند حدوث تغير في شدة الإضاءة سوف يصدر جهاز الاستشعار تنبيها لنظام الحاسب الآلي الذي يسيطر على حركة الموتور التي يحرك كاسرات الشمس.

والمواد الذكية مازالت غير متاحة بسهولة للمعماري ومازالت تنتج بكميات محدودة وبتكلفة عالية ولا يمكن للمعماريون الآن الاعتماد عليها والاستغناء عن المواد التقليدية فهذا يحتاج إلى الوقت ليثبت مدى كفاءة هذه المواد وقدرتها على إغراء المعماريين والمستعملين واستبدالها بدلا من المواد المستخدمة حاليا، إلا أن هذه المواد بدأت في عرض نفسها، وبدأت تشد الأنظار تدريجيا بنماذج عرض بسيطة مثل:

- *Thermochemic chair backs.*
- *Electrochromic toilet stalls doors.*

وبعد ذلك ظهرت مشاريع تتبنى وتظهر امكانات هذه المواد مثل مشروع Brasserie Restaurant للمعماريان Diller and Scofidio والموجود في مبنى سيجرام للمعماري ميس فان ديروه، ويعتقد بعض المعماريين أنهم في حاجة لاستخدام المواد الذكية لتحسين تصميماتهم لأنها تجعل الفراغات متفاعلة وليست صماء ساكنة، ومفاهيم مثل التحولية والتفاعلية اصبحت جزء من مفردات المعماريين وذلك مع أن التكنولوجيا والمواد التي تطلبها هذه المفاهيم لازالت عمليات بعيدة المنال بالنسبة لهؤلاء المعماريين نظرا لارتفاع تكلفتها وندرتها، كما أن المواد الذكية تستخدم بشكل أساسي في الأنظمة المتحركة كأجهزة استشعار وكمواد تساعد على امتصاص الاهتزازات .[1]

[1] Addington, M., pg ٦١

شكل (٢-١٠) مشروع مطعم براسيري والمستخدم فيه مواد بناء ذكية.

- **المشروع :** Brasserie Restaurant بمبنى سيجرام
- **المعماري-Architect :** ميس فان ديروه
- **المصـــــــــــــــــــــــــدر- source:** https://www.pinterest.com/pin/2434759235763834/89

استخدم ميس فان ديروه مواد البناء الذكي بمشروعه ليجعل الفراغات متفاعلة مع مستخدميها و ليست صماء ، و هذا ما يدل على امكانيات المادة لاستخدامها في الأغراض المختلفة في العناصر المعمارية داخل و خارج المبنى. **المصدر :** المرجع السابق

٦-٢ نماذج تطبيقات المواد الذكية في العمارة – *Applications of The Smart Materials in Architecture:*

٢-٦-١ الغلاف الذكي- *Smart Wrap:*

الغلاف الذكي هو أحد تطبيقات المواد المركبة هو غلاف خارجي مبتكر للمباني [١] تقوم فكرته على تطور لمجموعة الخواص التي تقوم بها الأغلفة التقليدية في المباني ، وهي للتحكم في درجة الحرارة والتحكم في الاضاءة الداخلة للمبنى والمناخ الداخلي والانتاج الذاتي للطاقة.[٢]

[1] http://kierantimberlake.com/research/smartwrap_research_1.html
[2] Design Ecologies: **Essays on the Nature of Design,** published by Princeton Architectural Press, New York, 2010 , pg124

شكل (٢-١١) يوضح صورة للغلاف الذكي.
- **المشروع :** المتحف القومي للتصميم.
- **الموقع- Location :** نيويورك – الولايات المتحدة
- **العام-Year :** ٢٠٠٣ م

المصدر- Source: Design Ecologies, pg124

فكرته أن يتم التحكم في غلاف المبنى وشدة الاضاءة الداخلة للمبنى وفي درجة الحرارة الداخليه وانتاج الطاقة أو تحويل الطاقة الحرارية و الضوئية إلى طاقة يستخدمها المبنى. **المصدر:** Design Ecologies, pg124

٢-٦-٢ الحائط الحساس – *Smart wall:*

من تصميم المكتب المعماري ديكوي DeCOi والحائط مقسم إلى شراكة متحركة ومصممة بحيث تستجيب لحركة المستخدمين واللمس والصوت ودرجة الحرارة الداخلية والخارجية، ويوجد به مجسات موضعية Sensor تصدر اشارات ويتم توصيل الإشارات إلى محركات تعمل بضغط الهواء.[1]

شكل (٢-١٢) يوضح تقنية تشغيل الحائط الحساس.
- **المشروع :** للحائط الحساس أو 'Hyposurface
- **المعماري- Architect:** ديكوي DeCOi
- **العام- Year :** بداية القرن ال ٢١.

المصدر- source: Addington, M.,pg 135

شكل يوضح فكرة الحائط الحساس أنه مصمم بحيث تستجيب لحركة المستخدمين واللمس والصوت، ويوجد به مجسات موضعية Sensor تصدر اشارات ويتم توصيل الإشارات إلى محركات تعمل بضغط الهواء. **المصدر:** Addington, M.,pg 135

[1] Addington, M., **smart materials and new technologies for the architecuture and design professions**, pg 122

٢-٦-٣ نموذج *Self-Constructing Tower:*

من تصميم الفنان الاسكتلندي بيتر لينيت Peter Linnett والمعماري توبي بلنت Toby Blunt وقاما بتصميمه عام ١٩٩٦ بمناسبة الاحتفال السنوي الموسيقي Bath Festival وهو احتفال موسيقى يقام كل صيف بمدينة باث في جنوب غرب انجلترا، وقد استخدموا في التصميم مواد LEM التي لها قابلية للتمدد ووظفوها في التصميم لتعمل كمحرك هيدروليكي حراري، وتم التخطيط لموقع النموذج ليكون على ضفة نهر Avon بحيث يثبت فوق حائط به نوافذ معقودة، والتصميم يتكون من ثلاثة أجزاء متحرك ويشبه الحشرة في تكوينه ونسبه.

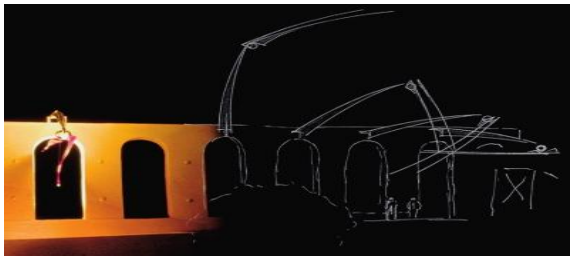
والنموذج مصمم بحيث يتفاعل لحظيا مع البيئة المحيطة به ويتفتح وينغلق مثل الزهرة متأثرا بالشمس والرياح ودرجة حرارة الهواء ونسبة الرطوبة، والعناصر المكونة للتصميم والمصنوعة من مواد ال اي ام مصممة لتعمل في ثلاثة محاور مرتبة حول نقطة مركزية ويحتوي التركيب على ذراعين لهما تصميم انسيابي مصنوعان من ألياف الكربون بطول ٦ امتار وفي الأيام ذات الطقس المعتدل يتفتح المنشأ ويصل ارتفاعه إلى ١٥ متر وفي الليالي الباردة أو الطقس السيئ يذبل وينطوي باتجاه الفتحات المعقود ولعوامل الأمان تم إخلاء المنطقة المحيطة بالبرج المتحرك لمسافة عشرين متر من كل الجهات.[1]

شكل (٢-١٣) يوضح صور لنموذج Self consulting Tower .

- **المعماري- Architect**: الفنان الاسكتلندي بيتر لينيت والمعماري توبي بلنت Toby Blunt Peter Linnett
- **العام -Year** : ١٩٩٦ م.
- **الموقع- Location** : مدينة باث جنوب غرب انجلترا.
- **المواد المستخدمة** : مواد LEM لها قابلية للتمدد وألياف الكربون بطول ٦ م و ينفتح ليصل لارتفاع ١٥م.
- **المصدر- Source**: Axel Ritter, pg 64

[1] Axel Ritter, **smart materials in architecture, interior architecture and design**, birkhauser publishers for architecture, basel. 2007 , pg 64

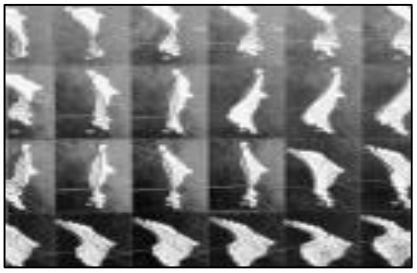
شكل (٢-١٤) توضح أن النموذج صمم على شكل و نسب الحشرة ، مثبت فوق حائط به نوافذ معقودة ، ومصمم بحيث يتفاعل لحظيا مع البيئة المحيطة وفي الأيام ذات الطقس المعتدل يتفتح المنشأ ويصل ارتفاعه إلى ١٥ متر وفي الليالي الباردة أو الطقس السيئ يذبل وينطوي باتجاه الفتحات المعقود. **المصدر**: Axel Ritter,pg 65



- النموذج مكون من ثلاث أجزاء متحركة تعمل في ثلاثة محاور مرتبة حول نقطة مركزية ويحتوي التركيب على ذراعين لهما تصميم انسيابي. **المصدر**: Axel Ritter,pg 65

٢-٦-٤ غشاء متزن بين قوى الشد والضغط- *Balanced Membrane Between Tensile and Compression Forces:*

صمم هذا النموذج الطالب ناتالي ريتشتر Natalie Richter في عام ١٩٩٥ اثناء دراسته في مدرسة Bartlett School, London بلندن ، والتصميم عبارة عن تطوير لغشاء يتكون من اسلاك من سبائك ذات ذاكرة تشكيلية SMA مدمج مع نظام انشائي متزن تحت تأثير قوى الشد والضغط معا، ويعمل هذا الغشاء الذكي كستائر تقسم الغرفة إلى فراغات مرنة متغيرة.[1]



تعتبر فكرته التصميمية هي تطوير لغشاء يتكون من اسلاك من سبائك ذات ذاكرة تشكيلية SMA مدمج مع نظام انشائي متزن تحت تأثير قوى الشد والضغط معا. المصدر: Axel Ritter, pg 68

- **شكل (٢-١٥) يوضح رسم لغشاء متزن بين قوى الشد و الضغط.**
- **المعماري- Architect**: الطالبة ناتالي ريتشتر Natalie Richter
- **عام التصميم- Year** : ١٩٩٥ م
- **الموقع - Location**: لندن - انجلترا.
- **المصدر- Source**: Axel Ritter, pg 68

[1] Axel Ritter, **smart materials in architecture, interior architecture and design**, Pg 68

ملخص الفصل الثاني:

تم عرض تطور لمواد البناء عبر التاريخ بداية منذ فترة ما قبل الثورة الصناعية و كيف استخدمت المواد المحلية في البناء كمواد بناء تقليدية بمحاولة تهذيبها و إستعداهل لتصلح للبناء بها كالأحجار و الأخشاب و الطين النيء و غيرها ، ثم طفرة البناء التي أتاحتها الثورة الصناعية حيث تغيرت تلك التقنيات التي كانت تستخدم فيما قبل الثورة .

فمع انتاج الحديد و استخدامه في البناء ظهرت البحور الواسعة و المباني المرتفعة ، تلك المادة أتاحت تقنيات بناء مختلفه و غيرت شكل المباني بعد و أثناء فترة الثورة الصناعية ، كما ظهر استخدام الزجاج و تطورت أساليب الناء و ظهرت المباني المتحركة و المباني سابقة التصنيع و قد تم إيضاح الأمثلة لذلك.

حتى ظهر علم خواص المواد و هو علم يختص بدراسة خصائص المواد وتطبيقاتها الهندسية المختلفة ، ثم ظهر استخدام الحاسب الالي في عالم البناء و العمارة و تطور برامجه وهو ما تم شرحه بالتفصيل مع ذكر بعض لامثله و الصور الوضحه ، مع توضيح ماهية المواد الذكية و شرح لبعض الأمثلة للمواد الذكية و إمكانيات المادة و ماتستطيع المادة أن تقوم به ، ثم تم ذكر لبعض النماذج المعمارية التي استخدمت فيها المواد الذكية ، كالغلاف الذكي والحائط الحساس ، و نموذج Self-Constructing Tower ، وغشاء متزن بين قوى الشد والضغط .

.

الفصل الثالث:

تكنولوجيا النانو (النشأة والتطور والتعريف)

- مقدمة الفصل الثالث:
- تعريف التكنولوجيا وتطورها
- تطور اجيال التكنولوجيا
- تكنولوجيا النانو (النشأة والتطور)
- مجالات تكنولوجيا النانو
  - بعض مجالات تطبيقات النانو البيئية
- التطبيقات الواعدة لتكنولوجيا النانو
- مبادئ ومميزات تكنولوجيا النانو
- اقتصاديات النانوتكنولوجي
- علم النانو
- أدوات تقنية النانو
- مواد النانو
  - طرق الوصول إلى الحجم النانوى
  - خواص المواد النانوية
  - اشكال المواد النانوية
- ملخص الفصل الثالث:

مقدمة الفصل الثالث:

أجمع الخبراء على أن أهم تطور تكنولوجي في نهايات القرن العشرين هو تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها ومازالت الأبحاث مستمرة في هذا المجال، تلك التكنولوجيا قد حققت قفزة هائلة في جميع فروع العلوم والهندسة والواعده بالكثير، وقد تم توظيف العديد من تطبيقاتها لتحقيق الاستدامة والاستفادة من التطور في المواد وخصائصها، وفكرة هذه التقنية بكل بساطة تعتمد على صف جزئيات المادة إلى جانب بعضها البعض بتشكيلات مختلفة، مما انتج مواد ذات خصائص يمكن التحكم فيه.

ونجد في جميع المراجع المختصة أن كلمة نانو nano هي كلمة اغريقية تعني القزم والتي يمكن أن تصف كل شيء صغير و دقيق، ومن هنا يمكن القول أن مصطلح نانوتكنولوجي يعني حرفيا "تقنية الصغائر" وإذا استخدمنا كلمة نانو وصفا لكل الجسيمات الدقيقة ففي حالة الجسيمات المتناهية في الصغر يمكن أن نصف هذة التقنية باسم تقنية النانو.

ولأن من أهداف البحث التعرف على المعنى الحقيقي لتقنية النانو وما تهدف لها وما هي التطبيقات المرجوه من تلك التقنية في مجال العمارة فإنه لابد بداية من تعريف التكنولوجيا وتطورها وعرض لتطور اجيال التكنولوجيا، ثم نشأة وتطور تكنولوجيا النانو وما هي مجالات تكنولوجيا النانو والتطبيقات الواعده لهذة التقنية، ثم بالتعرف على مبادئ ومميزات تكنولوجيا النانو وإقتصاديات هذة التقنية التي من الممكن أن تتحكم في انتاجها على مستوى الدول.

وسيتم مناقشة ماهو علم النانو والأدوات التي قد تُستخدم في تقنية النانو وسيتم عرض ماهية مواد النانو وكيفية الوصول للحجم النانوي، كما سيتم عرض خواص المواد النانوية كالخواص الكهرومغناطيسية والكهربائية والبصرية وغيرها من الخواص التي تتميز بها مواد النانو والأشكال التي قد تكون عليها مواد النانو.

٣-١ تعريف التكنولوجيا وتطورها – *The Development of Technology*:

التكنولوجيا بمعناها المبسط تعني مجموعة المهارات والتقنيات الرامية إلى تطويع النظريات وتطبيق نتائج البحوث العلمية من أجل وضع حلول فريدة ومتميزة لمشكلة ما، أو الحصول على منتجات حديثة قائمة على النتاج العقلي والذهني للإنسان.[١]

وسوف يتضح لنا من هذا التعريف أن تكنولوجيا كظاهره ليست جديدة أو حديثة فلقد طوع الإنسان منذ وجوده على سطح هذا الكوكب الكثير من تجاربه ونتاج خبراته العملية التي تطورت بعد ذلك لتكون مخرجات تعتمد على العلم والتجريب لإيجاد حلول فريدة تمثلت في تشييده للمأوى، وتوظيفه أدوات بدائية فعاله لتنفيذ أعماله، هذا بالإضافة إلى تمكن الإنسان من استخراج المعادن من تحت سطح الأرض وتجيزها وغير ذلك من استخدامات مهمة كانت السبب في التغلب على الصعاب والمشاكل اليومية التي واجهته على ما يقرب من مليون سنة فظاهرة التكنولوجيا في حد ذاتها ليست بجديدة وإنما الجديد فيها هو اللفظ فقط وهذا على النقيض من المفهوم المترسخ عند البعض.[٢]

٣-٢ تطور اجيال التكنولوجيا – *Generations of Technology :*

يعتبر النانو تكنولوجي الجيل الخامس الذي ظهر في عالم الالكترونيات الذي يمكن تصنيف ثوراته التكنولوجية على أساس أنها مرت بعدة أجيال شكلت أسباب الورود الحقيقي للنانو الذي عبر عن المرحلة الراهنة لها.[٣]

---

[١] فؤاد زكريا ، **كتاب التفكير العلمي**، العدد الثالث ، لعام ١٩٧٨م، ص ٧

[٢] محمد شريف الاسكندراني، **كتاب تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل**، بسلسلة عالم المعرفة ، ابريل ٢٠١٠، ص٥

[٣] قحطان خلف الخزرجي ورنا عفيف عنائي واسيل باسم الزبيدي ، **كتاب التقنية النانوية** ، دار دجلة ، سنة ٢٠١٠م، ص١٠

مخطط رقم (٣-١) يوضح تطور و تتابع الأجيال التي شكلت الثورة الإلكترونية في العصر الحديث حيث تعتبر تقية النانو الجيل الخامس في تطور هذة الأجيال. **المصدر:** قحطان خلف الخزرجي ورنا عفيف عنائي واسيل باسم الزبيدي، **كتاب التقنية النانوية**، مرجع سابق، ص١٠ بتصرف

٣-٣ تكنولوجيا النانو (النشأة والتطور)-

Beginning and Developing of Nanotechnology:

استخدمت تقنية النانو قديما في الحضارة الإغريقية والحضارة الصينية في صناعة الزجاج ولعل اللاإناء الإغريقي الشهير "ليكوروجز" والذي يغير لونه تبعا لزاوية سقوط الضوء أحد أقد التطبيقات لتقنية النانو والذي استخدم في صناعته جسيمات نانو من الذهب تم خلطها بالزجاج وقد أجمع الخبراء على ان أهم تطور تكنولوجي في النصف الأخير من القرن الحالي هو اختراع الكترونات السليكون، فقد أدي تطويرها إلى ظهور ما يسمى بالشرائح الصغرية والتي أدت إلى

ثورة تقنية في جميع المجالات و لم تكن هناك هواتف نقاله أو ساعات رقمية أو انترنت ، وخلال العشر سنوات الماضية برز إلى الأضواء مصطلح جديد ألقى بثقله على العالم وهو مصطلح "تكنولوجيا النانو" فهذة التقنية الواعدة تبشر بقفزة هائلة في جميع فروع العلوم والهندسة ويرى المتفائلون أنها ستلقي بظلالها على كافة مجالات الطب الحديث والاقتصاد العالمي، وفي عام ١٩٩٠م إكتشف العالم الياباني Lijima صناعة أنابيب الكربون النانوية Carbon Nano Tubes وكانت تقنية النانو موجودة ولكنها كانت غير مفهومة وما ساعد على

شكل (٣-٢) يوضح شباك لكنيسة كمثال قديم لاستخدام تكنولوجيا النانو حيث أن جزئيات الذهب النانوية هي التي تنتج اللون الروبي-الاحمر في الزجاج، وكاتدرائية كولونيا يعود تاريخها إلى ١٢٨٠م.

المصدر: Sylvia Leydecker, **Nano Materials in Architecture, Interior**, pg 21 بتصرف

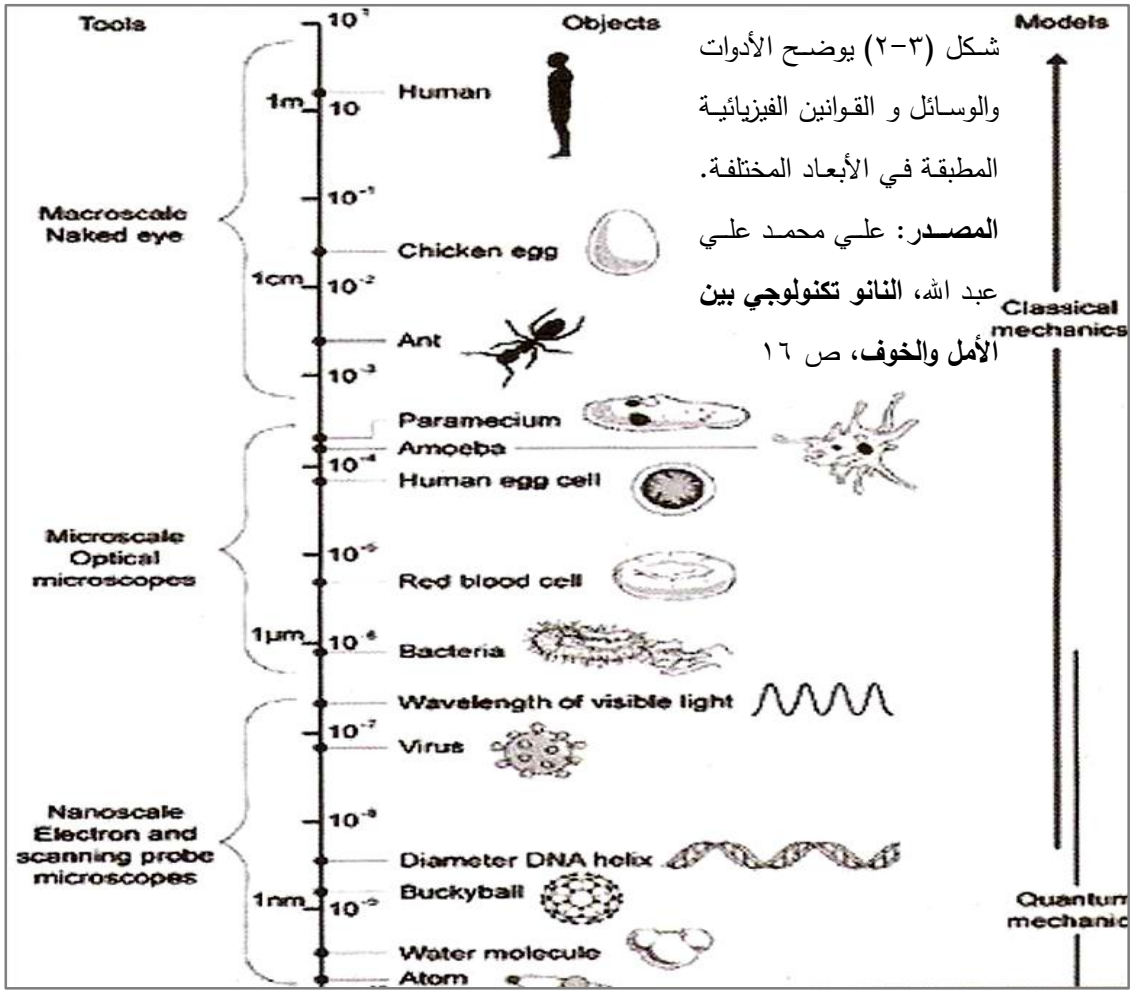
فهمها وتطويرها عدة عوامل والتي منها:

- فهم طرق تحضير المواد بمقياس النانو وبالتالي تطويرها.
- تطور أجهزة ساهمت بالتعرف على تلك المواد.
- فهم ومعرفة العلاقة بين التركيب وخصائص هذة المواد و كيفية الإستفادة منها.

في عام ١٧١١م استخدم هذه التقنية صانعو الزجاج بدون أن يدركوا ماهيتها في العصور الوسطى حيث كانوا يستخدمون حبيبات الذهب النانوية الغروية للتلوين وكانوا يدهنون الأخشاب كآلة الكمان التي كانت تصنعها عائلة ستراديفاري والمحفوظة على نحو مثالي حتى يومنا هذا، فقد تمت معالجة الخشب في ذلك الحين بدهانات تحتوي على جسيمات نانومترية ولهذا ظلت الآت الكمان في حالة جيدة، تماما كما كانت عليه منذ ٣٠٠ عام.[1]

[1] http//www.nanosky.com.

وفي عام ١٨٦٧ أجرى الفزيائي الاسكتلندي جيمس ماكسويل تجربة تعرف باسم عفريت ماكسويل (Maxwell's Demon) تخيل فيها مخلوقا ذريا يقف حارسا على بوابة ذرية تفصل بين وعائين يحتويان على غاز، ويقوم بتنظيم جزئيات الغاز بواسطة منع ذرات الغاز النشطة من اجتياز البوابة والسماح للذرات الأقل نشاط بعبورها فتجربة ماكسويل ولدت فكرة التحكم في تحريك الذرات والجزئيات، وهذه الفكرة لها من التطبيقات ما يجعلها من المبادئ المميزة لتقنية النانو.

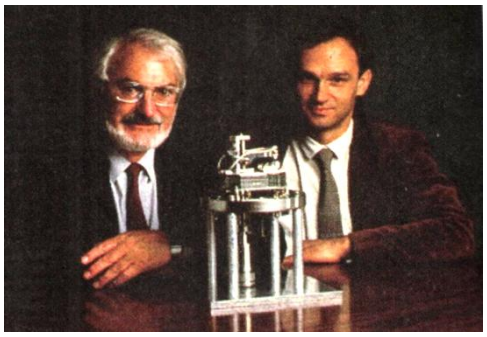


شكل (٣-٢) يوضح الأدوات والوسائل و القوانين الفيزيائية المطبقة في الأبعاد المختلفة.
المصدر: علي محمد علي عبد الله، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف**، ص ١٦

وفي عام ١٩٥٩ تحدث العالم الفيزيائي المشهور ريتشارد فينمان إلى الجمعية الفزيائية الأمريكية في محاضراته الشهيرة بعنوان (هناك مساحة واسعة في الأسفل) عن ماذا سيمكن للعلماء فعله إذا استطاعوا التحكم في الذرة الواحدة وإعادة ترتيبها كما يريدون وكان تساؤله وخياله العلمي بداية الإعلان عن مجال جديد عرف لاحقا بتقنية النانو.[١]

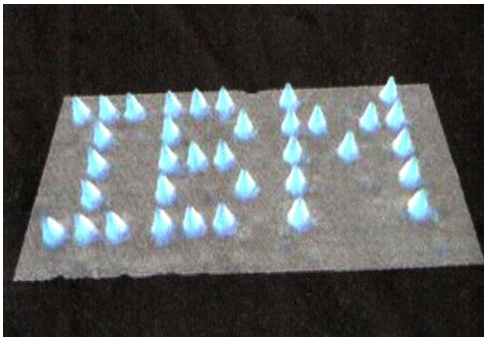
[١] فتح الله الشيخ و محمود موسى، **كتاب قصة النانو تكنولوجيا**، ص ١٧

وفي عام ١٩٧٤ اطلق الباحث الياباني "نوريو تاينغوشي" تسمية مصطلح تقنية النانو Nano Technology لأول مرة للتعبير عن طرق تصنيع عناصر ميكانيكية وكهربائية متناهية الصغر بدقة عالية.



شكل (٣-٤) يوضح المجهر النفقي الماسح و مخترعاه العالمان الألماني جيرد بينيج (يمين) و السويسري هنريش روهير و الذي حصلا به على جائزة نوبل في الفيزياء عام ١٩٨٦. **المصدر**: موقع شركة IBM- http://www.research.ibm.com/about/top_innovations_history.shtm

وفي عام ١٩٧٦ استحدث الفيزيائي الفلسطيني منير نايفة طريقة ليزرية تسمى التأين الرنيني لكشف الذرات المنفردة وقياسها بأعلى مستويات الدقة والتحكم، ورصد بها ذرة واحدة من بين ملايين الذرات وكشف هويتها لأول مرة في تاريخ العلم، وتعمل طريقته على إثارة الذرات بليزر محدد اللون، وتأينها ومن ثم تحسس الشحنات الصابغة وبذلك استطاع أن يقدم الإجابة على تساؤل الفيزيائي ريتشارد فاينمان عن امكانية تحقيق ذلك وحول خياله العلمي إلى واقع حقيقي.



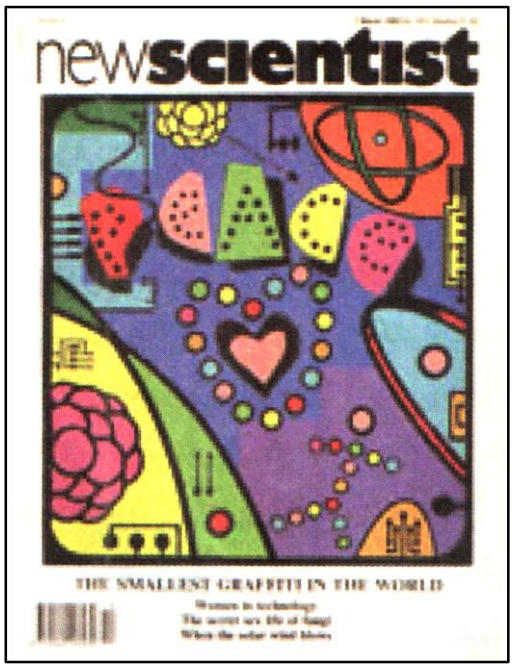
شكل (٣-٥) استخدام المجهر النفقي الماسح في صنع أصغر إعلان في العالم باستخدام ٣٥ ذرة من عنصر الزينون في كتابة اسم شركة IBM العالمية. **المصدر**: موقع شركة IBM- http://www.research.ibm.com/about/top_innovations_history.shtm

وفي عام ١٩٨١ اخترع الباحثان "جيرد بينيج وهنريك رورهر" جهاز المجهر النفق الماسح (Scanning tunneling Microscope) وحقق هذا المجهر الخارق امكانية التعامل المباشر مع الذرات والجزئيات وتصويرها لأول مرة في التاريخ وتحريكها لتكوين جسيمات نانوية.[١]

حيث تمكن الباحثون بواسطة هذا الميكروسكوب الإلكتروني من صنع أصغر إلان في

[١] صفات سلامة ، تقديم العالم البروفيسور منير نايفه ، **النانوتكنولوجي عالم صغير ومستقبل كبير (مقدمه في فهم علم النانوتكنولوجي)**، الدار العربية للعلوم ناشرون، مؤسسة محمد بن راشد آل مكتوم، الطبعة الأولى ٢٠٠٩، ص ٢٢

العالم والذي استخدموا فيه ٣٥ ذرة من عنصر الزينون في كتابة اسم الشركة العالمية التابع لها المختبر وهي شركة IBM فوق سطح النيكل البللوري Crystal Nickel، وأتاح ذلك الميكروسكوب لأول مرة في تاريخ العلم الحصول على صور للجزيئات و الذرات و إمكان التأثير عليها وتحريكها من مواضعها لبناء تراكيب جديدة للمادة و لانتاج مواد جديدة لم تكن معروفه من قبل.



شكل (٣-٦) غلاف مجله "نيوساينتست" العلمية البريطانية الشهيرة ، عدد ٧ مارس ١٩٩٢، و يظهر عليه صورة القلب التي رسمها بالذرات البروفيسور منير نايفه.
المصدر: صفات سلامة ، ص ٢٨

وفي عام ١٩٨٦ وضع عالم الرياضيات الأمريكي "اريك دريكسلر" كتابا سماه محركات التكوين (Engines of Creation) وذكر فيه المخاطر المتخيلة لتقنية النانو، مثل صنع محركات ومركبات نانوية امكانية صناعة أي مادة بواسطة رص مكوناتها الذرية الواحدة تلو الأخرى.[١]

وفي عام ١٩٩١ اكتشف الباحث الياباني "سوميو ليجيما" أنابيب الكربون النانوية (Carbon Nano Tubes) وهي عبارة عن اسطوانات من الكربون قطرها عدة نانومترات ولها خصائص الكترونية وميكانيكية متميزة، مما يجعلها مهمة لصناعة مواد نانوية مدهشة، وفي عام ١٩٩٢ كتب الفيزيائي الفلسطيني "منير نايفة" بالذرات أصغر خط في التاريخ حرف (P وبجانبه قلب) رمز لحب فلسطين وانتشرت في كبرى المجلات العالمية ووكالات الأنباء العالمية، والفائدة من الكتابة والرسم بالذرات أنه استطاع التحكم بتحريك الذرات بدقة وإعادة ترتيبها كما يشاء بالإضافة إلى تصويرها مكبرة واستخدام في ذلك المجهر النفقي الماسح.[٢]

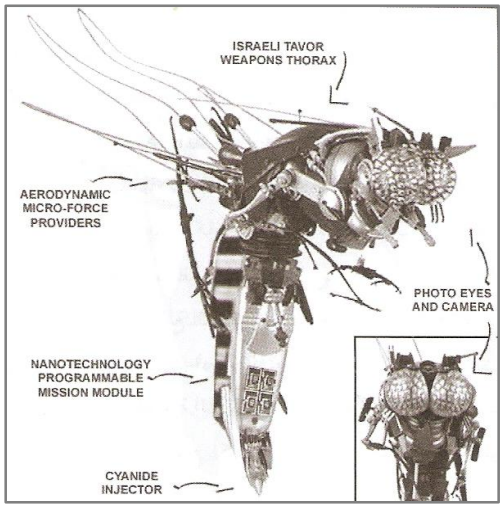
---

[١] http://www.pydt.net

[٢] نهى علوى الحبشي، **ما هي تقنية النانو؟** ، جامعة الملك عبدالله بثول في جدة، ١٤٣٠هـ، ص ٢٥

٣-٤ مجالات تكنولوجيا النانو – *Fields of Nano Technology* :

إنها تكنولوجيا 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 بل أن تأثيراتها يصعب حصرها، وسيحتاج العلماء لصنع آلات مجمعة للذرات وآلات تصنع هذه المجمِّعات، وسيتمكن الإنسان من إعادة صناعة المجوهرات، الماء والطعام، كما مكنت العلماء من تصنيع جيل كامل من المواد الذكية التي تتميز بالقوة، وخفة الوزن، وذاتية التنظيف، مما كان له أبغ الأثر في ابتكار مجموعة من "Robots" المتناهية الصغر يستعين بها الأطباء عوضا عن العلاج بالعقاقير أو بديلا عن إجراء الجراحات المعقدة، ويتم ذلك بإطلاقها داخل خلايا جسم الإنسان كعلاج لبعض الأمراض أو التخلص من بعض الخلايا دون التعرض لأي أعراض سلبية جانبية التي تصاحب معظم طرق العلاج التقليدية، وقد لا ننتهي من تخمين ما يمكن أن يحدث، وأدواتها لا تنتج التلوث ولا تحتاج كثير من المساحة ولكن تحتاج إلى كوادر جديدة للتعامل مع أجسام النانو والأجهزة الدقيقة التي حتما ستغير وجه عالم اليوم.[١]



شكل (٣-٧) يوضح آلة تجسس على هيئة حشرة، فبالامكان بإستخدام تكنولوجيا النانو تصميم و صنع طائرات تجسس صغيرة الحجم تستطيع اختراق الرادارات ويمكن نصبها في أي موقع وبأقل التكاليف. **المصدر**: علي محمد علي عبد الله، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف**، ص ١١٢

٣-٤-١ بعض مجالات تطبيقات النانو البيئية– *Some Areas of Environmental Nanotechnology applications*:

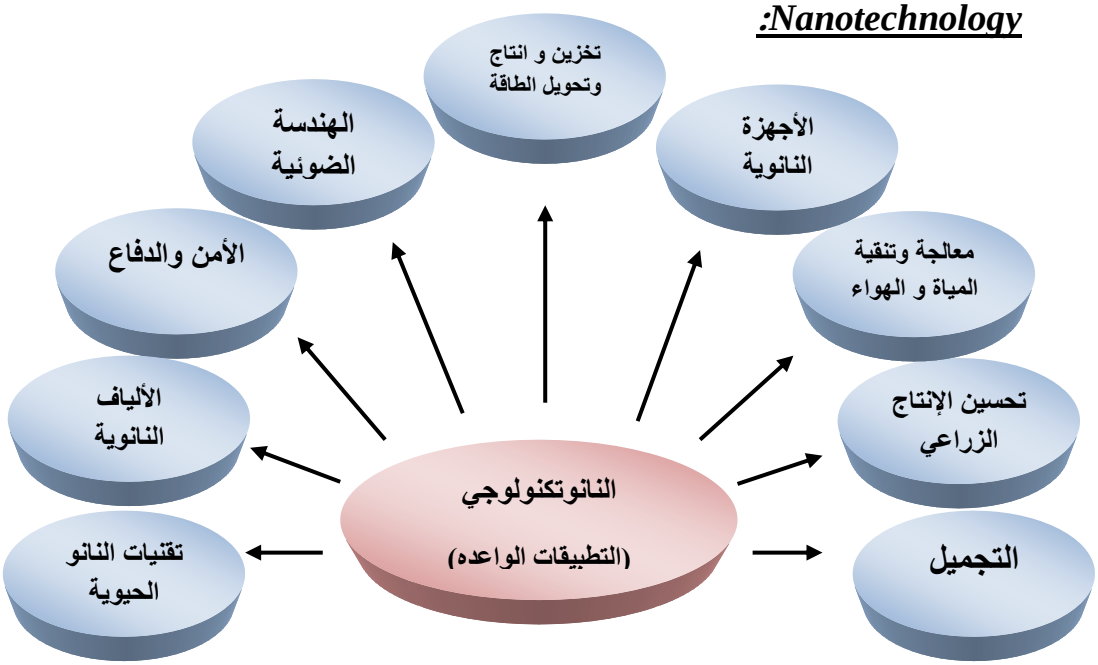
- تقنية النانو ومعالجة المياه: يتم استخدامهافي تحلية المياه بواسطة تصنيع ألياف النانو.
- تقنية النانو واكتشاف وتنقية تلوث الهواء: ويتم ذلك باستخدام كواشف ذات حساسيه عاليه وتدعي بكواشف النانو تستطيع اكتشاف أي تلوث في الهواء حتى لو كان بتركيز ضئيل.

[١] علي محمد علي عبد الله، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف**، ص ١١٣

- تقنية النانو والطاقة الشمسية : يتم باستخدام تطبيقات النانو لتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية.
- تقنية النانو وخلايا الوقود: وذلك عن طريق إنتاج الخلايا الهيدروجيني بتحويل الهيدروجين إلى كهرباء الذي قد يستعمل كوقود للسيارات.[1]

وفي مجال العمارة فقد أحدثت تلك التقنية ثورة في المجال و لمعرفة مدى التطور ومقدار التحولات الحادثة كان لابد لنا من معرفة الدور الذي تلعبة النانوتكنولوجي في تطوير تكنولوجيا المواد والذي أدى بدوره إلى تطوير أسلوب الإنشاء وشكل البناء خارجيا و داخليا مما منح المصمم حلول وتأثيرات لم تكن مطروحة قبلا إلا في إطار الخيال، فظهرت السطوح ذاتية التنظيف، وسهلة التنظيف والأسطح المنقية للهواء والحوائط الغير مرئية، والتراكيب الذاتية الاستنساخ ... إلخ، وهذا بالطبع بمثابة نقطة بداية سيظهر أثرها الضخم خلال العقدين القادمين، وسيسهم ذلك في ظهور بعض الاتجاهات الحديثة في هذا المجال.

٣-٥ التطبيقات الواعدة لتكنولوجيا النانو – *Promising Applications for Nanotechnology:*



شكل (٣-٨) يوضح تقنية النانوتكنولوجي تحمل في طياتها آفاق و تطبيقات واعدة في كثير من المجالات والتي منها مجال الهندسة والعمارة. المصدر: صفات سلامة، ص٧٨

[1] صفات سلامة ، تقديم العالم البروفيسور منير نايفه ، **النانوتكنولوجي عالم صغير ومستقبل كبير (مقدمه في فهم علم النانوتكنولوجي)**، ص٧٨

٣-٦ مبادئ ومميزات تكنولوجيا النانو-
:Principles and Advantages of Nanotechnology

الجدير بالذكر إن لتكنولوجيا النانو بعض المميزات الهامة و منها :

- ستكون المواد الناتجة أكثر دقة من تلك المصنوعة بطريقة تقليدية.
- ستكون درجة النقاوة في المنتج أكثر من السابق.
- توحيد نوعية المنتج.
- تقليل تكلفة الإنتاج وخفض الطاقة المستهلكة في التصنيع و التشغيل.

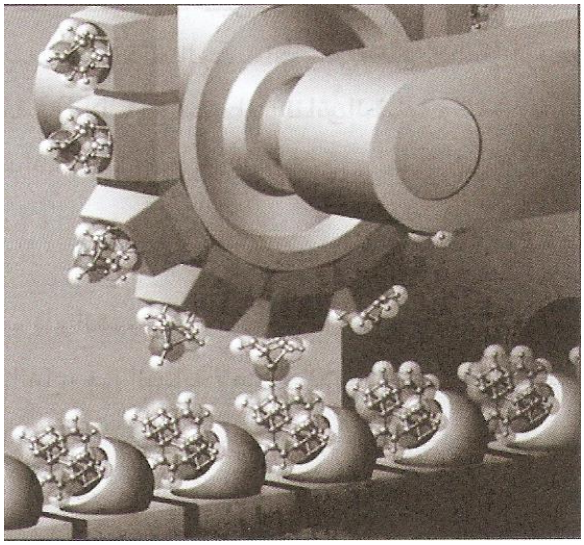
جدول (٣-١٠) يوضح المبادئ والخصائص والميزات لتكنولوجيا النانو . **المصدر** : علي محمد علي عبد الله، ص ٨٩ بتصرف

إن إنتاج سلعة بمواصفات جودة عالية وتكلفة أقل وكميات كبيرة هي ما يشغل فكر رجال الصناعة الأذكياء الحريصين على التميز والنجاح والانتشار لمنتجاتهم وهذا ما تساعدهم عليه تقنية النانو.[1]

ومن مميزات النانو تكنولوجي والتي تحسب لهذة التقنية أنها ذات تكلفة منخفضة إذ انها من خصائصها تصنيع النسخ المتطابقة ذاتيا وهذا عن طريق وضع أنظمة تقوم بعمل نسخ عن نفسها وتصنيع منتج مفيد، لذا فإن تكلفة هذة الأنظمة والأنظمة المشابهة والمنتجات التي تعمل على إنتاجها سوف تكون منخفضة للغاية.

٧-٣ اقتصاديات النانوتكنولوجي– *Economies of Nanotechnology:*

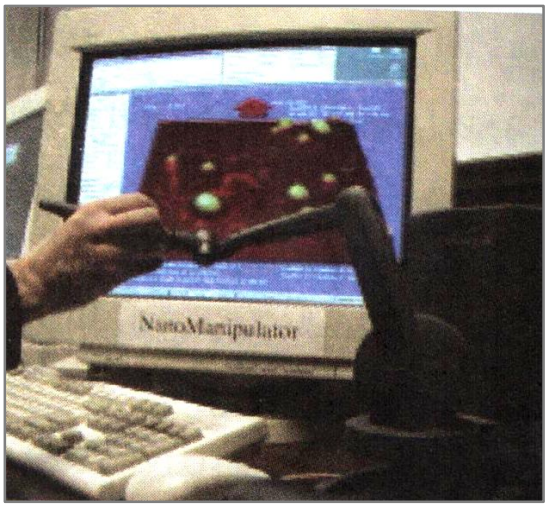
يعرف الاقتصاد بأنه نشاط يبحث في كيفية العمل في استغلال أفضل للموارد الاقتصادية المحدودة لإنتاج أفضل ما يمكن إنتاجه من السلع والخدمات ذات المنفعة لإشباع الحاجات الإنسانية غير المحدودة في إطار معين من القيم الأخلاقية والحضارية والإنسانية وعدالة توزيع ذلك الناتج وعادة ما يتم ذلك النشاط من خلال تنظيم اقتصادي يطلق عليه المشروع الذي يتم فيه المزج بين عوامل الإنتاج (رأس المال والعمل والتنظيم والأرض) في استثمار يهدف إلى تحقيق أقصى مكسب وهو الربح ولكن ليس من الضروري أن يكون الربح هو المكسب الوحيد المستهدف فهناك عدة أنواع من المشروعات الاستثمارية وهي:



شكل(٣-١١) يوضح صورة تخيلية لمصانع النانو المستقبلية المعتمدة على الطواحين الجزيئية التي ستمكن البشر من تصنيع جسيمات ومواد بقياس النانو بسرعة عالية وتكلفة أقل. **المصدر**: علي محمد علي عبد الله،**النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف**،ص٢٢.

[1] علي محمد علي عبد الله، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف**، ص ٨٩

١- إقامة وحدة إنتاجية جديدة لإنتاج سلعة أو خدمة، وعادة ما تكون العوائد المتوقعة أعلى من التكاليف.
٢- التوسع في وحدة إنتاجية قائمة، وعادة ما تكون من أجل زيادة الطاقة الإنتاجية.
٣- إحلال آلات أو معدات أو تقنية، وعادة ما يكون بسبب تلف أو تقادم أو تضاؤل الإنتاج أو زيادة تكاليف التقنية المتبعة.[١]



شكل (٣-١٢) جهاز المعالج النانومتري (النانومانيبيولاتور). **المصدر**: صفات سلامة ، **النانوتكنولوجي عالم صغير ومستقبل كبير (مقدمه في فهم علم النانوتكنولوجي)**، ص ٢٩

يهتم علم اقتصاديات النانوتكنولوجي بدراسة الظروف الهيكلية السائدة في صناعة التقنية المتناهية الصغر وهو امتداد لعلم اقتصاديات الصناعة ومن خلال وجود عوائق الصناعة بالميل نحو التواطؤ أو الاتفاق الضمني أو العلني من أجل الحفاظ على درجة نفوذها في هذة الصناع المميزة بالتقنية الجديدة وجني ثماره في شكل ارباح مرتفعة غير عادية حتى لو أدى ذلك إلى عدم الإفصاح عن أسرار هذة التقنية والتضحية بما تمده في سبيل رفاهية الإنسانية أو استخدام سياسة التمييز في المنتجات عن طريق الدعاية والإعلان لجعل مهمة الدخول إلى السوق من قبل المنشآت الجديدة أمراً صعبا والميل نحو الإحتكار وشراء حقوق البراءات أو الإتجاه من قبل المنشآت الحالية القائمة إلى سياسة تخفيض أسعار المنتجات القائمة من أجل عدم إعطاء فرصة دخول المنتجات باقتصاديات النانوتكنولوجي إلى الأسواق وجعلها مكلفة في الصناعة أو على المستهلك النهائي مقارنة بالسلع البديلة ولو مؤقتًا.[٢]

يكتسب سلوك المنشآت في الدخول للصناعة من أجل الإنتاج التجاري عن طريق التقنية المتناهية الصغر في صناعة معينة، أهميته من تأثيره على عدة مؤشرات اقتصادية من أهمها معدل ربحيه المنشآت المنتجة ومستوى الكفاءه الإنتاجية ومدى تطبيق التطور التقني ومعدل النمو المتوقع، وقد بلغ حجم ما يباع في سوق التقنية المتناهية الصغر ما يقرب من ٧٠٠ مليار دولار

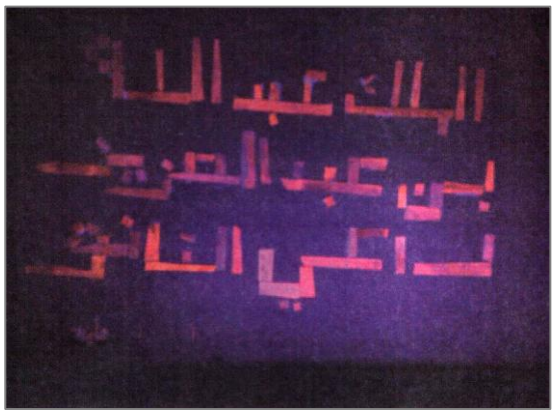
[١] علي محمد علي عبد الله ، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف**، ص ٢٦
[٢] المرجع السابق ، ص ٢٦

أمريكي، و ربما قد وصلت إلى ٢.٩ تريليون دولار امريكي في عام ٢٠١٤، وهو ما يعادل ١٧% من انتاج العالم من السلع الضرورية.[١]

٨-٣ علم النانو – *Science of Nano:*

المقصود بكلمة النانو هي بادئة منحوتة من اللغة اليونانية القديمة وهي مشتقة من كلمة نانوس (Nanos) الإغريقية وتعني قزم وفي مجال العلوم يعني النانو جزء من المليار (جزء من الف مليون).[٢]

علم النانو ذلك العلم الذي يعتني بدراسة وتوصيف مواد النانو وتعيين خواصها وخصالها الكيميائية والفيزيائية والميكانيكية مع دراسة الظواهر المرتبطة الناشئة عن تصغير احجامها، وأن تصغير احجام ومقاييس المواد الى مستوى النانومتر ليس هدف في حد ذاته بل هي فلسفة علمية راقية وانقلاب نوعي وعلمي على الكلاسيكيات وثوابت النظريات الفيزيائية والكيميائية والتي تهدف إلى انتاج فئة جديدة من المواد تعرف باسم المواد النانوية لتتناسب خواصها المتميزة مع متطلبات التطبيقات التكنولوجية المتقدمة لهذا القرن. [٣]



شكل (٣-١٣) يوضح هدية "معهد الملك عبد الله لتقنية النانو" لخادم الحرمين الشريفين في افتتاح مهرجان "الجنادرية في دورته ٢٤، و هي ثاني تجربة عالميًا للكتابة بالنانو على مستوى جميع اللغات. **المصدر**: صفات سلامة **النانوتكنولوجي عالم صغير ومستقبل كبير**، ص ١٢٤

بينما يبدو تعريف علم النانو سهلا، فإن وضع تعريف محدد لتكنولوجيا النانو يعد أكثر صعوبة، وذلك نظرا لتشعبها ودخولها في المجالات التطبيقية المختلفة، حيث أن كل من هذه المجالات ينظر إلى هذه التكنولوجيا من وجهة نظر الخاصة به، فتكنولوجيا النانو يمكن تعريفها بأنها تلك التكنولوجيا المتقدمة القائمة على تفهم ودراسة علم النانو والعلوم الأساسية

---

[١] علي محمد علي عبد الله ، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف**، ص ٢٦

[٢] محمد شريف الاسكندراني، **كتاب تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل**، بسلسلة عالم المعرفة، ابريل ٢٠١٠، ص٨

[٣] المرجع السابق ص ١٠

الأخرى تفهما عقلانيا وابداعيا مع توافر المقدرة التكنولوجية على تخليق المواد النانوية والتحكم في بنيتها الداخلية عن طريق اعادة هيكلة وترتيب الذرات والجزئيات المكونة لها، مما يضمن الحصول على منتجات متميزة وفريدة توظف في التطبيقات المختلفة ينتسب علم وتكنولوجيا النانو في جذوره إلى العلوم الأساسية لتشمل التطبيقات المختلفة.

ويعرف النانو تكنولوجي (Nano Technology) بأنه التقنيات المصنوعة بأصغر وحدة قياس للبعد استطاع الإنسان قياسها حتى الان (النانومتر)، أي التعامل مع أجسام ومعدات وآلات دقيقة جدا ذات ابعاد نانوية، (١ متر= ١٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ نانومتر)، وأن النانومتر الواحد يعادل قياس طول صف مكون من ١٣ ذرة من ذرات غاز الهيدروجين إذا ما تخيلنا أنها وضعت متراصة بجوار بعضها.[١]

٣-٩ أدوات تقنية النانو – *Tools Of Nano Technology:*

تتنوع أدوات القياس المستخدمة للتحكم في جسيمات النانو، ولكنها جميعاً مرتبطة ببعضها البعض، وهي تقوم باستشعار جسيمات ومواد النانو وتحليلها وتركيبها وتخليقها ، وقد حدث تقدم في الآونة الأخيرة في مجال الأدوات الخاصة بتكنولوجيا النانو، حيث يتيح ميكروسكوب التصوير الذري والمسبار الماسح ومعالج النانو والملقط الضوئي وغيرها من الأدوات الجديدة إمكانية تخليق تراكيب جديدة واكتشاف تطبيقات حديثة، وفي السنوات القليلة القادمة ستظل مسألة تطوير أدوات تكنولوجيا النانو تزداد.

وتعتبر الأدوات المصنوعة من بلورات النانو مثل التنجستين وكبريت التيتانيوم أدوات حادة وقوية وتتميز بمقاومتها للتآكل عن غيرها من الأدوات، وبالتالي فهي تدوم لفترة أطول ، كما أنها قادرة على التحكم في المواد المختلفة بشكل أسرع، لذلك تزيد الإنتاجية، وهذا الأمر قد يقلل من نفقات تصنيع غيرها، ووجد أن المثاقيب الدقيقة المصنوعة من بلورات النانو (لقم الثقب التي يقل قطرها أو يساوي ١٠٠ ميكرومتر) يكون لها حواف أكثر حدة بخلاف لقم الثقب العادية.

٣-١٠ مواد النانو – *Nano Materials:*

مصطلح النانو تكنولوجي جذب انتباه كبار العلماء وأيضا لقت غير المتخصصين في السنوات القليلة الماضية، ومصطلح نانو يشير إلى وحدة قياس مخصصة لقياس الأشياء الدقيقة

[١] www.wikipedia.com

ويحتوي المترعلى بليون وحدة نانو متر ولإعطاء مثال لحجم وحدة النانو فإن قطر رأس القلم الحبر الجاف يحتوي على مليون وحدة نانو بينما وحدة DNA يبلغ عرضها ٢,٥ وحدة نانو متر، وخمس ذرات من مادة السيليكون تساوي وحدة نانو متر واحدة.

وبم أن فكرة النانوتكنولوجي تقوم على أساس التحكم في بناء المادة من أسفل إلى أعلى مما يتيح امكانية تجنب العيوب واكتشاف امكانات وخواص جديدة حيث يهدف الباحثين في هذا العلم إلى التحكم في بناء جزئيات المادة مما يتيح امكانات لا نهائية وتغير درامي كبير في خواص المادة بدون التغير في الخواص الكيميائية، فمادة مثل *Carbon Nanotubes* لها قدرة على التوصيل الكهربي تماثل ستة أضعاف قدرة النحاس على التوصيل الكهربي وقوتها النسبة لوزنها تعادل ٥٠٠ ضعف قوة الالومنيوم.

بالإضافة لإمكانية إعادة بناء المادة من القاعدة فإن علم النانوتكنولوجي يشتمل ايضا على تطوير وتطبيقات مواد النانو ذات المقاسات الصغيرة، فجسيمات النانو الصغيرة تستخدم في مواد الطلاء والكشط ، وبصفة عامة فإن علم النانوتكنولوجي ومواد النانو لهما تطبيقات لا نهائية تبدأ من حفظ البيانات وتصل إلى وقاية الجسم، و يمكن القول أن هذا المجال يعد بالكثير والمستقبل سيشهد نقلات نوعية في شتى المجالات بسبب تطبيقات النانوتكنولوجي.[1]

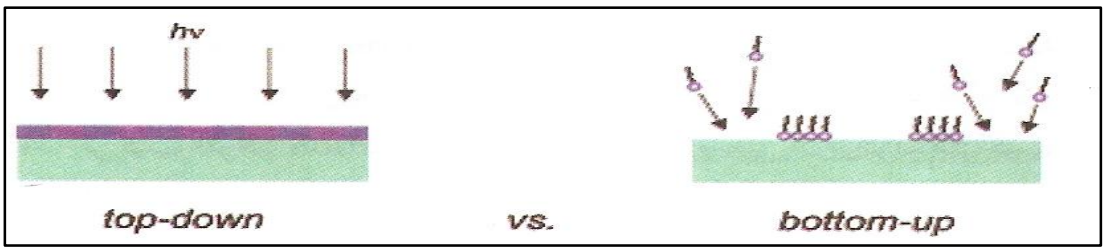
٣-١٠-١ طرق الوصول إلى الحجم النانوى- *How to Have Nano Size:*

لابد أولًا من الإشارة إلى أنه عند تصنيع مواد النانو فإن الحجم الصغير ليس هو الهدف النهائي و إنما هناك خصائص مظاهر أخر هي التي تهم مصنعي المواد النانوية.

هناك طريقتين اساسيتين لتصنيع المواد النانوية وهما

- الطريقة الأولى : من الأعلى إلى الأسفل (*Top-Down Method*)
- الطريقة الثاني : من الاسفل إلى الأعلى (*Bottom-Up Method*)

[1] Addington, M., **smart materials and new technologies for the architecuture and design professions**, pg 44-45



شكل (٣-١٤) يوضح الطريقتين الرئيسيتين في تصنيع المواد النانوية . **المصدر:** موقع المجتمع الملكي للكيمياء "Royal society of Chemistry" (www.rsc.org)

طريقة من أعلى لأسفل

Top- Down) (Methods

- نبدأ من حجم Bulk (المادة في حالتها الطبيعية أي صلبة) من المواد.
- نقسمها إلى أجزاء اصغر فأصغر حتى نصل لحجم ١٠٠ نانومتر تقريبا.
- نستخدم تقنيات ووسائل فيزيائية (ميكانيكية) مثل الطحن Milling، و البرد Attrition ، أو وسائل كيميائية مثل بعض الأحماض Acids.

طريقة من اسفل لأعلى

Bottom-Up) (Methods

- نبدأ من ذرة أو جزئ من المادة
- يتم فصلها عن بعض ثم تجميعها في تركيب أكبر لتص لحجللحجم و الشكل المطلوب أي نصل لحجم ١ نانومتر.
- نستخدم التفاعلات الكيميائية أو باستخدام طريقة تبادل المواد (أي مادة تتشكل منها مادة أخرى)

جدول (٣-١٥) يوضح طرق الوصول للحجم النانوي . **المصدر:**
Cao, Guozhong, **Nanomaterials: Synthesis,Prperties, and Applications**, Imperial College Press, London. 2004

٣-١٠-٢ خواص المواد النانوية- *Properties of Nanomaterials*:

تعد جميع المواد التقليدية بمثابة الخامات الأولية المستخدمة في تخليق المواد النانوية، ولكن تتميز المواد النانوية بخواص فيزيائية وكيميائية وميكانيكية فريدة عن المواد التقليدية، وذلك بسبب اتساع مساحة السطح الخارجي للمواد النانوية والتي تعد أهم خاصية لها، حيث توجد علاقة طردية بين تصغير الحجم وعدد الذرات على الأسطح الخارجية لأي جسم، وبسبب تكاثف الذرات على سطح الجسم وتتضاعف شدة فاعليته ونشاطه، ومما يؤدي لتغيير الخواص والصفات التقليدية لأي مادة عند وصولها إلى حجم النانومتر.[١]

٣-١٠-٢-١ الخواص الميكانيكية- *Mechanical Properties*:

تأتي الخواص الميكانيكية على رأس الخواص المستفيدة من تصغير حجم حبيبات المادة ووجود اعداد ضخمة من الذرات على أوجه سطحها الخارجي، وحيث ترتفع درجة صلادة المواد الفلزية وسبائكها، وتزيد مقاومتها لمواجهة الاجهادات والأحمال الواقعة عليها، كما يتم اكساب المواد السيراميكية قدر كبير من المتانة والقابلية للتشكيل وتحمل اجهادات لم تكن تتوفر بها، وهذا يعني تخليق أنواع جديدة من تلك المواد.

٣-١٠-٢-٢ النشاط الكيميائي- *Chemical Properties*:

يزداد النشاط الكيميائي للمواد النانوية لوجود أعداد ضخمة من ذرات المادة على أوجه سطحها الخارجية، حيث تعمل كمحفزات تتفاعل بقوة مع الغازات السامة، مما يرشحها لأن تؤدي الدور الأهم في الحد من التلوث البيئي، كما تعد خلايا الوقود أحد التطبيقات قليلة التكلفة للمحفزات النانوية، ومن أهم مصادر الطاقة الجديدة والنظيفة.

٣-١٠-٢-٣ الخواص الفيزيائية- *Physical Properties*:

تتأثر قيم درجات انصهار المادة بتصغير ابعاد حبيباتها، فدرجة انصهار الذهب في حجمه الطبيعي التي تصل إلى ١٠٦٤ درجة حرارة تقل إلى ٥٠٠ درجة بعد تصغير حبيباته إلى نحو ١,٣٥ نانومتر كما أنه تفوق صلابة جسيمات النانو صلابة الجسيمات الغير نانوية لنفس

---

[١] صفات سلامة ، تقديم العالم البروفيسور منير نايفه ، **النانوتكنولوجي عالم صغير ومستقبل كبير (مقدمه في فهم علم النانوتكنولوجي)**، ص ٣٠

المادة مئات المرات فمثلا صلابة جسيمات النانو المصنعه من السليكون تفوق صلابة السليكون مئات المرات وبالتحديد.

٣-١٠-٢-٤ الخواص البصرية- *Visual Properties* :

من المدهش والمثير أن لون الذهب الطبيعي الأصفر الذهبي يتغير إلى لون شفاف عند تصغير احجامها إلى أقل من ٢٠ نانومتر، كما تتحول الوانه من الأخضر إلى البرتقالي ثم الأحمر مع زيادة تصغير احجامها، وهذه الخاصية تمكننا من صناعة شاشات عالية الدقة فائقة التباين ونقاء الألوان، مثل شاشات التلفاز والحاسبات والتليفون النقال الحديثة: يتغير لون جسيمات النانو بتغير حجمها وشكلها وتظهر هذة الظاهرة بوضوح في جسيمات النانو لعنصري الذهب والفضه، أما الشفافية : جسيمات النانو ذات أبعاد أقل من الأطوال الموجية للضوء المرئي ولذلك لا تعكس أو تكسر الضوء المرئي مم يجعلها ذات شفافيه عالية ولذلك من الممكن أن تستخدم لتغلفة الكثير من المنتجات دون أن تؤثر على لونها مثل الأغلفه الشفافة ومواد التجميل.

٣-١٠-٢-٥ الخواص المغناطيسية- *Magnetic Properties*:

كلما صغرت حبيبات المواد وتضاعف وجود الذرات على اسطحها الخارجية كلما ازدادت قوة وفاعلية قدرتها المغناطيسية، مما يمكننا من استخدامها في المولدات الكهربائية الضخمة، ومحركات السفن، وصناعة اجهزة التحليل فائقة الدقة، والتصوير بالرنين المغناطيسي.

٣-١٠-٢-٦ الخواص الكهربائية- *Electrical Properties* :

يؤدي تصغير أحجام حبيبات المواد إلى أقل من ١٠٠ نانومتر إلى تزايد قدرتها على توصيل التيار الكهربي، بما يمكننا من استخدام هذه المواد في صناعة أجهزة الحساسات الدقيقة والشرائح الالكترونية. كما أنه بعض الواد العازلة تتحول إلى مواد جيدة التوصيل للكهرباء نتيجة وجودها في حجم النانو والعكس صحيح.[١]

٣-١٠-٣ اشكال المواد النانوية- *Forms of Nano Materials* :

تصنيف المواد النانوية حسب أشكالها ولكل شكل خصائص واستخدامات مختلفة ومنها ما يلي :

[١] نهى علوى الحبشي، **ما هي تقنية النانو؟** ، جامعة الملك عبدالله بثول في جدة، ١٤٣٠هـ، ص ٣٧

درجة التكتل (التجمع)

Degree of Particle Agglomeration

- هل هي متباعدة ام متقاربة ، حيث يجب ألا يحدث تكتل لمادة النانو ، وبالتأكيد في حالة حدوثه فإن خصائص المادة سوف تتغير.

توزيع البعد *Size Distribution*

- بحيث تكون أبعاد المادة المنتجة متقاربة، هل التوزيع منتظم أم غير منتظم أو هل هي مستقرة أم لا.

تركيب المواد *Particle Compposition*

- يعني أن يكون التركيب الكيميائي لمادة النانو المنتجة متجانسًا

شكل المواد *Shape or Morphology*

- يجب أن تكون المادة المنتجة ذات شكل محدد و موحد فعندما يتغر شكل المواد فإن خصائصها تتغير.

حجم المواد *Size*

- الحجم مهم عندما تتعامل مع المواد النانوية فمثلًا السيليكون النانوي عندما يكون حجم الجزيئات ١ نانوميتر فإنه يشع الون الأزرق و إذا كان حجم الجزيئات ٣ نانوميتر فإنها تشع الون الأحمر و مابينها يشع الون الأخضر.
- لكن عندما تكون المواد Bulkأي في حجمها الطبيعي فإن الحجم غير مهم أي لا تتغير خصائص المادة بإختلاف حجمها.

جدول (٣-١٦) يوضح أهم المظاهر لمواد النانو والتي تهم مصنعيها . المصدر: Cao, Guozhong, **Nanomaterials: Synthesis,Prperties, and Applications**, Imperial College Press, London. 2004 بتصرف

أنابيب النانو *Nanotubes*	• أنابيب مجوفه يبلغ قطر كل أنبوب أقل من ١٠٠ نانوميتر و قد يصل طولها آلاف النانومترات و من أمثلتها : أنابيب الكربون النانوية ، و أنابيب السيليكون ، و أنابيب التيتانيوم.
جزيئات (حبيبات) النانو *Nanoparticles*	• و لها عدة أشكال و يكون أحد أبعادها أقل من ١٠٠ نانوميتر و قد تكون على شكل مكعب أو كروي أو بيضاوي أو نجمي.
النانو المركب (مركب من مواد النانو) *Nanocoposite*	• و ينتج من عملية توزيع أو انتشار مواد النانو داخل مواد عادية ، على سبيل المثال يتم توزيع و نشر أنابيب الكربون النانوية داخل بعض المواد البلاستيكية ، ليتم الحصول على نانو مركب له خصائص فائقة.
الأفلام (الأغشية) الرقيقة *Thin Films*	• هي عبارة عن طبقة رقيقة من مادة معينة يبلغ سمكها أقل من ١٠٠ نانوميتر ، أما طولها و عرضها فقد يكون بالميكروميتر ، و تستخدم هذة الطبقات الرقيقة في مجال أشباه الموصلات مثل السيليكون و سبائك الذهب.
قضبان النانو *Nanorods*	• و تشبه أنابيب النانو إلا أنها مصمته أقصر منها و من أمثالتها قضبان الذهب و البلاتين و أوكسيد الخارصين.

جدول(٣-١٧) يوضح بعض أشكال مواد النانو . **المصدر :** Vollath, Dieter, **Nanomaterials: An Introductio to Synthesis , Properties and Application**, John Wiley & Sons, Ltd., NJ. 2008 بتصرف

ملخص الفصل الثالث:

تمهيدا للفصل التالي كان لابد من عرض تعريف كلمة التكنولوجيا التعريف المبسط وتطور أجيالها، وبالتالي تم ذكر أن تكنولوجيا النانو تعتبر الجيل الخامس من أجيالالتكنولوجيا حيث كان أولها هو المصباح الكهربي ثم اكتشاف الترانزيستور وبعده العالجات الصغيره وأخيرا تقنية النانو، وكما تم ذكر تطور تكنولوجيا النانو و كيف نشأت منذ العصور الوسطى أي منذ ٣٠٠ سنة حيث كان أول استخدام لها في الزجاج الملون إلى عام ١٩٩١م حيث تم إكتشاف أنابيب النانو كربون والتي لازالت تتم الأبحاث على إمكانيات تطبيقاتها في العمارة وشتى المجالات الأخرى وذلك لتعدد خواصها وإمكانياتها الواعده.

كما تم التعرف على مجالات تكنولوجيا النانو والتي منها الهندسة و العمارة والاتصالات والأحياء والكيمياء والتطبيقات العسكرية وغيرها وكذلك التطبيقات الواعدة لها والتي منها تحويل وتخزين الطاقة والتطبيقات البيئية ومنها تنقية الهواء والمياه وغيرها من التطبيقات الواعده، ثم تم عرض مبادئ ومميزات تكنولوجيا النانو وإقتصادياتها وأيضاً ما هو علم النانو وأدوات تكنولوجيا النانو والتي منها الميكروسكوب الماسح وغيره .

وتم مناقشة تأثير تكنولوجيا النانو على المواد وشرح طرق الوصول للحجم النانوي والتي بإحدى الطريقتين الأولى من الأعلى لأسفل والثانية من الأسفل للأعلى، ثم تم عرض خواص المواد النانوية وهي الخواص الميكانيكية والكيميائية والفيزيائية والبصرية والمغناطيسية والكهربائية، وكذلك شرح أشكال المواد النانوية حيث سيتم شرح تأثير تلك التقنية على العناصر والمواد المستخدمة في العمارة بالتفصيل.

الفصل الرابع:

تأثير تكنولوجيا النانو في تطوير مواد الإنشاء والتشطيب وتنسيق الموقع لتحقيق الارتقاء بالعناصر المعمارية.

- **مقدمة الفصل الرابع:**
  - **تأثير تكنولوجيا النانو في تطوير العناصر والمواد الستخدمة في الإنشاء.**
  - **تقنية النانو والحديد**
  - **تقنية النانو والخرسانة**
  - **تقنية النانو والكربون**
  - **تقنية النانو والخشب**
  - **تقنية النانو والطين**
- **تأثير تكنولوجيا النانو في تطوير المواد المستخدمة في التشطيب**
  - **تقنية النانو والبلاستيك**
  - **تقنية النانو والرخام**
  - **تقنية النانو والألومنيوم**
  - **تقنية النانو والقواطيع**
  - **تقنيه النانو ومواد الليا سه والمحارة**
  - **تقنية النانو ومواد العزل**
  - **تقنية النانو وأنظمة الإضاءة**
- **مواد معالجة الطرق وعناصر تنسيق الموقع**
  - **الرمل المائي Water Sand**
  - **مادة النانو تيرا سويل NTS:**
- **بيان يوضح تأثير تقنية النانو على المواد المستخدمة في العمارة**
- **ملخص الفصل الرابع**

مقدمة الفصل الرابع:

أي خاصية من خواص المادة تعتمد على المساحة التي تتحرك من خلالها الإلكترونات داخل هذة المادة فعندما تتغير هذة المساحة يؤثر ذلك على خواص المادة فعند تحويل المادة إلى مقياس النانو تتغير خصائصها تماما نتيجة تغير المساحة التي تتحرك من خلالها الإلكترونات ، وتعتمد تقنية النانو في عملها على إعادة ترتيب ذرات العناصر والمواد وبالطبع كلما تغير الترتيب الذري للمادة تغيرت خصائصها، ومن هنا يمكن تلافي بعض الخصائص السلبية لبعض المواد وإضافة خصائص تضاعف من كفاءة أداء تلك المواد فيطلق علي بعضها "المواد الذكية" " Smart Materials" وهي المواد التي تتغير لتتجاوب مع البيئة المحيطة فأصبحت بعضها تحتوي على حاسبات صغيرة "Tiny Computers".

وقد قامت تكنولوجيا النانو في مجال العمارة والبناء بتطوير مواد البناء الاساسية كالخرسانة والحديد بحيث تكون أخف وزنا واكثر كفاءة واقل تكلفة و كذلك الخشب و الطين بإعتبارها من المواد المستخدمة في الإنشاء ، وفي مواد التشطيبات المعمارية تم تطوير البلاستيك والرخام و كذلك تطوير مواد الليلسة و المحارة و المواد اللاصقة و تطوير مواد عزل حراري و عمله بطبقات دقيقه جدا لاستخدامه في الحوائط الخارجية و الداخلية للمباني، كما تم انتاج مواد للدهانات والكسوات ذكية في التعامل مع الظروف المحيطة كالحرارة والتلوث المناخي والصوتي والتأكل تحقق الاحتياجات المناخية من عزل وامتصاص وتنظيف ذاتي وعمر أطول، وتطوير أداء العديد من المواد كالخشب والكسوات الالومنيوم كمواد نهو للتفاعل مع كافة الظروف المحيطة، وكذا تحسين خصائص عناصر تنسيق الموقع لتكون أكثر متانة وتوفير للطاقة والمياه، وهو ما سيتم عرضه بالتفصيل في هذا الفصل.

٤-١ تأثير تكنولوجيا النانو في تطوير العناصر والمواد الستخدمة في الإنشاء– *The Impact of Nanotechnology for Developing the Structure and Architecture Elements and Materials:*

٤-١-١ تقنية النانو و الحديد– *Nanotechnology and Steel* :

إن الإجهاد هو العلامة الهامة التي تقود إلى ضعف المباني خاصة المبنية بالمواد الصلبة مثل الكباري والأبراج، و الضغط الذي تتعرض له المنشأة يقوم بتقصير ملحوظ في فترة عمر البناء الهندسي،[١] ، لذلك فإن تقدم تكنولوجيا النانو قد يقود إلى استخدام مواد أكثر فاعلية في تطوير خواص الحديد وجعله أكثر متانة وصلابة وتحمل للإجهاد، وقد يغير ويعدل من صفات الحديد المستخدم في البناء بمقياس النانو ويجعل وصلاته أكثر قوة و صلابة.

حيث تم إضافة جزيئات النانو من مادة الكالسيوم والمغنسيوم والتي تقوم بتقليل مساحة المنطقة المحيطة باللحام (HAZ) إلى الخمس كما أنها تقوم بزيادة قوة المنطقة الملحومة و التي تتحمل درجات حرارة عالية جدا وذلك بسبب تغليفه بمواد حرارية، حيث أن استخدام لحام الغاز المعدني أثناء عملية اللحام يقوم بتكوين مادة دقيقة من الجزيئات التي تتميز بالقوه والصلابه وبالنسبة للجزء الذي تم لحامه يكون مستوى وشديد الصلابة ومقاوم للعوامل الخارجية فهو يصل إلى أقصى قوته خلال طبقة واحدة فقط.

ولأن الحديد واحد من أهم المواد المكونة للخرسانة المسلحة، كما انه يستخدم كإطارات في المباني ذات البحور الواسعة، وقد قامت تكنولوجيا النانو بتطوير خواص الحديد ليصبح مقاوم للتصدعات أكثر من خمس أضعاف الحديد العادي كما أنه أنحف وأخف من الحديد العادي.

٤-١-٢ تقنية النانو و الخرسانة – *Nanotechnology And Concrete:*

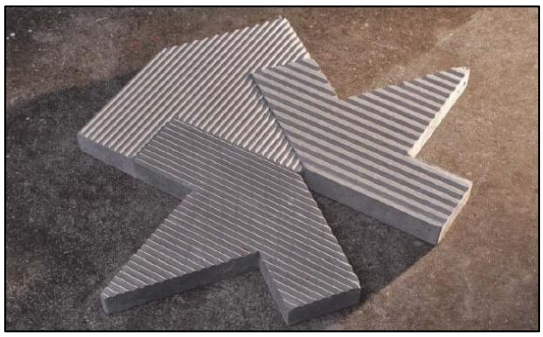
تعتبر الخرسانة أكثر مواد البناء انتشارا في العصر الحديث في مجال البناء ، وقد تمت العديد من الدراسات عليها لمحاولة تطوير خواصها، فالخرسانة التقليدية مخلوطة بنسبة من السيليكا (Sio2) مع المواد الأخرى المكونة للخرسانة العادية، ونسب تلك المواد هي التي تحدد

[١] حسين محمد جمعة ، **النانو تكنولوجي في قطاع التشييد و البناء** ، القاهرة ، ٢٠٠٩ م، ص ٢٣٤ بتصرف

كثافة الخرسانة وقوة تحملها للضغط وقدرتها على المقاومة والمتانة، وتقنية النانو المتقدمة أتاحت فهم أفضل لمكونات وقدرات الخرسانة على مستوى النانو.[١]

شكل (٤-١) يوضح تبليطات المعالجة الضوئية والمصنوعة من الخرسانة المنقية للهواء، والتي تفيد الحد من الملوثات في الهواء. **المصدر**: Sylvia Leydecker**, Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design**, pg 113 بتصرف

شكل (٤-٣) يوضح مقترح لتركيبات التبليطات الخرسانية المنقية للهواء في الميادين العامة داخل المدن. **المصدر**: Sylvia Leydecker, pg118 بتصرف



شكل (٤-٢) يوضح أحد تشكيلات الخرسانة المنقية للهواء والتي قد تستخدم كأحد السبل لمقاومة الإحتباس الحراري العالمي. **المصدر**: Sylvia Leydecker, pg118 بتصرف

ومن التحسينات التي تتم دراستها للخرسانة بمقياس النانو يكون بتغليف الجزئ وذلك 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 و الذي يسببه ترشيح الماء، بالإضافة إلى إمكانية اختراق الماء لانها تكون عديمة الامتصاص للماء وبالتالي فإن هذا يؤدي إلى تحسين قدراتها على التحمل، وقد تستخدم أيضا تقنية النانو في إزالة CO2 من صناعة

[١] جمال أحمد عبد الحميد وياسر صلاح الدين المغربي ، **تكنولوجيا النانو ودورها في تحقيق الاستدامه من خلال تطوير مواد وأساليب الانشاء** ، بحث منشور، جامعة المنيا، ص ٣

الأسمنت وبالتالي تقاوم ظاهرة الاحتباس الحراري العالمي و كما تعمل على تقليل ٥٠% من الاستهلاك الحالي للأسمنت، وبإضافة جزئيات النانو من (Sio2) فإن ذلك قد يحسن من كثافة الخرسانة[1] ، وتحسين قابليتها لمقاومة ضغط أعلى حيث زادت من درجة المقاومة بأكثر من عشر أضعاف الخرسانة العادية ، كذلك يمكن تصنيع خرسانة تقوم بالحد من التلوث الناتج في الهواء نتيجة تفاعل مكوناتها مع أشعة الشمس.

ساعدت إضافة جزئيات اكسيد السيليكا النانوي مع الأسمنت في تحسين عملية تنقية الهواء لأنها تقوم بتكسير الملوثات العضوية والمركبات العضوية الطيارة كما أنها تعمل على اختراق الخلايا البكتيرية وقتلها وحينما تستخدم في الأماكن المفتوحة تعمل على تقليل نسبة الكائنات الضارة في الهواء بالإضافة لكونها ذاتية التنظيف، كما ساعدت في زيادة العمر الافتراضي للخرسانة بحوالي ٥ سنوات، والصلابة أعلى بحوالي (١٥-٢٠%)، ومتانة عالية وإنتاج قوالب خرسانية افضل، توزيع متوازن للمسام.

كما ساعدت تقنية النانو في إضافة حساس يقوم بتحديد أماكن الأحماض وايونات الكلور في الخرسانة حيث أنهما السببان الرئيسيان لوجود تصدعات وشروخ المباني والتي 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.[2]

٤-١-٢-١ تقنية النانو ومقاومة الإهتزازات –

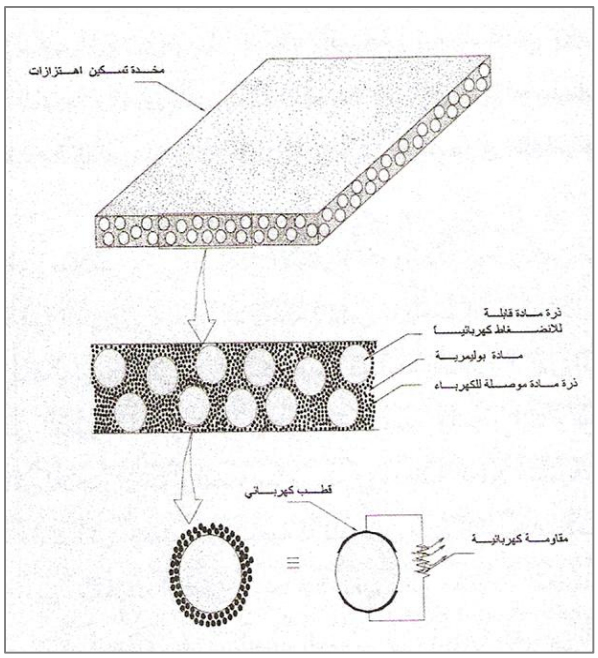
Nanotechnology and Resistance of Vibrations in Buildings:

وقد تستخدم تلك التقنية في المباني في تقليل أو مقاومة الاهتزازات الناتجة عن الزلازل أو غيرها، حيث تعتبر الإهتزازات الميكانيكية والضجيج المصاحب لها ظاهرة غير مرغوب فيها لأسباب عدة، أبرزها تقليل أداء وعمر الجسم المتعرض للإهتزازات التي تكون في العادة مصنعة من مواد ذات فاعلية عالية في تهدئة الاهتزازات وتحويل طاقة الذبذبة الحركية إلى طاقة حركية، وتعد اللدائن المطاطية من أشهر المواد المستخدمة على نطاق واسع في كبت الإهتزازاتلما تتصف

[1] Sylvia Leydecker**, Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design** , Berlin , 2010, pg : ٢٢٣ بتصرف

[2] http://www.sudacon.net

به من مميزات أهمها قلة أوزانها وكبر معاملها المسؤولة عن فقدان الطاقة الحركية و لكن يعيب اللدائن المطاطية شدة تأثر خواصها بتغير درجة الحرارة و مرونتها المُذعنة.



شكل (٤-٤) يوضح مخدات مواد مركبة تضم ذرات نانومترية لمواد موصلة للكهرباء و جسيمات ميكرومترية لمواد قابلة للإنضغاط كهربائيا مختلطة ومغمورة في مادة من بوليمر. **المصدر**: علي محمد علي عبد الله ، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف**، ص: ١٣٩

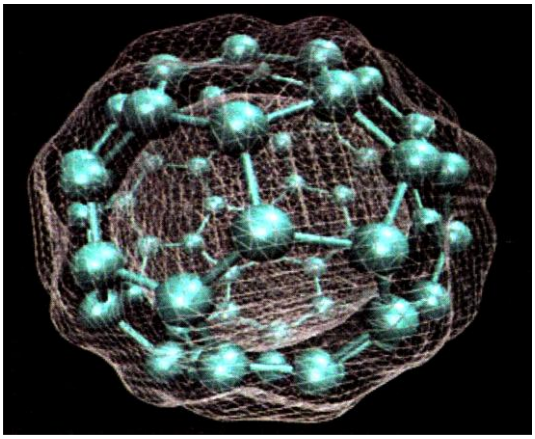
وفي السنوات الأخيرة طور العلماء مخدات متقدمة من مواد مركبة لتقليل الاهتزازات ومنع الضجيج وتتكون مخدات المواد المركبة من ذرات نانومترية لمواد موصلة للكهرباء وجسيمات ميكرومترية لمواد قابلة للإنضغاط كهربائيًا مختلطة ومغمورة في مادة من بوليمر، وتؤدي المخدات المركبة عملها في تثبيط الاهتزازات بتوزيع العمل على مكوناتها وتتحمل الجسيمات القابلة للإنضغاط كهربائيًا الدور الرئيسي في هذة المنظومة من خلال توليد شحنات كهربائية على أسطحها عند تعرضها لقوى الضغط والشد الحاصلة نتيجة الاهتزازات ويتولى خليط البوليمر والذرات الموصلة للكهرباء مهمة تجميع هذة الشحنات ومن ثم تشتيتها حراريًا بواسطة المقاومات الكهربائية الناشئة من الخليط نفسه وفي الواقع يعتمد عمل هذة المخدات على تحويل طاقة الاهتزازات الحركية إلى طاقة كهربائية بواسطة الجسيمات القابلة للإنضغاط كهربائيًا ومن ثم تبديدها حراريًا للمحيط الخارجي عن طريق مزيج البوليمر والذرات الموصلة للكهرباء.[١]

وتقدم المخدات المتقدم مزيجًا لمواصفات غير معهودة ولم يكن بالإمكان الحصول عليها من مواد الخليط منفردة و تظهر أفضلية المزيج عند مقارنته باللدائن المطاطية في ارتفاع معامل فقدان الطاقة الحركية و قلة تأثر خواصه بتغير درجات الحرارة وارتفاع صلابته فضلًا عن امكانية

[١] علي محمد علي عبد الله ، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف**، ص: ١٣٩

التحكم في مميزاته بتغيير نسب الخلط للعناصر المكونه له ولا شك أن سهولة تشكيلها وتقطيعها بمقاسات وصور متنوعة تضيف ميزة أخرى لهذة المخدات.[١]

٤-١-٣ تقنية النانو والكربون – *Nanotechnology and Carbon:*



شكل (٤-٥) يوضح الشكل الكربوني "الفلورين" Fullerene المكون من ٦٠ ذرة كربون.
المصدر: صفات سلامة ، **النانوتكنولوجي عالم صغير ومستقبل كبير (مقدمه في فهم علم النانوتكنولوجي)**، ص: ٦٧.

وهو أحد تطبيقات تكنولوجيا النانو ويعبر عن ظاهرة رصدها العالم "سوميو إيجيما" في اليابان بواسطة الميكروسكوب الإلكتروني (TEM) وجود أنابيب كربون نانوية أحادية الطبقة، ثم بعدها بسنتين لاحظ وجود أنابيب متعددة الطبقات، وأنابيب الكربون النانوية أشبة بطبقة من الجرافيت تم ضم أطرافها معًا لتكون إسطوان بقطر متناهي الصغر مما يجعل نسب طولها إلى عرضها كبيرة جدا لدرجة تجعلنا نعتبرها بناء أو تركيبًا أحادي الأبعاد، ويمكن أن تتحول طبقة من الجرافيت إلى أنبوبة كربون نانوية، قطر الأنبوبة يتراوح بين ١ و١٠٠ نانومتر، بينما يتراوح طولها بين مئات النانومترات وبعض السنتيمترات.

أنابيب النانو الكربونية التي يرمز لها اختصارًا ب CNTs هي ببساطة جزيئات كربون وهي كيميائيًا من عائلة الجرافيت والماس، وهذه الأنابيب الكربونية مثلها مثل جسيمات النانو الأخرى تظهر الكثير من الخواص الكهربائية والضوئية والميكانيكية العالية جدًا التي تجعل من المتوقع استخدامها استخدامًا كبيرًا في تطبيقات الكترونيات النانو.

وتتركب أنابيب الكربون النانوية متعددة الطبقات من طبقتين إلى عشرات الطبقات من الجرافيت مرتبة على شكل اسطوانات الواحدة داخل الأخرى، مع وجود مسافات فاصل بين الطبقة والأخرى، حوالي ٣٦-٣٤ نانومتر، والرابطة بين ذرة الكربون وذرة الكربون الأخرى في تركيبة الأنبوبة أقصر من الرابطة في حالة الماس مما يرجح أن أنابيب الكربون النانوية أقوي من الماس حيث أن قوة الرابط تزداد كلما قصرت.

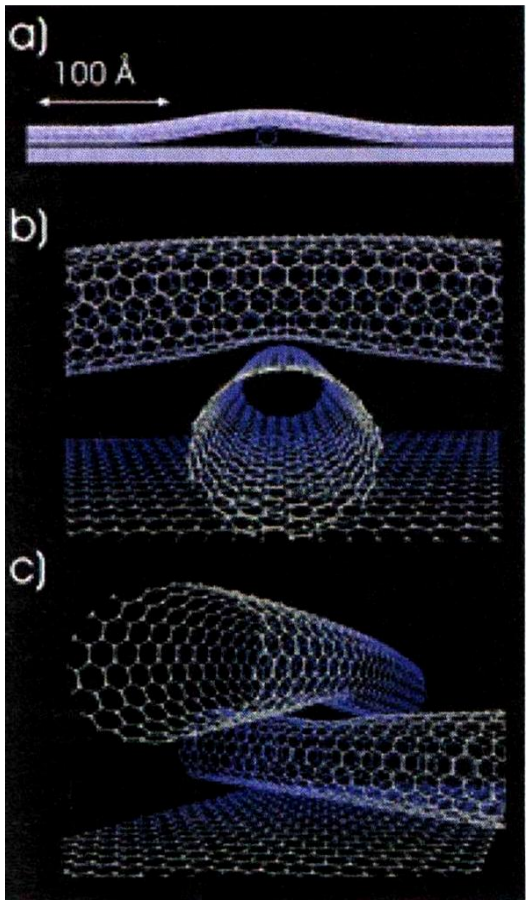
---

[١] علي محمد علي عبد الله ، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف**، ص: ١٣٩

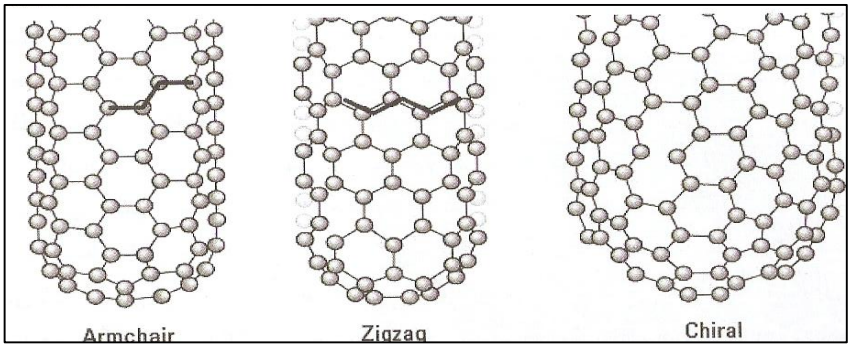
وأنابيب الكربون النانوية أحادية الطبقة لها ٣ أشكال أو ترتيبات للذرات بداخلها ، وهي Armchair , Chiral , Zigzag وذلك له تأثيره على خواصها الكهربية.

وفيما يلي نذكر أنواع أنابيب الكربون النانوية:

- *Y shaped*
- حلزوني مزدوج *Helical Double*
- خيزراني *Structure like-Bamboo*
- طبقي *Structure Morphology Hierarchical*
- حلقي *MWCNTs Structured Ring*
- مخروطي النهاية *MWCNTs of Caps End Shape Cone*[1]



شكل (٤-٦) يوضح أشكال أنابيب النانو كربون. **المصدر**: موقع شركة IBM ، http://www.research.ibm.com/about/top_innovations_history.shtm

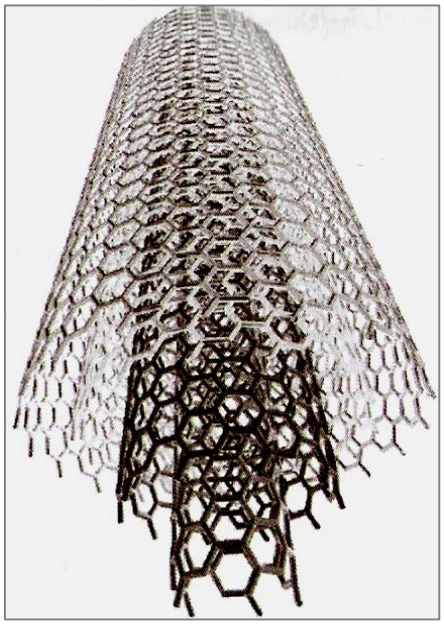


شكل(٤-٧) يوضح أنواع الأنابيب النانو كربونية أحادية الطبقه. المصدر : [٢-(٤٥)]

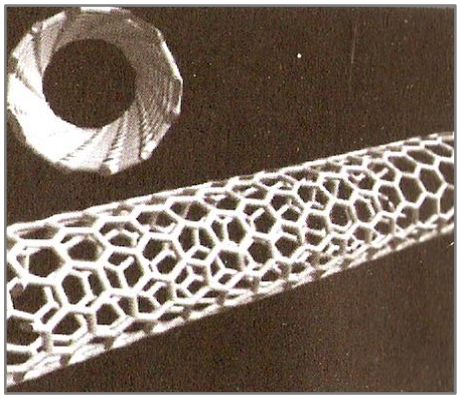
[1] صفات سلامة ، **النانوتكنولوجي عالم صغير ومستقبل كبير (مقدمه في فهم علم النانوتكنولوجي)**، ص: ٦٧.

٤-١-٣-١ التركيب الدقيق لأنابيب النانو الكربونية- *The Ultra Structure for Carbon Nanotubes:*

هناك نوعان من أنابيب النانو الكربونية وهي كما سبق ذكره أنابيب النانو كربونية وحيدة الجدار وأنابيب النانو كربونية متعددة الجدر، أنبوب النانو كربون وحيد الجدار يتراوح قطره بين ٠.٧ نانومتر و ١٠ نانومتر وفي أغلب الحالات يكون معدل قطره في حدود ٢ نانومتر بينما يصل طوله إلى عده كيلومترات، وله نهاية واحدة مغلقة على الأقل وذلك بتركيب نصف كروي يشبه القبعة وسماكة جدار هذا الأنبوب ذرة كربون واحدة فهو عبار عن شريحة كربون (شريحة جرافيت) ذات سماكة ذرة واحدة تطوي على شكل اسطوانة، أما أنبوب النانو كربون متعدد الجدر فهو عبارة عن مجموعة من أنابيب النانو وحيدة الجدر المتداخلة وذات المركز المتحد ويتراوح قطر هذا الأنبوب بين ١٠ نانومتر و٣٠ نانومتر ويبلغ عدد الأنابيب وحيدة الجدار المكونة غالبًا ما بين ٧ و٢٠ أنبوبًا.[١]



شكل (٤-٨) يوضح التركيب الدقيق لأنبوب النانو الكربوني متعدد الجدر (MWCNTs). **المصدر** : علي محمد علي عبد الله ، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف** ص :٤٦



شكل (٤-٩) يوضح أنبوب النانو كربوني وحيد الجدار (SWCNTs). **المصدر**:علي محمد علي عبد الله، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف** ص :٤٦

٤-١-٣-٢ خواص أنابيب الكربون النانوية- *Properties of carbon Nanotubes:*

- **الخواص الميكانيكية ، القوة :**

تعتبر أنابيب الكربون النانوية من أقوي المواد المعروفة على الإطلاق و تمتلك مقاومة شد عالية جدًا وهذا يعني قوة مقاومتها لأي ضغط أو جهد عليها وأنها قوية جدًا ومن الصعب كسرها كما أن لها معامل مرونة عاليًا جدًا ويعني هذا مقاومتها لأي تغير في طولها أو

[١] علي محمد علي عبد الله ، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف** ، ص :٤٦

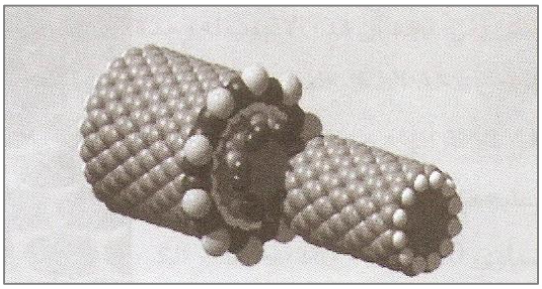
مساحة مقطعها عند تحميلها بوزن كبير وتنشأ هذة القوة بسبب وجود الروابط التساهمية القوية بين ذرات الكربون وبعضها.

شكل (٤-١٠) تصنيع جيل كامل من المواد الذكية بتقنية النانو التي تتميز بالقوة و خفة الوزن وذاتية التنظيف.

- **الموقع-Location**: دول العالم المتقدمة كالولايات المتحدة الأمريكية.
- **العصر-Age**: بداية القرن٢١.

أكبر نموذج في العالم لأنبوب نانوي nanotube، مصنوع بواسطة طلبة جامعة رايس، هيوستن، تكساس.
المصدر: Sylvia Leydecker, Pg: 30-31

في عام ٢٠٠٠ وجد أن أنبوبة كربون نانوية متعدد الطبقات لها مقاومة شد حوالي ٦٣ جيجا باسكال، وهذا للتوضيح يعني قدرتها على تحمل وزن يبلغ ٦٣٠٠ كيلو جرام على كبل مساحة مقطعه ١ ملليمتر مربع، وتبلغ كثافة أنابيب الكربون النانوية حوالي ١.٤ – ١.٣٣ جم/سم٣، وهذا يعني أنها خفيفة جدًا مقارنة بمواد مثل الألومنيوم والصلب، ولأنابيب الكربون النانوية قوة نوعية عالية جدا تربط القوة بالوزن فكلما كانت المادة أقوى وأخف كان لها قوة نوعية أعلى.



شكل (٤-١١) يوضح الظاهرة التلسكوبية.
المصدر : علي محمد علي عبد الله ، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف**، ص:٢٢

- **الخواص الحركية:**

أو ما يسمى (Kinetic Properties) تمتلك أنابيب الكربون النانوية متعددة الطبقات خاصية تلسكوبية مما يعني سهولة انزلاق الطبقة الداخلية عن الطبقة الخارجية تقريبا بدون احتكاك سواء على شكل انزلاق خطي أو ورداني وتشبه في ذلك السنارة التي تقفل وتصبح عصا صغيرة.[١]

[١] علي محمد علي عبد الله ، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف** ، ص :٤٦

- **الخواص الكهربية :**

أو ما يسمى (Electrical Properties) و كما ذكر أنه يؤثر ترتيب الذرات على قدرة الأنبوبة على توصيل الكهرباء فنجد أن أنابيب الكربون النانوية ذات التركيب (Armchair) لها خواص الموصلات الفلزية بينما (chiral) و(zigzag) تعتبر أشباه موصلات، وتمتلك أنابيب الكربون النانوية خاصية تمسى النقل الإلكتروني القذفي، وهذا يعني أنها موصلات ممتازة على طول الانبوبة وتستطيع أنابيب الكربون الفلزية أن تحمل تيار كهربائي أعلى ١٠٠٠ مرة من قدرة موصل جيد للكهرباء مثل النحاس، والأسلاك التقليدية الموصلة للكهرباء تتركب عادة من سلك نحاس يحيط به مطاط كعازل للكهرباء، وبعد اكتشاف أنابيب الكربون النانوية ومعرفه خواصها الكهربية فكر العلماء بإمكانية عمل موصل للكهرباء بالكامل من أنابيب الكربون النانوية حيث تتكون من طبقتين الداخلية موصلة للكهرباء بينما الخارجية عازلة للكهرباء. [١]

- **الخواص الحرارية :**

أو ما يسمي (Thermal properties) فأنابيب النانو كربون موصلات حرارية ممتازة على طول الأنبوبة وتقريبا عازلة عموديا على محور الأنبوبة مما يسمى التوصيل القذفي، ومن المتوقع أن تبلغ قدرة أنابيب الكربون النانوية على توصيل الحرارة حوالي ٦٠٠٠ واط/متر/كلفن في درجة حرارة الغرفة العادية وهذا مقارنة بالنحاس وهو موصل جيد للحرارة، تبلغ قدرته على التوصيل ٣٨٥ واط/متر/كلفن والثبات الحراري لانابيب الكربون النانوية حوالي ٢٨٠٠ درجة مئوية في الفراغ وحوالي ٧٥٠ درجة مئوية في الهواء (وهذا يعني أنها تظل محتفظة بخواصها وبناء مادتها حتى تصل لدرجات الحرارة المرتفعة هذة). [٢]

٤-١-٣-٣ تصنيع أنابيب الكربون النانوية – *Synthesis of Carbon Nanotubes:*

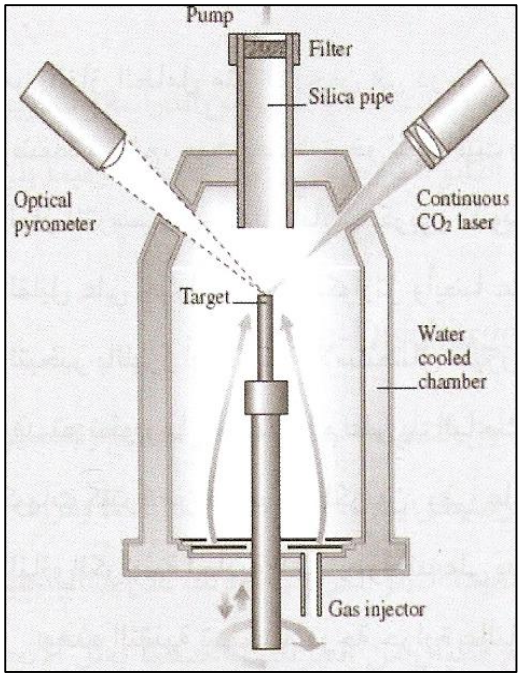
أهم ثلاث تقنيات لتصنيع وتحضير أنابيب النانو كربونية :

[١] علي محمد علي عبد الله ، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف** ، ص :٤٦
[٢] المرجع السابق

١- تقنيــة قــوس التفريــغ *Arc-Discharge Technique*: وهـي من أول التقنيات التـي اسـتخدمت فــي تصــنيع وتحضــر تركيبــات الكربون.

٢- تقنيـة الاسـتقطاع الليـزري أو طريقـة التبخيـر بـالليزر *Laser Ablation*: وتعـد التقنيـة الثانيــة بعـد تقنيــة قــوس التفريــغ فــي انتــاج تركيبات الكربون.

٣- تقنية التسريب البخاري الكيميائي *Chemical Vapour Deposition (CVD)*: وهي أكثر الطرق انتشارا بين المجموعات البحثية لانتاج أنابيب النانو لسهولة عملها و توفر تجهيزاتها.[١]



شـكل(٤-١٢) يوضـح الجهـاز المسـتخدم فـي تقنيــة الإسـتقطاب الليـزري أو طريقــة التبخيـر بالليزر Lab Ablation. المصدر: علي محمد علـي عبـد الله ، **النـانو تكنولـوجي بـين الأمـل والخوف** ، ص :١٢٦

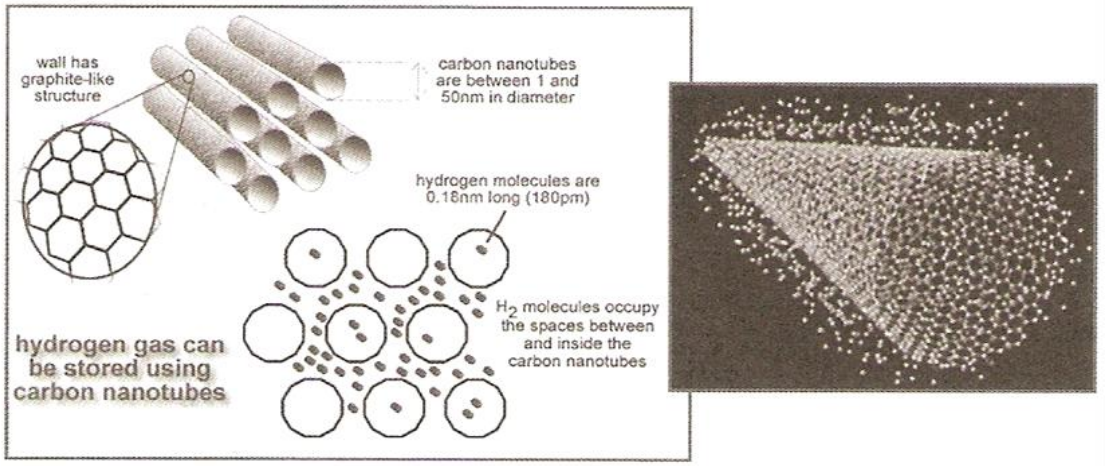
٤-١-٣-٤ من التطبيقات المبسطة لأنابيب النانو الكربونية- *Simplified applications of carbon Nanotubes:*

- **تخزين الهيدروجين H2ology:**

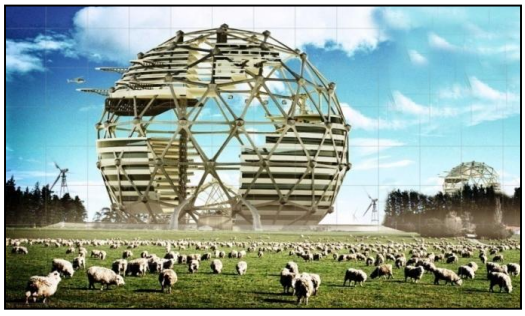
وفي خلايا الطاقة الهيدروجينية التي هي عبارة عن أجهزة كهروكيميائية ، يتم استخدام غاز الهيدروجين و غاز الأكسجين كمواد كيميائية لتشغيل هذة الخلايا، وخلايا الطاقة هذة تعطى مصدرًا للطاقة الكهربائية التي يمكن أن تستخدم في تشغيل السيارت الكهربائية وأجهزة اللابتوب، وتعتبر هذة التقنية من التقنيات التي لازال الباحثون يواصلون فيها البحث والدراسة أملا في تطويرها وتحسينها لتصبح مصدرًا نظيفًا وآمنًا للطاقة الكهربائية، حيث تتميز أنابيب النانو كربونية بقدرتها الفائقة على امتصاص كمية كبيرة من الهيدروجين وتخزينها، والتي استغلها المهندسون

[١] علي محمد علي عبد الله ، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف** ، ص :١٢٥

المعماريون في الدول المتقدمة لتصميم مباني ومدن تقوم على فكرة تخزين الهيدروجين وانتاج الطاقة وهي الفكرة المطروحة من خلال المشروع الياباني "المدينة الهرمية" أو " Mega-City Pyramid"



شكل (٤-١٣) الامتصاصية العالية التي تتميز بها انابيب النانو الكربونية لغاز الهيدرجين ، تجعلها حلًا ذا كفاءة عالية لمشكلة تخزين غاز الهيدروجين في تقنيات الطاقة الهيدروجينية. **المصدر**: علي محمد علي عبد الله ، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف**، ص :٧٦

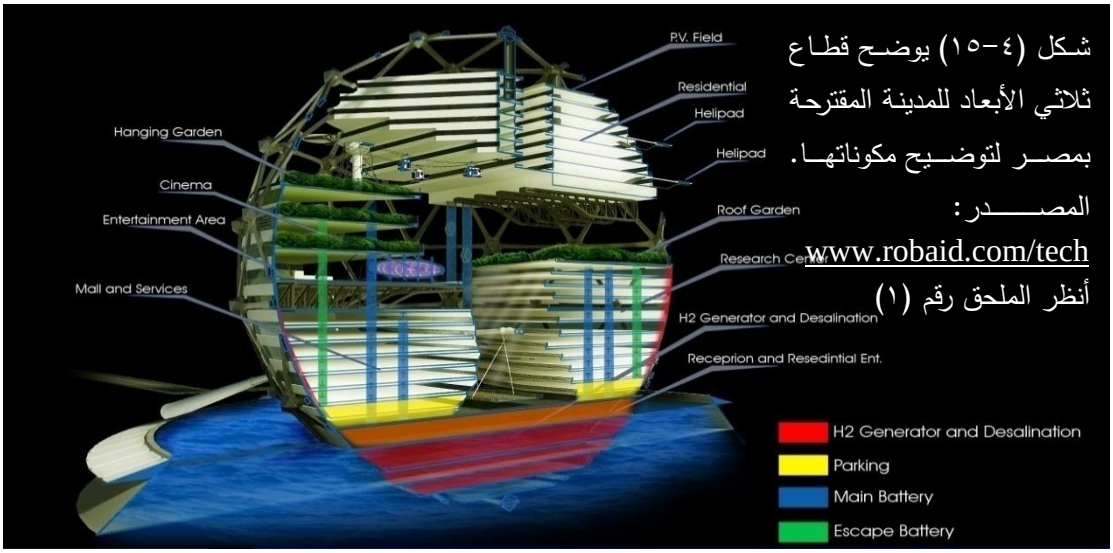


شكل (٤-١٤) مدينة مستقبلية تنتج الهيدروجين لتستهلكة كطاقة والموقع المقترح لها على بحيرة البرلس بمصر على غرار المدينة الهرمية الهائلة المقترح بنائها في اليابان عام ٢١٠٠م. المصدر: www.robaid.com/tech أنظر الملحق رقم (١)

فهي رؤية مستقبلية لمجتمع بشري يقوم بالكامل بطاقة الهيدروجين، حيث يمكن لسكانها أن ينتجوا الطاقة التي يجتاجونها بانفسهم، ستقدم فكرة H2ology الطاقة النظيفة وكيف يمكن تطوير المجتمعات الحالية من إنتاج الطاقة عن طريق حرق الزيوت والفحم والغاز إلى الاعتماد الكامل على إنتاج الطاقة من الهيدروجين، بحيث يكون مجتمع قائم ذاتيا وخالي من التلوث.

ويعتبر المصدر الأساسي لانتاج الطاقة من الهيدروجين هي المياه مع استخدام الطاقة الشمسية وطاقة الرياح لانتاج الكهرباء، وذلك بتحليل المياه H2O إلى هيدروجين واكسجين، فالأكسجين يتم إطلاقه في الهواء والهيدروجين يتم ادخاله في خلايا تقوم بتحويله إلى طاقة يتم استخدامها لكي تحل منتجات البترول وغيرها في

المنازل والسيارات وغيرها، ويتم انتاج الطاقة بدون تلوث ، وعندما ينخفض الحصول على الطاقة أي عندما تكون الشمس غائبة أو الرياح قليلة فإنه من الممكن تخزين الهيدروجين.[١]



شكل (٤-١٥) يوضح قطاع ثلاثي الأبعاد للمدينة المقترحة بمصر لتوضيح مكوناتها.
المصدر: www.robaid.com/tech
أنظر الملحق رقم (١)

٤-١-٤ تقنية النانو والخشب – *Nanotechnology and Wood :*

شكل (٤-١٦) سطح الخشب من الممكن أن يعطي نفس السطح المطلوب في تقنية التنظيف الذاتي إذا أضيفت إلية مثل النتوءات التي على أسطح أوراق نبات اللوتس ،وفي الصورة شكل قطرة الماء على سطح خشبي.
المصدر: Sylvia Leydecker,pg 67 بتصرف

تعتبر مادة الخشب من المواد الأساسية في عملية البناء، وقد تتيح تقنية النانو مجلات متعددة من حيث تطوير خواصه أو إضافة عليه بعض الطلاءات التي تحسن من خواصه، وكمثال بإضافة بعض الطلاءات التي تقوم بالتنظيف الذاتي، وكذلك بإضافة خاصية جديدة له وهي مقاومة الحريق وذلك بتعديل خواصه على مقياس النانو.

تم استخدام النانو تكنولوجي في مادة الخشب، حيث تم تجميع جزئيات الخشب وإعادة ترتيبه مما يجعله أكثر ترابط وقوة عن المادة الطبيعية، كما تم اختراع حساسات نانوية لتحديد أماكن الفطريات ونقاط التأكل لكي يتم معالجتها ويتميز الخشب المعالج بالخصائص التالية:

[١] www.robaid.com/tech

- مقاومة عالية للحرارة.
- مقاومة للتأكل والتصدعات.
- مقاومة للبكتريا والفطريات.
- ذاتي التنظيف.
- مادة صديقة للبيئة.
- منخفض التكاليف وخفيف الوزن وأكثر قوة ومتانة.
- تم تطوير لب الخشب النانوي عن طريق ازالة الشوائب منه لينتج عنه كريستالات شديدة النحافة وشفافة وهي ماد قوية جدًا بالمقارنة بالمواد التقليدية الأخرى.

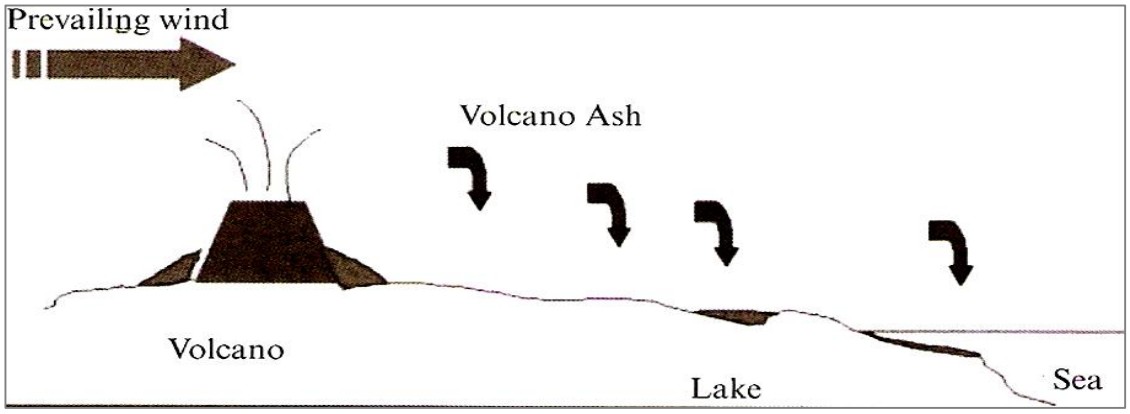
٤-١-٥ تقنية النانو والطين – *Nanotechnology and Nanoclay*:

أي ما يسمي بجسيمات النانو الطينية وهي جسيمات بمقياس النانو تتواجد وبشكل طبيعي في القشرة الأرضية وتعرف هذة الجسيمات بإسم (مونتمورللونات) الذي ينتمي إلى مجموعة smectite أحد أنواع الجسيمات الطينية وهي الجسيمات الأكثر شيوعًا بين جسيمات النانو الطينية، ومن ناحية جيولوجية فإن لجسيم النانو الطيني الذي سنشير له ب (النانو طين) مصدرين أساسيين، أول هذين المصدرين هو الغبار البركاني الذي تعرض لعمليات معالجة طبيعية تحت طبقات الأرض وهو المصدر الأكثر شيوعًا، المصدر الثاني لجسيمات النانو طين وهو المصدر الأقل شيوعًا هو الصخور البركانية التي تعرضت لمعالجة مائية حرارية تحت المحيطات ، وكلا المصدرين نتج عن الانفجارات البركانية وذلك في الفترة ما بين ٨٥ مليون و١٢٥ مليون سنة ماضية (العصر الطباشيري) حيث دفعت هذة الانفجارات الناجمة عن ضغوط هائلة تحت القشرة الأرضية بالحمم البركانية والغبار البركاني إلى طبقات الجو العليا، مما تسبب في تكوين سحب الغبار البركاني التي نقلت بالرياح السائدة في ذلك العصر إلى أماكن متفرقة، حيث هطلت الأمطار المحملة بالكثير من الغبار البركاني الذي حُفظ وبكميات كبيرة في طبقات الأرض وفي المحيطات، وحفظ بشكل قليل في البحيرات القلوية.[١]

وتجدر الإشارة هنا إلى أن جسيمات النانو طين التي يتم تجميعها ومعالجتها تنقسم إلى ثلاثة أنواع رئيسية هي :

[١] علي محمد علي عبد الله ، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف**، ص :53

أولًا : النوع المسمى طين ١:٢ يعود هذا النوع إلى عائلة smectite ويحتوي على بلورات نانو تشتمل على صفيحات كل من السيليكون والالومنيوم، وفي هذا النوع من الجسيمات تلعب قوي فان ديرفال دورًا أساسيًا في إنشاء الروابط الرباعية بين السيليكون والأكسجين، وبشكل عام تمتلك طبقات الجسيمات شحنة سالبة تعادل بأيونات المعادن في هذة الجسيمات.



شكل (٤-١٧) يوضح جسيمات النانو الطينية وعملية انتقالها وحفظها في طبقات الأرض والبحار والبحيرات.
المصدر: علي محمد علي عبد الله ، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف،** ص :53

ثانيًا : النوع المسمى طين ١:١ وفي هذا النوع تشترك طبقات النانو طين في تكوين تركيبات طبقية مكونة من شرائح الألومنيوم الثمانية وشرائح السيليكون الرباعية التي ترتبط فيما بينها بروابط هيدروجينية وهذة الطبقات طبقات متعادلة أي أنها لا تملك شحنة وجزئيات الماء هي الوحيدة القادرة على احتلال "الدخول" الفراغات بين هذة الطبقات. [١]

ثالثًا : النوع المسمى طبقات أحماض السيلكات وفي هذا النوع تتكون الجسيمات وبشكل أساسي من شرائح السيليكون الرباعية مختلفة الطبقات التي يمكن أن تحتوي على الأيونات الموجبة لبعض المعادن القلوية. [٢]

٤-١-٥-١ تطبيقات جسيمات النانو طين- *Nano-clay Particles Applications:*

إن التطبيق الرئيسي لجسيمات النانو الطينية هو استخدامها في تقوية البلاستيك لتصنيع وإنتاج مركبات النانو البلاستيكية المقواة بجسيمات النانو طين، وذلك لكي تحل محل مركبات البلاستيك المقواة بالمواد التقليدية مثل الألياف الزجاجية كالتي تستخدم في تسليح الخرسانة

[١] علي محمد علي عبد الله ، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف،** ص :53
[٢] المرجع السابق

بالالياف الزجاجية وكذلك ألياف الكربون وغيرها، والتي تشكل العناصر الأساسية لصناعة البلاستيك المقوى وتعتبر تلك المواد من أكثر المواد إضرار بالبيئة لأنها تبقى في طبقات اللسنوات طويلة جدًا دون تحلل أو تفكك، أما البلاستيك المقوى بجسيمات النانو طين فإنه أقل ضرارًا بالبيئة وذلك لأن هذة الجسيمات "النانو طين" هي مواد طبيعية أصلها من عناصر ومركبات القشرة الأرضية. [١]

عند استخدام جسيمات النانو في تقوية أي مواد أخرى فإن المواد الناتجة تسمى مركبات النانو، وكما ذكرنا سابقًا فالاستخدام الرئيسي لجسيمات النانو طين حاليًا هو تصنيع مركبات النانو البلاستيكية المواد بالنانو طين، فقد وجد الباحثون أن هذة الجسيمات تحسن وبشكل كبير جدًا خصائص مواد البلاستيك وتجعلها قابلة للإستخدام في تطبيقات كثيرة ميكانيكية وكهربائية وحرارية كان من غير الممكن – بل من المستحيل– استخدام البلاستيك فيها.

ومن الجدير بالذكر أن نسبة جسيمات النانو طين التي تضاف لمواد البلاستيك من أجل تحسينها لا تتجاوز في كثير من التطبيقات ٥% من وزن المادة الناتجة و بالرغم من انخفاض هذة النسبة المضافة إلا أنها تؤدي إلى تحسين الكثير من خواص البلاستيك بنسب تتجاوز ٥٠% بينما نجد أننا نحتاج إلى أن نضيف حوالي عشرة أضعاف هذة النسبة من المواد التقليدية (الألياف الزجاجية وألياف الكربون وغيرها) للبلاستيك حتى نحصل على خواص محسنة قريبة من نسبة التحسين التي أعطتها جسيمات النانو طين، مع ملاحظة أن مركبات النانو البلاستيكية تتميز بخفة وزنها بينما المركبات البلاستيكية التقليدية ذات أوزان كبيرة. [٢]

وبناءً على هذا فإنه سيكون هناك تطبيقات عديدة صناعية والتي ستدخل فيها هذة المركبات، ومن أمثالتها تقنيات صناعة المركبات فيمكن استخدام مركبات النانو في هذة الأجزاء الداخلية والخارجية للسيارات والباصات والقطارات وذلك الطائرات، ومن الخواص المميزة لمركبات النانو البلاستيكية المقواه بالنانوطين هي مقاومتها الكبيرة لتأثير الرطوبة وكذلك للتأثيرات الكيميائية حيث تتميز بمقاومتها العالية لنفاذية الماء والغازات والسوائل الكيميائية، ويمكن لجسيمات النانو أن ترفع درجة حرارة انصهار مواد البلاستيك إلى درجات أكبر مما يجعلها قابلة لتطبيقات أوسع وأكثر، كما أن مركبات النانو البلاستيكية يمكن تلوينها بشكل أسهل، كما يمكن لها الاحتفاظ

---

[١] علي محمد علي عبد الله ، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف**، ص :٥٤

[٢] المرجع السابق

بألوانها لفترات طويلة جدًا، والأهم من ذلك نجد أن مركبات النانو البلاستيكية المقواه بالنانوطين لها مقاومة حرارية عالية وكذلك تتميز بقدرة كبيرة على تثبيط الاشتعال وتكون الدخان.

وكل ما تم ذكره فتح وسيفتح الكثير من المجالات الصناعية أمام مركبات النانو البلاستيكية المقواة بجسيمات النانو الطينية، وتستخدم هذة المادة حاليًا في تقنيات الفضاء وكذلك في صناعات مواد البناء حيث تتميز بمتانتها وخفة وزنها وكذلك مقاومتها للحرارة والاشتعال، ومازال الباحثون مستمرون في دراسة واختبار هذة المواد وفي البحث عن أفضل طرق التحضير والمعالجة.[١]

٤-٢ تأثير تكنولوجيا النانو في تطوير المواد المستخدمة في التشطيب-

The Impact of Nanotechnology in Developing the Materials Used in Finishing:

٤-٢-١ تقنية النانو و البلاستيك – *Nanotechnology and Plastic :*

شكل (٤-١٨) يوضح تصنيع أغشية رقيقة "Nanoprotect Plastic" تستخدم على الزجاج العادي لتحوله إلى زجاج له جميع خصائص الزجاج الذكي . **المصدر:** Sylvia Leydecker,pg:96 بتصرف

قامت شركة (هايبر بلاستكس) أو البلاستك المهجن بإضافة مواد مصنعة عن طريق التقنية النانوية لمواد تمتد من مزيتات المحركات النفاثة وحتى ألواح الدوائر الكهربائية في القوارب وأحواض السباحة وتعتبر هذة الجسيمات الدقيقة التي تبيعها الشركة صغيرة جدًا لدرجة أن قطر أكبر جسيم يقدر بحوالي ٣ نانومتر، أي واحد من مليار من المتر، وتكسب هذة الجسيمات البلاستيك خواص فريدة كالقدرة على مقاومة الحرارة واللهب والبرد فضلاً عن زيادة صلابته وعدم تحطم جزيئات البلاستك، وتختبر ناسا أنواعًا جديدة من البلاستيك الذي يحتوي على هذة الجسيمات على هيكل محطة الفضاء الدولي كما تختبره أيضًا القوات العسكرية وشركات الطيران لاستخدامه كبديل للهياكل المعدني على الطائرات والصواريخ والأقمارة الصناعية، ويعتبر صنع هياكل الصواريخ البلاستيك المحتوي على هذة الجسيمات أرخص وأسهل من الهياكل المعدنية التي يمكنها حماية الحمل سواء كان زخيرة أو قمرًا صناعيًا

[١] علي محمد علي عبد الله ، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف**، ص :5ه

من الاصطدام مع النفايات التي تطوف بالفضاء وتتحمل برد الفضاء القاسي وكذا حرارة الاحتكاك عند العودة للأرض، كما تصنع نفس الشركة السابق ذكرها زيتًا لسلاح الجو الأمريكي يمكنه تحمل حرارة تصل إلى ٥٠٠ درجة فهرنهايت أي حوالي ١٠٠ درجة أعلى من الزيوت الحالية من دون الاحتراق أو الانحلال ، كما تقوم شركة ترايون بتطوير تغليف بلاستيكي مقاوم للخدش وقد يستخدم في تغليف عدسات النظارات العادية. [١]

بتغير ترتيب الذرات في أمكن تحويل مادة البلاستيك من مادة عازلة للكهرباء إلى مادة موصلة حسب الترتيب الذري وحسب الغرض من الاستخدام، وبذلك أمكن طلاؤه بالطريقة الكهروكيميائية واستخدامه في العديد من التطبيقات في مجال التصميم الداخلي على سبيل المثال لا للحصر استخدم فيما يسمى "بالشاشات الثلجية" "The Snow Screen" التي تستخدم في واجهات المحال التجارية، كذلك امكن تصنيع أغشية رقيقة منه "Nanoprotect Plastic" وتستخدم على الزجاج العادي لتحوله إلى زجاج ذكي.[٢]

٤-٢-٢ تقنية النانو و الرخام – *Nanotechnology and Marble:*

تعتمد التقنية على تصنيع الرخام بتمريره بنفس المراحل التي يمر بها الرخام الطبيعي في الطبيعة من عوامل الضغط العالي والحرارة المرتفعه و تعتمد أساسا على الرمال كمواد طبيعية أولية في تركيبها كرمل الكوارتز (بنسبه تصل إلى ٩٥% وأصباغ غير عضوية معتمده على أكاسيد المعادن وحصوة الرخام (رقائق حجر الجيرانيت والميكا) ويتم تعرضها للحركية القسرية بضغط من (١٨٠-٢٠٠ أتموسفير) تليها مرحلة التلميع بتقنية البلازما الباردة.[٣]

يحتفظ الحجر المصنع بخصائصه في درجات الحرارة العالية مما يسمح للمنتج أن يوضع عليه أنماط ونماذج الصور الرقمية والتصوير الفوتوغرافي عن طريق طابعه خاصة لهذا الغرض، وتجري طباعه الرسوم والكتابه على أساس صبغ مسحوق السيراميك والمعالجة الحرارية ويتميز بمقاومته للخدش وضوء الشمس وجودة الملمس واللون ومراحل التكوين.

---

[١] علي محمد علي عبد الله ، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف**، ص :5ه

[٢] المرجع السابق

[٣] جمال أحمد عبد الحميد و ياسر محمد صلاح الدين المغربي ، **تكنولوجيا النانو ودورها في تحقيق الاستدامه من خلال تطوير مواد وأساليب الانشاء** ، ص:٥

٤-٢-٣ تقنية النانو و الألومنيوم – *Nanotechnology and Aluminum:*

استطاع العلماء تصنيع بودرة النانو ألومنيوم "aluminum nano powder" والحصول على براءة الاختراع وذلك من سبيكة الألومنيوم التي قد تحتوي على العديد من الشوائب عن طريق عملية تكثيف بخار الألومنيوم بعد تعرضه لطاقة حرارية عالية جدا، فحصلوا بذلك على مسحوق على درجة عالية من النقاء، وقد استخدمت في العديد من التطبيقات الفاعلة والقيمة في عدة مجالات، فقد أمكن الحصول على طلاء سطحي عالي الأداء يتراوح سمكه بين ١.٥:١٠ نانومتر ولشدة نقاؤه فهو يماثل معدن البلاتين ويعتبر بديلا عنه، وكذلك فإنه يمثل طبقة حماية من الترددات الكهرومغناطيسية التي أصبحنا نعاني منها كنتيجة لانتشار وتطور تكنولوجيا الاتصالات، كذلك فانه يستخدم كاضافة للبلاستيك كمانع للتسرب وكذا فانه يعتبر محفز للطاقة في الأغشية المصنعة كخلية وقود "Fuel Cell".

٤-٢-٤ تقنية النانو و القواطيع – *Nanotechnology and Partitions* :

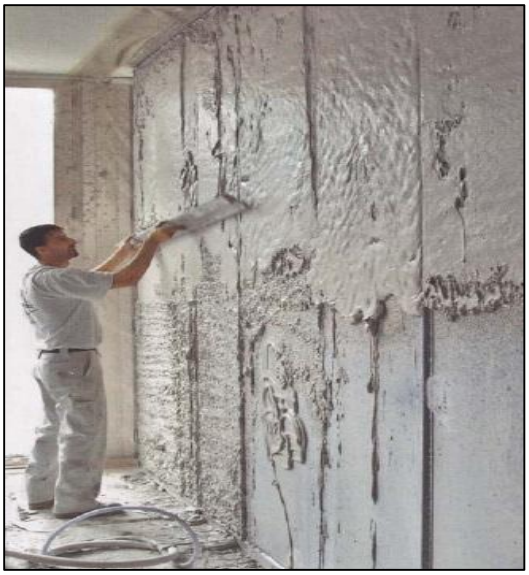
أو الحوائط الجافة وهي عبارة عن ألواح جبس بوليمرية قوية مقارنه بالموجودة حاليا ومقاومة من العوامل ويعد العديد من الدراسات الحديثة تم تطوير تلك الألواح لتصبح ألواح ناانوية تتميز بأنها أقوى ثلاثه مرات من الموجودة حاليا كما تم إضافه مادة السليكا SIO2 لتطوير بعض الخصائص ومنها تحسين معامل اللزوجة ومعامل المرونه.[١]

٤-٢-٥ تقنيه النانو ومواد اللياسه والمحارة – *Nanotechnology and Filler Materials:*

تمكنت تقنية النانو من تطوير مواد اللياسة والمحارة والمونه الخارجية والداخليه من تطوير بعض المواد المضافة إليها لتجعلها تتحكم بالحرارة النافذة من الحوائط الخارجية بحيث يكون معدل مرور الحرارة من خلال الحائط الخارجي للمبني وإلى الفراغ الداخلي يكون بطيء جدا فتكون ساعات النهار التي بها الحرارة مرتفعة انتهت وهذا يعتبر تكييف للفراغ الداخلي ويعمل على توفير الطاقة التي يستهلكها المبنى، وقد تستخدم في المناطق الحارة لأعمال اللياسة والمونه الخارجية للحوائط، وبم أن الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من عدم فإن الطاقة الحرارية هذة يتم تحويلها لطاقة كهربائية يمكن استخدمها بداخل المبنى.

---

[١] جمال أحمد عبد الحميد و ياسر محمد صلاح الدين المغربي ، **تكنولوجيا النانو ودورها في تحقيق الاستدامه من خلال تطوير مواد وأساليب الانشاء** ، ص:٧



شكل (٤-١٩) يوضح PCM الجبس وتم إستخدامه في توفير العزل الحراري. **المصدر:** Sylvia Leydecker,pg: ١٢٠ بتصرف

كما أن هناك بعض المواد النانوية التي قد تحسن من أداء الحوائط الخارجية والداخلية للمبنى مثل (مادة السير فايميكس سي Surfamix c) وهي مادة تعتمد على تقنية النانو وذات أساس مائي أحادي التركيب وخالي من اللدائن الصناعية ويستخدم كإضافه للمون الأسنتية والمحارة ومون البياض ومون الترميم بغرض تحسين التشغيله وله 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، معدل الاستهلاك للمادة: ٥- ٢.٥ كجم اسمنت.[١]

٤-٢-٦ تقنية النانو و المواد اللاصقه – *Nanotechnology and Adhesives*:

شكل (٤-٢٠) يوضح تصنيع الستائر من منتجات النانوتكنولوجي والتي تقوم بتنقية الهواء داخل الحيزات وهي متاحة الان بالأسواق العالمية. المصدر: Sylvia Leydecker,pg: ١٢٢ بتصرف

تم تطوير طريقه جديدة للصق المواد مع بعضها البعض حيث تعمل هذة المادة من خلال تركيبة سلسلة من الذرات تعمل على لصق طبقتين من مادتين مختلفتين ويعد هذا الاكتشاف تطورا في مجال تطوير المواد الجديدة ولها تطبيقات صناعية كثيره وخصوصا أنها المادة الصمغية الوحيدة التي تستطيع تحمل

[١] www.namophos.com

درجات حرارة تصل إلى ٧٠٠ درجة مئوية بل أنها تزداد قوة بزيادة درجة الحرارة ، و يصل سمك طبقة الصمغ النانوية الجديدة إلى نانومتر واحد وهذا السمك أصغر ب ١٠٠٠ مرة من أنواع الصمغ الموجودة حاليا، وفكرة عمل طبقة الصمغ النانوية في الربط بين طبقة من السليكون في الأسفل مع طبقة من النحاس في الأعلى تعتمد على تكوين طبقة صمغية من ذرات السيليكون باللون الأخضر وذرات الكبريت باللون الأزرق وذرات الكربون باللون الأحمر وذرات الهيدروجين باللون الأبيض وتعمل الحرارة العاليه على زيادة قوة الروابط الكيميائية بين الطبقة الصمغية وطبقة السيليكون وطبقة النحاس.[١]

٤-٢-٧ تقنية النانو و مواد العزل- *: Nanotechnology and Insulating Materials*

يستخدم العزل الحراري بقصد المحافظة على ثبات درجة الحرارة داخل فراغ المبنى المعزول سواء كان ساخنًا أو باردًا عن الجو المحيط به ويتحقق ذلك بتغليفه بمادة عازلة للحرارة تعمل على تبطيء تسرب الحرارة من وإلى البيئة الخارجية، ولهذا العزل أهمية قصوى في تقليل استهلاك الطاقة وزيادة الأداء كفي الأفران وأماكن الاحتراق الداخلي، وأيضًا المحافظة على البيئة.

وتعد قوة مقاوم سريان الحرارة في مواد العزل المطلب الأساسي الذي يجب توفره في

١

٢

أشكال (٤-٢١) توضح مادة الأيروجيل المستخدمه في العزل الحراري بالمباني.
الشكل رقم (١) يوضح أن مادة الأيروجيل لونها كلون اللؤلؤ الأبيض وتتميز بالشفافية العاليه.
الشكل رقم (٢) يوضح إستخدام مادة الأيروجيل مع الزجاج في وحدة وجاجية بحواف سوداء اللون. **المصدر**: Sylvia Leydecker,pg: ١٢٨ بتصرف

[١] جمال أحمد عبد الحميد و ياسر محمد صلاح الدين المغربي ، **تكنولوجيا النانو ودورها في تحقيق الاستدامه من خلال تطوير مواد وأساليب الانشاء** ، بحث منشور، ص:٨

العزل الحراري، والتي تكمن في مقدرة العازل على تقليل سرعة انتقال الحرارة بآلياته الثلاثة ، التوصيلية والتصعيدية والإشعاعية، سواء كانت متفرقة أو متحدة ، وتمتلك العوازل خاصية تبطئ سرعة انتقال الحرارة من خلال نظامين للعزل، ففي الأول تستعمل مواد مسامية تحتجز هواء أو غازات أخرى مثل عوازل الصوف الصخري، وفي النظام الثاني يستخدم كساءات من طبقات عاكسة للحرارة مثل تلبيسات الزجاج الشفافة.[1]

ومن بعض التقنيات النانوية التي قد تستخدم لعزل المباني لتوفير التدفئة أو التبريد:

- رغوة العزل.
- المواد الهلامية النانوية.
- الألياف الزجاجية النانوية.
- الزجاج بخواص جديدة.
- لوحات عازلة مفرغة الهواء (قليلة السمك وكبيرة التحمل)

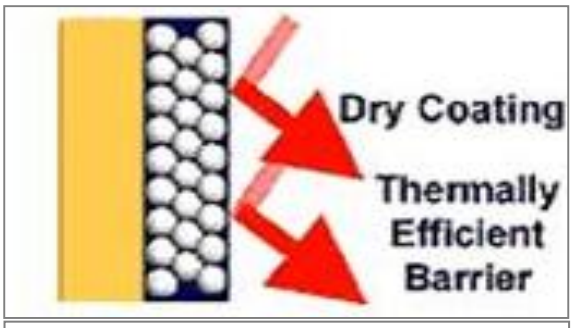
٤-٢-٦-١ العزل باستخدام الهلاميات الهوائية *Aerogels* والرغويات النانوية *Nanofoams*:

شكل (٤-٢٢) يوضح استخدام لوحات متعددة الجدر المليئة بمادة النانوجيل في تكسية واجهات صالة رياضية بفرنسا ، مساحة الواجهة ١.٤٥٠ م٢.
المصدر: Sylvia Leydecker,pg: ١٢٩ بتصرف

تمثل الرغويات النانوية والهلاميات الهوائية مواد عالية المسامية ومتدنية الكثافه، والرغويات النانوية نسخو طبق الأصل من الهلاميات الهوائية وعليه فإن وصف الهلاميات "الأصل" يفي بالغرض ويغني عن التكرار، وتتألف الهلاميات الهوائية من ٩٠% إلى ٩٩.٨% هواء وكثافة بين ٣ و ١٥٠ ملليجرام لكل سم مكعب، وتكون بحالة جامد مشابهة للهلام مع اختلاف أن الهواء حل محل السائل، وبسبب طبيعتها الشب شفافة، تلقب الهلاميات الهوائي بالدخان المثلج والدخان الجامد والدخان الأزرق، وبالرغم من هشاشتها وقابليتها للكسر، تستطيع الهلاميات تحمل أثقال تعادل ألفي ضعف أوزانها ويرجع ذلك إلى البنية الهيكلية لها التي تضم حبيبات كروية الشكل

[1] علي محمد علي عبد الله ، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف**، ص :١٣٣

ذات مقاس متوسط يساوي من ٢إلى ٥ نانومتر وملتصقة ببعضها البعض في تشكيلة عنقودية ممتدة في اتجاهات الفراغ الثلاثة مكونة هيكلًا شديد المسامية، ويكون فيه المسام الواحد أصغر من مائة نانومتر. [١]



شكل (٤-٢٣) نوع من الطلاء يتكون من مزيج مركب من حبيبات السيراميك الكروية الدقيقة الجوفاء والتي تعمل عمل اناء الثرموس"Thermos" العازل للحرارة و هذا الطلاء يستخدم على الجدران الداخلية والخارجية على حد سواء ولكنه أكثر فاعلية على الأسطح الخارجية حيث أنه يعكس أشعة الشمس ويشتتها.

المصدر: Sylvia Leydecker,pg: ١٢٩ بتصرف

وتعتبر الهلاميات الهوائية عوازل حرارية استثنائية لما لديها من صفات خارقة في منع انتقال الحرارة بطرقه الثلاث (التوصيلية والتصعيدية والإشعاعية) فاحتجاز الهواء الموجود في المسامات يجعله غير قادر على الحركة والدوران، وينتج عن ذلك كبت لانتقال الحرارة بالطريقة التصعيدية، وهلاميات السليكا عازل جيد لسريان الحرارة بالتوصيل لأن السليكا موصل ضعيف للحرارة وتمنع هلاميات الكربون انتقال الحرار الإشعاعية بسبب خاصي الكربون في امتصاص الأشعة تحت الحمراء وتعد هلاميات خليط السليكا والكربون العوازل المثالية في وقف سريان الحرارة، وبصفة عامة تتميز الهلاميات بكفاءة عزل رائعة تفوق بنسبة من ٢-٨ المتاح في مواد العزل التقليدية. [٢]

٤-٢-٦-٢ العزل باستخدام المركبات النانومترية والطبقات الرقيقة

: Nano Composites -Thin layers

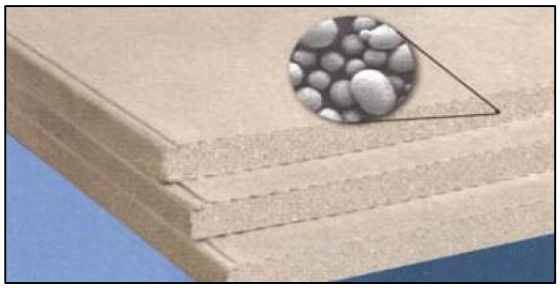
هناك عدد من التقنيات الحديثة تطورت على هيئة طبقات رقيقة و مواد مركبة من خليط لعناصر نانومترية يمكن توظيفها للتحصين من فقدان الحرارة ، خصوصًا من خلال الأسطح الزجاجية ، فمن ضمن هذ التقنيات تقني تغير اللون نتيجة تعرضه للضوء وتقنية تغير اللون نتيجة تعرضه للحرارة وتقنية تغير اللون نتيجة تعرضه للكهرباء وتقنية شاشات الحبيبات المعلقة وتقنية السوائل البللورية وتقنية العاكس الهيدروجيني. [٣]

---

[١] علي محمد علي عبد الله ، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف**، ص :١٣٣

[٢] المرجع السابق ص: ١٣٤

[٣] المرجع السابق



شكل (٤-٢٤) يوضح صناعة طبقة ديكورية من PCM الجبسية لتطبيقها كطبقة محارة، وبالرغم من أن سمكها ١٥ مم فإن كل متر مربع يحتوي على ٣كم من طبقة دقيقه من المادة العازله للحراره.
المصـــدر: Sylvia Leydecker,pg: ١٣٢ بتصرف

ويستفاد من تقنية تغير اللون نتيجة تعرضه للضوء أو الحرارة بصنع طبقات شفافة تحتوي على ذرات متناهية الصغر ذات مقدرة على تغيير ألوانها من الحالة الشفافة إلى لون داكن عند تعرضها لضوء أو حرارة الشمس وتكسى الواجهات الزجاجية بهذة الطبقات لتحصينها من الحرارة الناتجة من الأشعة تحت الحمراء، ومن الواضح أن هذة التقنية عديمة الفائدة في حفظ الطاقة في الأجواء الباردة أو في فصل الشتاء، وتعمل طبقات هذ التقنية على منع دخول أشعة الشمس الدافئة إلى فناء الحيز المكسو بها وهو ما يعد تكييف طبيعي في المناطق الحارة وقد يزيد من استهلاك طاقة التدفئة في المناطق الباردة.

كما أنه قد ابتكر العلماء تقنية أخرى مطورة على هيئة طبقات تحتوي على حبيبات يمكن تغيير لونها بالكهرباء وشاشات تحتجز حبيبات معلقة أو سوائل بللورية يمكن تغيير لونها بالكهرباء، ويمكن التحكم بدرجة الظلام في الزجاج المعالج بهذة التقنية المتضمنه لحبيبات أو سوائل بللورية تتغير ألوانها كهربائيًا بواسطة تيار كهربائي مسلط يمكن رفع درجة شدته للحصول على مستوى تعتيم أكبر وأساس عمل هذة الأنواع من الطبقات والشاشات يعتمد على الخواص الفريدة لمواد الحبيبات التي تتبدل خواص الإمتصاص والإنعكاس للضوء لديها عند تعرضها لتيار كهربائي،[١] واستطاع العلماء تطوير تقنية تغيير اللون بالكهرباء السابق ذكرها لتعمل ذاتيًا وبدون الحاجة إلى مصدر خارجي لتزويد الكهرباء وذلك بابتكار فكرة تشابة تلك المستعملة في الخلايا الشمسية، وفي تشكيل تقني مقارب للسابق فإن هناك الطبقات المتضمنه للحبيبات العاكسة للضوء التي تندرج تقنيًا تحت تصنيف الطبقات المتغيرة اللون نتيجة تعرضها للكهرباء إلا ان أداءها وسلوكها مختلف تمامًا عن تصنيفها ففي الطبقات المتضمنه لحبيبات الهيدروجين العاكسة،

[١] علي محمد علي عبد الله ، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف**، ص :١٣٩

تعمل الحبيبات على عكس الضوء وليس امتصاصه ويحصل ذلك بواسطة المقدرة الفذة لحبيبات سبائك النيكل والماغنسيوم على تبديل لونها من الحالة الشفافة إلى الحالة العاكسة والعكس عند ضخها بفرق جهد كهربائي.[1]

شكل (٤-٢٥) يوضح سقف مصنوع من مواد بتقنية تنقية الهواء air-purifying مثل plasterboard أو acoustic panels.
المصدر: Sylvia Leydecker,pg: ١٣٨ بتصرف

٤-٢-٦-٣ مواد عازلة للمياة للأسطح – *Water Insulating for Roofs:*

وتستخدم 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.[2]

شكل (٤-٢٦) وضح "Call Center" في"die fabric" بألمانيا والأسطح جميعها مصنوعة بتقنية عزل الصوت وتنقية الهواء -air "purifying". **المصـــدر**: Sylvia Leydecker,pg: ١٣٨ بتصرف

[1] **Guinness Records Names JPL's Aerogel World's Lightest Solid** – NASA- Jet Propulsion Laboratory- 2002-5-07- Archived from original on 25 May 2009- Retrieved 25-5-2009
[2] www.namophos.com

٤-٢-٨ تقنية النانو وأنظمة الإضاءة-

Nanotechnology and lighting System:

تستهلك الإضاءة ثلث الطاقة المستخدمة في المباني و من هنا فإنه (Light Emitting Diodes LEDS) والتي تعد وحدات انبعاث الإضاءه ولا تنتج حرارة من أهم أنواع التكنولوجيا المستخدمة في ترشيد الطاقة في الإضاءة ويستخدم هذا النوع من الإضاءة في إشارات المرور واللوحات الإرشادية وقد تم استخدام هذا النوع في أحد الأسواق التجارية في إضاءة الثلاجات وتم خفض الطاقة المستخدمة بنسبة ٦٦% والطاقة التي يتم ترشيدها باستخدام هذا النوع تقدر ب(٨٢-٩٣%) من الطاقة المستخدمة في المصابيح الفلورنسية، وأثرت تقنية النانو في وحدة الإنبعاث فجعلتها خفيفة الوزن وشديدة النحافه وموفرة ومرشدة للطاقة وكذلك لا تنتج حرارة (إضاءة بدون حرارة) لتصبح وكأنها جزء من زجاج مشع ، وتم تطوير الخواص فأصبحت أكثر مرونه و يمكن طيها وثنيها على الأسطح المعمارية المختلفه التشكيل لتصبح مصدر للطاقة والإنارة وتم انتاج ورق حائط مرن ومضيء وبحجم الورق الطبيعي مع إمكانية التحكم بلون الضوء وقوته أيضاً.[١]

٤-٣ مواد معالجة الطرق و عناصر تنسيق الموقع-

Nanotechnology and Landscape Materials:

٤-٣-١ الرمل المائي *Water Sand* :

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.[٢]

٤-٣-٢ مادة النانو تيرا سويل *NTS*:

هي عبارة عن بوليمر بتكنولوجيا فائقة يتم خلطه مع البنية الأساسية للطرق ليجعلها أكثر متانه من خلال جسيمات النانو وقد تم مزج الشقوق الموجودة في الطريق مع مادة النانو تيرا سويل والأسمنت عند درجة حرارة ١٢ درجة تحت الصفر وتم استخدامها كطبقة رصف جديدة ، ومن أهم

---

[1] Rodger DC,FongAJ,Wen Let al .**Flexible Praylene multielectrode array technology for high-destiny neural stimulation** , and recording .Sense Actuators B chem.2008

[2] http://phys.org/news154013899.html#jcp

مميزات تلك المادة أن وقت انشائها قصير وخفض نسبة ثاني أكسيد الكربون ، وارتفاع مقاومة الشد عند المنعطفات وارتفاع كثافة طبقات الرصف الذي يضمن مقاومة مع قلة الأعمال الترميمية للطريق.[1]

٤-٤ بيان يوضح تأثير تقنية النانو على المواد المستخدمة في العمارة –

Diagram shows The Impact of Nanotechnology on Architecture Materials:

فيما يلي بيان بالعناصر والمواد المستخدمه في العمارة والإنشاء والتي تم تطوير خواصها باستخدام تكنولوجيا النانو لمحاولة تجنب الخواص الغير مرغوب فيها أو إضافة خصائص جديدة مطورة:

[1] www.nano-sky.com

ملخص الفصل الرابع:

لما كان من أهداف البحث دراسة تأثير تقنية النانو على تطوير المواد المستخدمة في العمارة و الإنشاء فإنه في هذا الفصل تم شرح تلك التأثيرات على العناصر المعمارية المختلفه ومنها على سبيل المثال لا للحصر:

تأثير تكنولوجيا النانو على تطوير الحديد كعنصر أساسي في إنشاء المباني الحديثة سواء الصلب (Steel) أو كمكون من مكونات الخرسانة المسلحة ، و كذلك دورها في تطوير الخرسانة والأسمنت وجعلها ذاتيا معالجة للشقوق و منقية للهواء و تحسين قدرتها على التحمل من خلال اضافة النانو سيليكا، و أيضا تم شرح إبتكار مخدات مصنعه بمواد النانو لجعل المباني مقاومة للإهتزازات الناتجة عن الزلازل و ممتصه للصدمات و منع الضجيج ، كما تم شرح بالتفصيل ومن خلال الصور الموضحة تأثيرها على عنصر الكربون و إكتشاف أنابيب النانو كربون و إمكانياتها الخارقة الواعدة لتطبيقات مذهله في عالم البناء كما تم توضيح أنواع أنابيب النانوكربون و التركيب الدقيق لها و شرح الخواص الميكانيكية و الحركية و الحرارية و الكهربية لأنابيب النانوكربون وطرق تصنيعها، و تم مناقشة تقنية ال H2ology أو تقنية تخزين الهيدروجين كتطبيق من تطبيقات أنابيب النانو كربون ، و التي تم إقتراح مجتمع بشريكامل يقوم على إنتاج الطاقة من الهيدروجين في مدينه مبنيى بالكامل من أنابيب النانوكربون.

وكما تم شرح تأثير تقنية النانو على عنصر ومادة الخشب كمادة من المواد المستخدمة في العمارة في البناء و التشطيب، و كذلك مادة الطين وإستخدام النانوطين في تطوير خواص البلاستيك بدلا من الألياف الزجاجية و ألياف الكربون كما في السابق، وتم شرح كيف وأين تم إكتشاف النانو طين، ثم تم شرح تأثير تقنية النانو على بعض المواد المستخدمة في أعمال النهو والتشطيب كالبلاستيك حيث تم طويره ليقاوم الحرارة والاشتعال وكذلك البرد ويتم إختباره بحيث يمكن استخدامه في مكونات الطائرات والصواريخ والأقمار الصناعية بدلا من الهياكل المعدنية.

وتأثير تقنية النانو على الرخام بحيث يمكن أن يحتفظ بخصائصه في درجات الحرارة العالية ومقاومتة للخدش وضوء الشمس وغيره من الخواص المتطورة، وتقنية النانو والقواطيع وتطوير المواد اللاصقه ومواد العزل والمواد المستخدمه في عناصر تنسيق الموقع.

الفصل الخامس:

تأثير تكنولوجيا النانو في تطوير الأسطح المعمارية لتحقيق الارتقاء البصري والبيئي.

- مقدمة الفصل الخامس
- تأثير تقنية النانو على أسطح واجهات المباني
  - تقنية النانو والزجاج
  - تقنية النانو والطلاءات
  - الطلاء الذكي
- تقنيات النانو المستخدمة في تطوير وظائف أسطح العناصر المعمارية
  - تقنية التنظيف الذاتي "تأثير زهرة اللوتس" (***Lotus Effect***)
  - تقنية التنظيف الذاتي "التحفيز الضوئي" (***Photocatalysis***)
  - تقنية سهولة التنظيف –(***Easy-to-clean (ETC***)
- ملخص الفصل الخامس

مقدمة الفصل الخامس:

سيتم في هذا الفصل عرض تأثير تقنية النانو في تطوير أسطح العناصر المعمارية كي يتم الأرتقاء بها من حيث الناحية البصرية والبيئية، من خلال شرح ماهو الطلاء الذكي وبعض الطلاءات المتطورة الاخرى وتقنيات تطوير الزجاج بالنانو كعنصر أساسي في تكسية الواجهات والشبابيك، وحيث أن هناك العديد من التقنيات النانوية للطلاءات والزجاج والتي قد تصلح لعدة مواد إنشائية أخرى ، و التي منها على سبيل المثال لا للحصر:

- تقنية "*Self-Cleaning*" أو التنظيف الذاتي ومنها نوعان *Lotus-Effect*، *Photocatalysis* وسيتم شرحهما.[١]
- تقنية *Easy-To-Clean* أو سهلة التنظيف و يستعمل بها الأسطح المتنافرة والجاذبة للماء دون استعمال *Lotus-Effect*.[٢]
- "*Air-Purifying*" أو تقنية تنقية الهواء وهي لا تقوم باستبدال الهواء ولكن بتحسين نوعيته.[٣]
- "*Anti-Fogging*" "ضد التضبيب أو الضباب" وهي تعني وضوح للأسطح المضببة.[٤]
- "*Thermal Insulation, Vacuum Insulation Panels VIPs*" وهي تقنية لجعل العزل الحراري بسمك أقل ما يمكن.[٥]
- "*Thermal insulation: Aerogel*" وهي تقنية تقصد عمل عزل حراري للأسطح بأعلى أداء بوجود النانوفوم *Nanofoam* المعرض للضوء و الهواء.[٦]
- *Temperature Regulation, Phase Change Materials*ويعني نظام التحكم بالحرارة عن طريق تغيير خواص و أشكال المواد و تقليل أو زيادة الحرارة و البرودة.[٧]
- "*UV Protection*"*وتعني* الشفافية الحامية الدائمة و العالية لبعض مواد البناء.[٨]
- "*Solar Protection*" وهي تقنية تجعل الزجاج يظلم آليا أو بتحويله بدون الحاجة لتيار كهربائي ثابت و هنا لا داعي لوجود الستائر.[٩]
- "*Fire Proof*" وهي تقنية تجعل أسطح المواد مضادة للحرائق بواسطة واسطة مواد خفيفه وشفافه.[١٠]

---

[1] Sylvia Leydecker**, Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design**, Berlin , 2010 , pg72- 58 بتصرف

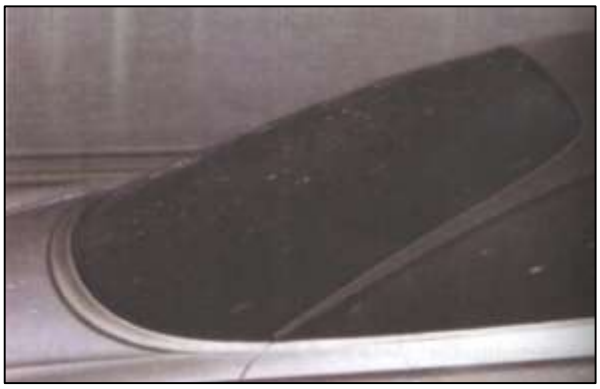
[٢] المرجع السابق، ص ٩٢ بتصرف
[٣] مرجع سبق ذكره ، ص ١٠٨ بتصرف
[٤] مرجع سبق ذكره ، ص ١١٨ بتصرف
[٥] مرجع سبق ذكره ، ص ١٢٢ بتصرف
[٦] مرجع سبق ذكره ، ص ١٢٨ بتصرف
[٧] مرجع سبق ذكره ، ص ١٣٦ بتصرف
[٨] مرجع سبق ذكره ، ص ١٤٢ بتصرف
[٩] مرجع سبق ذكره ، ص ١٤٤ بتصرف
[١٠] مرجع سبق ذكره ، ص ١٤٦ بتصرف

٥-١ تأثير تقنية النانو على أسطح واجهات المباني-

The Impact of Nanotechnology on the Façade of Buildings Elevations :

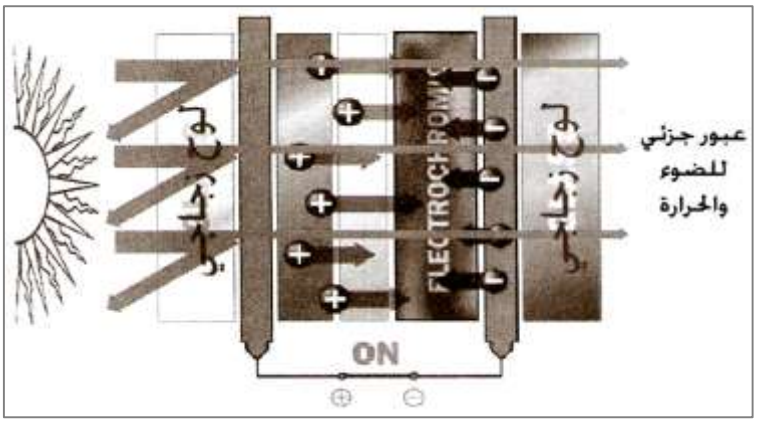
٥-١-١ تقنية النانو و الزجاج – *Nanotechnology and Glass* :

أسهمت تكنولوجيا النانو في تخليق نوع جديد من الزجاج قوي وغير قابل للكسر فصفة الهشاشة تنتج فراغات بين الذرات، وهو ما تم علاجه بتقليل الفراغات ين الذرات لتصل إلى الحد الأدنى، هذا إلى جانب إضفاء العديد من الخصائص الإيجابية للزجاج مثل:



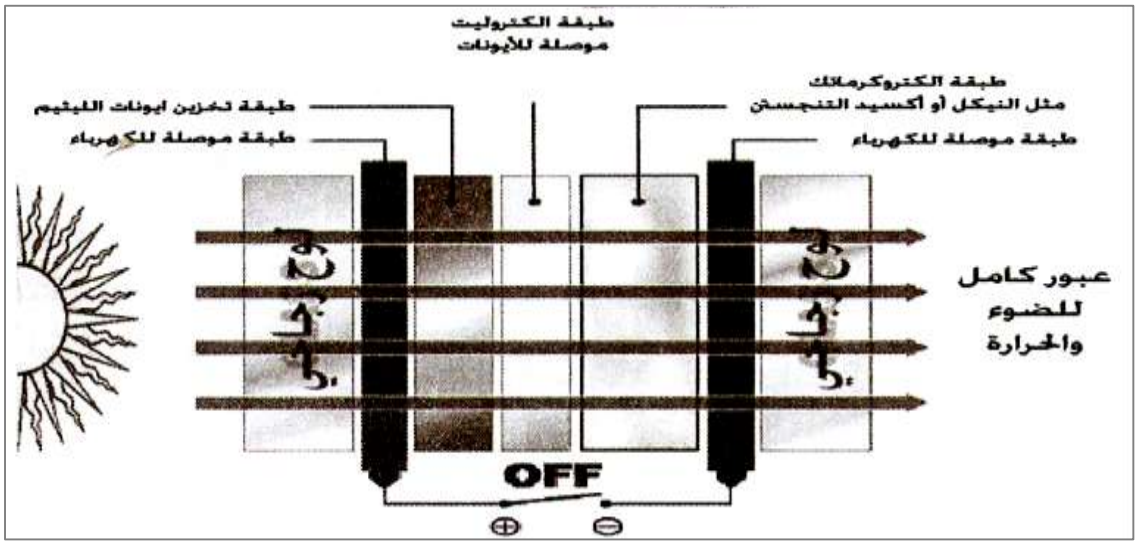
شكل (٥-١) يوضح زجاج ذاتي التنظيف مصنع بتقنية النانو للسيارة "هيدرا" *Hidra*، من انتاج شركة "فيورافانتي *Fioravanti* الايطالية، باستخدام تقنية النانوتكنولوجي. **المصدر**: موقع شركة "فيورافانتي *Fioravanti* الايطالية www.fioravanti.it

- استخدام بعض جسيمات النانو في تصنيع نوع جديد من الزجاج يعرف باسم "الزجاج النشط" حيث يمكن لجسيمات النانو هذة أن تتفاعل مع الأشعة فوق البنفسيجية وذلك بأنها "تهتز" فيساعد في إزالة الرواسب والأوساخ وجسيمات الغبار الملتصقة بسطح الزجاج كما أنها تجعل من سطح الزجاج قابلًا للماء مما يؤدي لانتشار والتصاق الماء به وبالتالي يمكنه بكل سهولة تنظيف سطح الزجاج من الأوساخ وهو ما يسمى (زجاج التنظيف الذاتي).[١]

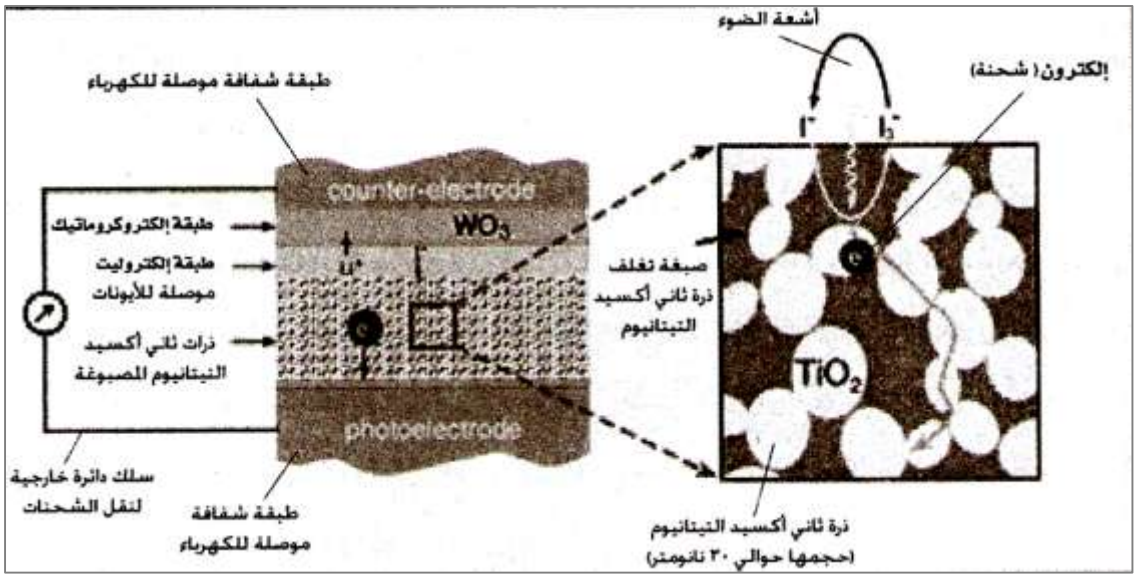


شكل (٥-٢) يوضح رسم تفصيلي لنموذج سحي زجاجي شفاف جُهز بتقنية تغيير اللون. **المصدر**: علي محمد علي عبد الله، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف**، ص:١٣٦

[١] علي محمد علي عبد الله، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف**، مكتبة الدار العربية للكتاب، القاهرة، الطبعة الأولى يناير ٢٠١٢م. ص:١٣٦



شكل (٥-٣) يوضح رسم تخطيطي لنموذج سطح زجاجي شفاف جُهز بتقنية تغيير اللون. **المصدر:** علي محمد علي عبد الله، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف**، ص:١٣٦

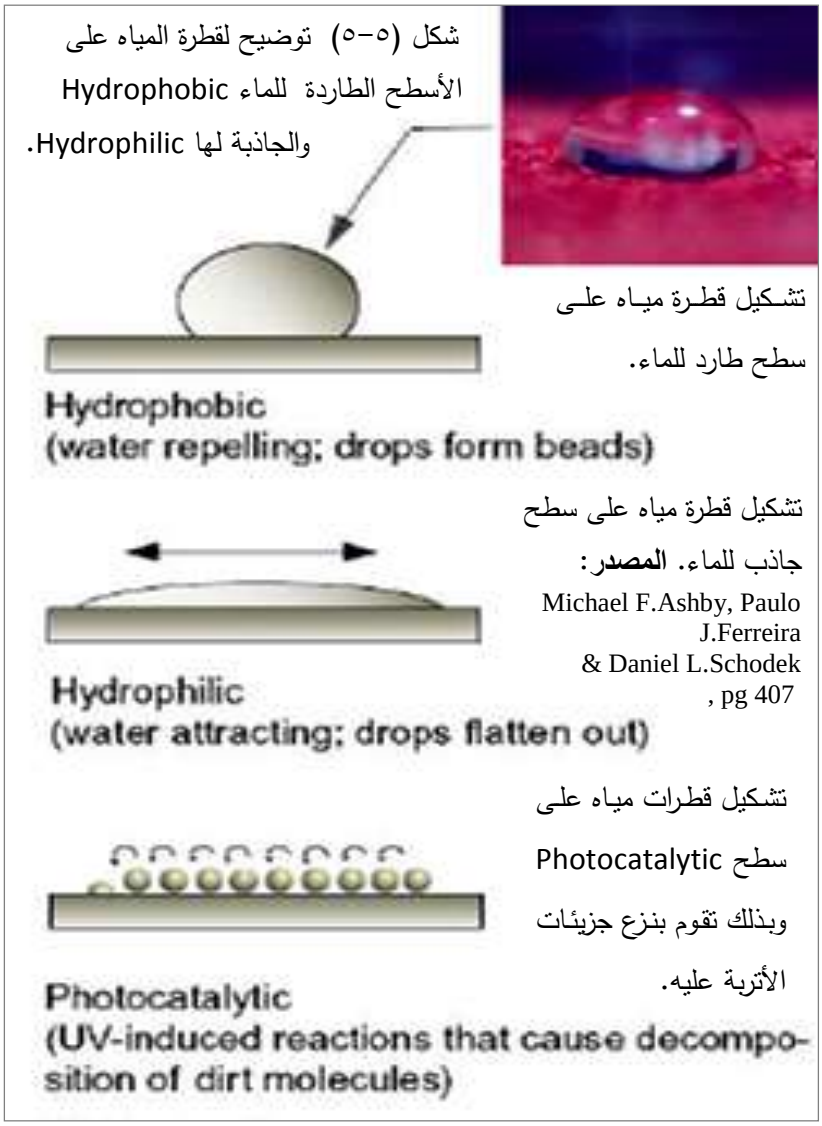


شكل (٥-٤) يوضح أجزاء جهاز تقنية تغيير اللون بالكهرباء المطور. **المصدر:** علي محمد علي عبد الله، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف**، ص:١٣٧

- كما يمكن إنتاج زجاج مقاوم للرصاص بتكلفة منخفضة وكفاءة عالية مع تقليل سمكه بل وقد يصل لمقاومة القذائف المضادة للدروع ناهيك عن الألياف الزجاجية النانوية و تطبيقاتها المتنوعة في الصناعة و البناء.[١]

[١] علي محمد علي عبد الله، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف**. ص:١٣٧

- منـــع التســـرب الحراري لأشعة الشمس عبر النوافذ مما يترتب عليه من توفير للطاقة والكهرباء، وبم أن أغلب الزجاج المستخدم يكون فـي الأسـطح الخارجيـة للمبـــاني و منـــه يـــتم إدخال الحرارة و الضوء للحيزات الداخلية ، فإن للطـلاءات الرفيعـة التـي تـم تطبيقهـا مـن خـلال تكنولوجيـا النـانو مثـل "الثرموكروماتيك" تعمـل علـــى العـــزل الحـــراري المناســـب مـــع تـــوفير الإضـاءة المناسبة، كما



شكل (٥-٥) توضيح لقطرة المياه على الأسطح الطاردة للماء Hydrophobic والجاذبة لها Hydrophilic.

تشكيل قطرة مياه على سطح طارد للماء.

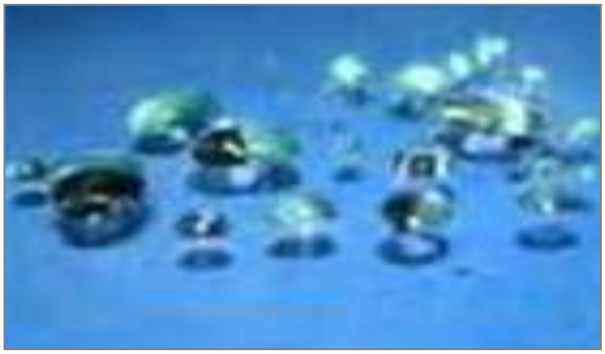
تشكيل قطرة مياه على سطح جاذب للماء. **المصدر:** Michael F.Ashby, Paulo J.Ferreira & Daniel L.Schodek , pg 407

تشكيل قطرات مياه على سطح Photocatalytic وبذلك تقوم بنزع جزيئات الأتربة عليه.

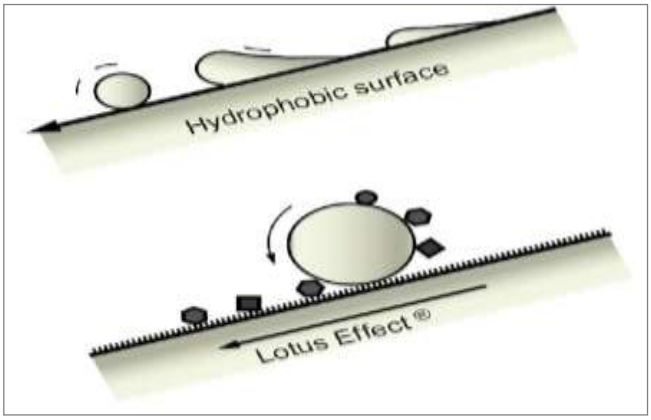
أن هنـاك تطبيـق آخـر للزجـاج وهـو بواسـطة وضـع طبقـة مـن نـانو جزيئـات أكسيد السيليكا (Sio2) بـــين ألـــواح الزجاج (كطبقة داخلية) تعمل على الحماية من الحرارة.[1]

شكل (٥-٦) يوضح أنه عند سقوط قطرة الماء على سطح طارد للماء فإن شكلها يتكور ليأخذ الاتربة من على السطح و تسقط.و في الصورة لقطة لقطرة المياه على سطح طارد للماء Hydrophobic. **المصـدر:** Michael F.Ashby, Paulo , J.Ferreira & Daniel L.Schodek pg 407

[1] Sylvia Leydecker**, Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design**, pg 60

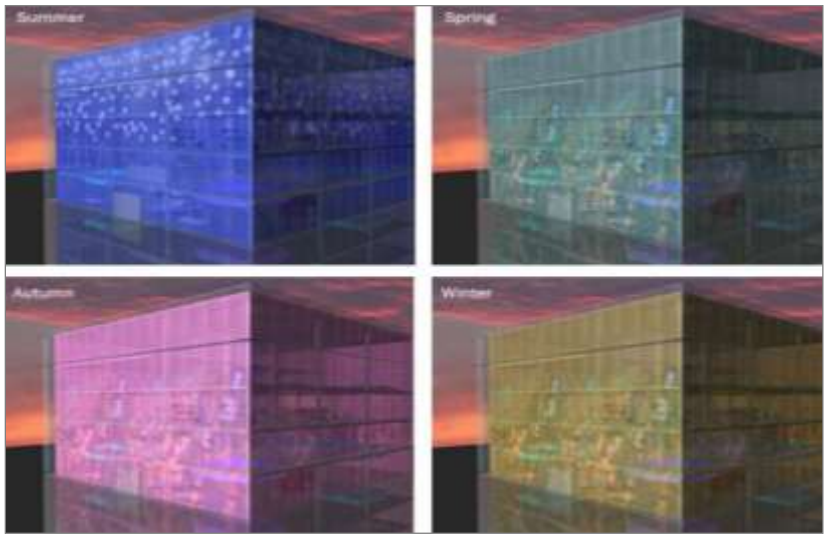


شكل (٥-٧) يوضح تكاثف الماء على الزجاج فيشكل قطرات صغيرة جدا تعيق الرؤية وعندما تجف تلك القطرات فإنها تترك بقع أو اتساخ لذا أضيفت خاصية لزجاج النانو تزيد من التوتر السطحي لقطرات الماء عند سقوطها على هذا الزجاج. **المصدر**: Dr. Nagwan Shehata, **Nano Technology's Effect in Development of Interactive interior Design, Visual Arts between Stability and Variation Conference.**



شكل (٥-٨) يوضح لقطة تصورية لسقوط قطرة السائل على سطح طارد للماء و كيفية تحول زاوية انحدار القطرة و تحولها لكرة تلتصق بها القاذورات وتأخذها معها بتقنيةLotus-Effect . **المصدر**: Michael F.Ashby, Paulo J.Ferreira & Daniel L.Schodek, Pg : 408

شكل (٥-٩) به صور توضيحية لتقنية تحول الزجاج عند تعرضه إلى كمية كبيرة من الضوء دون الحاجة إلى توصيل دائم للكهرباء وذلك بتقنية "Solar Protection" **المصدر**: Sylvia Leydecker, Pg:104

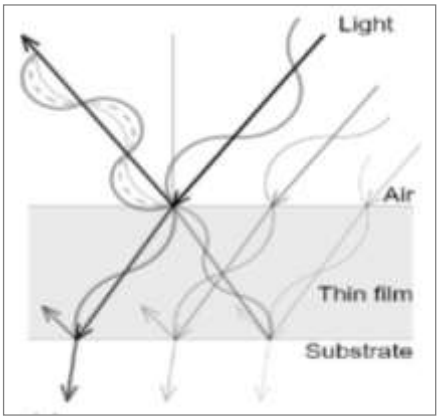


شكل(٥-١٠) يوضح تقنية التلون المتزامن مع فصول السنة والمعتمد أساسا على الأنواع المختلفة من ألوان الطيف الصادرة من الشمس. **المصدر**: Michael F.Ashby, Paulo J.Ferreira & Daniel L.Schodek,Pg 352

- يختزن قدر من الحرارة ويبعثها إلى الفراغ الداخلي في حالة انخفاض درجة الحرارة فيعمل كجهاز تدفئة لأنه يعمل حتى في الأيام الغائمة.
- عاكس لأشعة الشمس الضارة فوق البنفسجية UV ذات التأثير الضار.
- خاصية التنظيف الذاتي *Self Cleaning Glass*: بتحليل الاتساخات العضوية ومقاومة الضباب: فعندما يتكاثف الماء على سطح الزجاج ليشكل قطرات صغيرة جدا تعيق الرؤية

شكل (٥-١١) الدعائم الفولاذية للمبنى معالجة بطلاء النانو الذي يمنحها خصائص جديدة مميزة. **المصدر**: Journal of Metal. (April 1987)

وعندما تجف تلك القطرات فإنها تترك بقع أو اتساخ لذا أضيفت خاصية لزجاج النانو تزيد من التوتر السطحي لقطرات الماء عند سقوطها على هذا الزجاج (خاصية "*Hydrophobic*") فتنزلق قطرات الماء دون أن تترك أي أثر بل على العكس فإنها تزيل أي اتساخ في طريقها للإنزلاق لتترك السطح كامل الشفافية و تسمى هذه التقنية بالتنظيف الذاتي وهي متاحة اليوم في الأسواق العالمية.



شكل(٥-١٣) يوضح تقنية مرور الضوء من السطح الخارجي إلى الداخلي للحيز ونفاذ فقط طيف واحد هو الذي يكسب المبنى اللون. المصدر: Michael F.Ashby, Paulo J.Ferreira & Daniel L.Schodek,Pg:346

- مقاومة الأحماض والمركبات الكيميائية والعضوية حيث "يستخدم ثاني أكسيد التيتانيوم (*Tio2*) في شكل جزيئات النانو لطلاء الزجاج منذ أن طور ليصبح أكثر تمتعاً بخواصه التعقيمية ومقاومة التلوث، فتحفز الجزيئات على مقاومة المركبات العضوية الطائرة والأغشية البكتيرية."[١]
- كما تتم الدراسة على جعل الزجاج مقاوم للحرائق من خلال تكنولوجيا النانو.
- توفير تكاليف الصيانة ، مقاومة الاحتكاك.
- وكما يتم دراسته تقنية التحكم في تغيرات شدة الإضاءة، وكيفية تخفيض الطاقة المستخدمة في تبريد أو تدفئة المباني"

شكل (٥-١٢) صورتان توضحان تقنية الزجاج الذكي المنتج بتقنية النانو وكيفية شفافيته وعكسه للضوء عند الحاجة. المصدر: Michael F.Ashby, Paulo J.Ferreira & Daniel L.Schodek, **Nanomaterials , Nanotechnologies and design** , Pg:437

وهذا التغير الحادث في خواص مادة كالزجاج لايسمح فقط بزيادة مساحات النوافذ بل أصبح من المتاح أكثر من ذلك بكثير فقد أصبح من الممكن إقامة مبنى جميع جدرانه والأرضية والسقف من الزجاج بعدما أصبح من الممكن توظيف: حسن الأداء الحراري ، خاصية التنظيف الذاتي وتحليل الوسخ العضوي، الانتقاء النوعي الطيفي.

[١] حسين محمد جمعة ، **النانو تكنولوجي في قطاع التشييد و البناء** ، ص: ٢٤٣

٥-١-٢ تقنية النانو و الطلاءات – *Nanotechnology and Paintings* :

شكل (٥-١٤) يوضح استخدام طلاء منقي للهواء، حيث تقوم تقنية النانو بتطوير إمكانيات وخواص الطلاءات فمنها الطلاءات التي تقوم بالتنظيف الذاتي والطلاءات عازلة للصوت وغيرها. المصدر: Sylvia Leydecker**, Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design**,pg 123

اكتشف العلماء أن هناك مجموعة من الظواهر الطبيعية التي تطرأ بمضي الزمن على بعض الأسطح المطلية بالدهانات مثل التاكل والإتساخ ورائحة الرطوبة ، بل وهناك ما هو خطرا ويسبب بعض المشاكل الصحية لذا كان الاهتمام بما يسمى تطوير نظافة الأسطح أي تطوير الطلاء ليصبح ذاتي التنظيف، ولقد تمكن العلماء بالفعل من تحقيق هذة الخاصية للأسطح (الأسطح الصحية) بواسطة طلاء النانو الذي يحتوي على مبيد حيوي *"Biocide"* ذاتي التنظيف يعمل على تحليل البكتيريا والميكروبات والأوساخ والمكون الأساسي لهذا الطلاء صديق للبيئة وهو صغائر جزيئات الفضة "*Ag-Nanoparticles"* وثاني أكسيد التيتانيوم "*Tio2-Nanoparticles*" وتطوير هذا الطلاء يتيح استخدامه ليس في المسكن أو المكتب فحسب وانما في الفراغات الداخلية التي ترتبط بالرعاية الصحية كالمستشفيات والمدارس والمطاعم، مما يساعد على الحد من استعمال المبيدات البيولوجية والسامة والمنظفات الصناعية.

"كما تم عمل مادة للطلاء تظل جافة حتى لو وضعت في الماء لمدة ٤ أيام وبالتضاد مع ذلك فإنها تقوم بالتنظيف الذاتي لسطحها وهذه المادة نجحت بعد تجارب استمرت ٥ سنوات."[1]، كما تحاول تقنية النانو تطوير العديد من الخواص في مجال الطلاءات والتي منها الخواص العازلة والحماية من التآكل وذلك بإضافة ذرات وجزيئات بمقياس النانو.

ولم تتوقف جهود العلماء عند هذا الحد بل امتدت لابتكار نوع من الطلاء يتكون من مزيج من مركب من حبيبات السيراميك الكروية الدقيقة الجوفاء والتي تعمل عمل اناء الترمس

[1] Dr. Nagwan Shehata, **Nano Technology's Effect in Development of Interactive interior Design, Visual Arts Between Stability and Variation Conference**,

"*Thermos*" العازل للحرارة وهذا الطلاء يستخدم على الجدران الداخلية والخارجية على حد سواء ولكنه أكثر فاعلية على الأسطح الخارجية حيث أنه يعكس أشعة الشمس ويشتتها ، لذا فإن طلاء السيراميك يعتبر مادة فريدة لتوفير الطاقة الحرارية حيث أنها ذات تأثير مزدوج فهي تعكس وتشتت الحرارة بطلائها على الحوائط الخارجية وتحتفظ بحرارة الفراغ الداخلي في ذات الوقت عند طلاء الأسطح الداخلية بها.

ولقد ذهب العلماء في الولايات المتحدة الأمريكية إلى أبعد من ذلك حيث ابتكروا نوع من الطلاء باستخدام "النانوتكنولوجي" يعمل على اخفاء الأسطح التي تطلي به عن أجهزة الرادار فلا تستطيع رصدها وشرعت في استخدام تلك التقنية بالفعل في طلاء بعض المركبات في الجيش الأمريكي لحمايتها والعمل على اخفائها.[١]

أمكن باستخدام تقنية النانو التحكم في جزيئات الدهانات أو بمعنى أدق استطاعوا أن يتحكموا في الشكل الهندسي لجزيء الدهان بشكل يعكس و يشتت حرارة الشمس عند سقوطها على الأسطح المدهونه، وفي عكس حرارة الشمس بنسبه تزيدعن ٨٥% من الدهانات الأخرى، فيعمل الدهان على تكوين طبقة ذات مواصفات مصممه ومطورة بتكنولوجيا النانو تتكون من بلورات وجزيئات بالغة في الدقه كروية الشكل بدون فراغات مرتبه بشكل هندسي دقيق تعمل على تشتيت وعكس أشعة الشمس وحرارتها عن السطح المدهون، وبالتالي تنخفض درجة الحرارة الداخلية للسطح المدهون عن الدرجة الطبيعية بفارق يزيد عن ٢٠ درجة مئوية.[٢]

تتمتع الأصباغ و الدهانات المطورة بتقنية النانو بعدة مميزات من حيث مقاومة الخدش، وأول هذ المميزات قدرة دهانات النانو على مقاومة التآكل و التحلل و تكوُّن الحشف عليها،حيث تم تطوير هذة الدهانات للعمل كدهانات أيضًا للسفن و المراكب البحرية ، فمن المعلوم أن الدهانات التي تتعرض بشكل دائم لمياالبحار المالح تفتقد جودتها وخواصها بعد مد زمنية ليسة بالطويلة، مما يعني مصاريف صيانة إضافية، كما تتميز بثباتها لمد زمني كبير تفوق بكثير مدة ثبات الدهانات التقليدية، وتقنية النانو في إنتاج "طلاء النانو" لوسائل النقل المختلفة تتميز بصعوبة إلصاق أي دهانات أخرى عليها مثل رشها أو استخدام أقلام الرسم والتحديد، كما يصعب

---

[١] صفات سلامة ، تقديم العالم البروفيسور منير نايفه ، **النانوتكنولوجي عالم صغير ومستقبل كبير (مقدمه في فهم علم النانوتكنولوجي)** ، ص:١٧١

[٢] (www.maed_kougyou.com)

الالتصاق عليها مما يقدم حلًا ناجحًا لظاهرة الرسم على الجدران، وذلك إذا ما استخدم طلاء النانو لطلاء الجدران واللوحات المعرضة لهذة الظاهرة غير الحضارية، والتي تكلف بعض المدن وخاصة المدن الكبيرة ملايين الدولارات لمعالجتها وحل مشكلاتها.[١]

وكما انه استخدمت تقنية النانو في تحسين خواص الدهانات والأصباغ المستعملة في صناعة السيارات وتم تصنيع ما يعرف باسم "الطلاء المقاوم للخدش" حيث تميزت هذة الأصباغ بمقاومتها العالية للخدش والتفشر أثناء الاحتكاكات ، حيث تعطي هذة الأصباغ المطورة حلًا متميزًا لهذة المشكلة الكبيرة التي تواجهها هذة الصناعة باستخدام جسيمات النانو ذات الشفافية وصلابتها العالية ، والدهانات الجديدة للحوائط المضادة لحرارة الشمس والرطوبة والأملاح التي تم إنتاجها باستخدام النانوتكنولوجي بدأت تغزو أسواق الدول العربية ودول الشرق الأوسط عن طريق العديد من الشركات اليابانية والكورية وبعض الدول الأوروبية.[٢]

٥-١-٢-١ الطلاء الذكي– *Smart Paint* :

من المعروف أن الطلاءات تستخدم عادةً لأغراض الوقاية و التزيين والديكور ويكفي دهن طبقة رقيقة منه على السطح المعني لتأمين الحماية والجمال له ، ويصبح الطلاء ذكيًا وسصاحب مهمة وظيفية ديناميكية عندما يمتلك قدرات استشعار وكشف ، وقد ظهرت في الأعوام القليلة الماضية عدة أنواع من حساسات بهيئة طلاء ذكي باستطاعتها الكشف عن المواد الكيميائية وملاحظ الاهتزازات وإدراك الضجيج و مراقبة الحال الصحية للعديد من التطبيقات.

وتشترك الطلاءات الذكية في منشأ التكوين المبنى على تركيب مزيج من المواد التي من بينها جسيمات موصلة للكهرباء وعجينة ربط عديمة التوصيل وتتضامن هذ التوليفة لتأسيس خواص كهربائية حساسة للمتغيرات الكيميائية والفيزيائية ، وفي الطلاءات المستخدمة لاستكشاف المواد الكيميائية تمزج مواء الطلاء بأنسجة بوليمرات التي تتمدد بدورها عند تعرضها للأبخر الكيميائية، وبذلك تباعد المسافة بين الجسيمات الموصلة للكهرباء للطلاء التي يمكن قياسها وربطها بنوع المادة الكيميائية.

ويتكون الحساس الطلائي الذكي الذي يقوم بمراقبة الإهتزازات والضوضاء من حبيبات نانومترية متكتلة من مادة الكربون الأسود الموصلة للكهرباء وحبيبات لمادة قابل للإنضغاط

---

[١] علي محمد علي عبد الله ، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف**، ص ٩٣
[٢] المرجع السابق ص٩٤

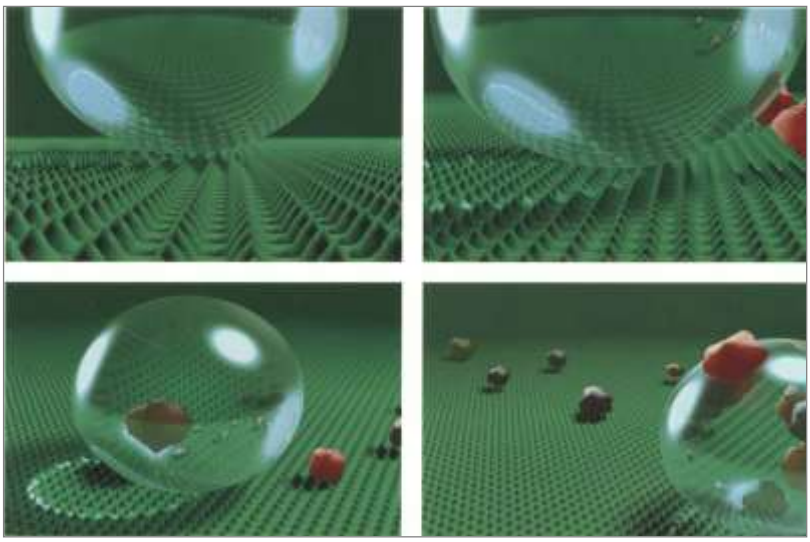
كهربائيًا وعجينه ربط بوليمرية ويحتوي أيضًا على دائرة كهربائية يمكن تسخيرها في قياس التغيرات التي تحصل في فرق الجهد والتيار المار عبر الحساس فعند تعرضه للإهتزازات أو الضجيج يعتري منطقة الطلاء تشوهات ديناميكية على هيئة استطالة وانكماش وكنتيجة طبيعية لذلك فإن هذة التشوهات تعمل على تباعد و تقارب المسافة بين تكتلات الكربون وحدوث تغير في مقاوم الحساس الكهربائية وينعكس ذلك على التيار الجاري وفرق الجهد المتولد في مقاومة القياس التي تتناسب مباشرة مع الإهتزازات والضوضاء ولابد من توضيح أن وجود حبيبات المادة قابلة للإنضغاط كهربائيًا في خليط الحساس فيكون لتيسير القياس الديناميكي للذبذبات.[1]

٥-٢ بعض تقنيات النانو المستخدمة في تطوير وظائف أسطح العناصر المعمارية

Types of Nanotechnology for Developing The Functions of Architecture Facades Elements:

٥-٢-١ تقنية التنظيف الذاتي "تأثير زهرة اللوتس"

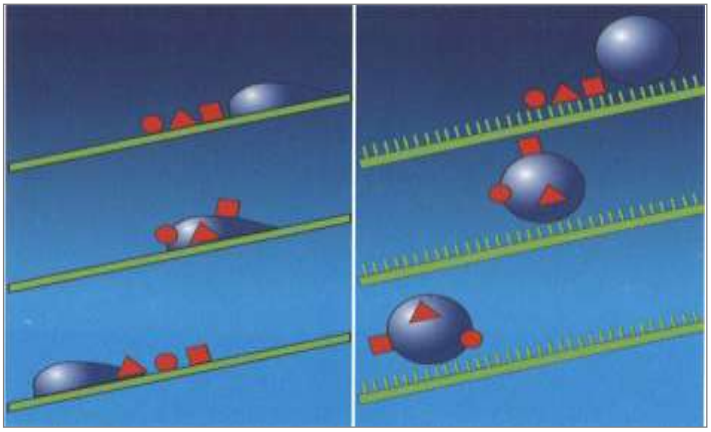
- Self-Cleaning-Lotus-Effect :



شكل (٥-١٥) يوضح شرح فكرة عمل *"Lotus-Effect- Self-Cleaning"*، والتي توضح أن السطح يحتوي على مجسمات دقيقة بمقياس النانو هي التي تحمل قطرات المياه التي بدورها تأخذ الأتربة معها وتسقط.
المصدر: Sylvia Leydecker, **Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design**,pg: 61 بتصرف

"تقنية *Self-Cleaning* أو التنظيف الذاتي هي إحدى تقنيات النانو في تطوير أسطح العناصر المعمارية و لها أكثر من طريقة منها *Lotus-Effect* أو تأثير زهرة اللوتس، وهي تقنية قد تستعمل في الزجاج والطلاءات، وهي تقنيات تبدو متشابهه ولكن لكل واحدة منها أسلوبها في تحقيق الغرض فمثلا *Self- Photocatalysis*

[1] علي محمد علي عبد الله ، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف**، ص ٤٠،٤١



شكل (٥-١٦) يشرح بوضوح الفرق بين الأسطح الملساء العادية وأسطح ورقة نبات اللوتس. **المصدر**: Sylvia Leydecker, **Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design**,pg: 63 بتصرف

cleaning. فهي تستعمل الأسطح الجاذبة للماء *"Hydrophilic"* بحيث ينساب على السطح الماء فيأخذ الأتربة الطبيعية أو العضوية وينزلق.

"أما تقنية *Self-Cleaning - Lotus-Effect*فتستخدم فيها الأسطح الطاردة للماء "*Hydrophobic*"، وتسمية Lotus-Effect تعتبر من أفضل المعاني المعروفة لتصميم الأسطح بهذه التقنية ، وفي بلدان كثيرة مثل اليابان فيعتبر مسمى *Photocatalysis* هو المصطلح البديل المتعارف عليه، و لقد جاء هذا المصطلح من طريقة تجميع قطرات الماء على أسطح أوراق نبات اللوتس بحيث تنظفها." [١]

شكل (٥-١٧) يوضح ورقة نبات اللوتس وتقنية تنظيفها الذاتي الطبيعية المذهلة.**المصدر**: Sylvia Leydecker**, Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design**,pg: 63 بتصرف

ولقد ظهر هذا المعنى بالسبعينات من القرن الماضي على يد العالم النباتي *Wilhelm Barthlott* الباحث بجامعة *Heidelberg* الألمانية ، ووجد العالم أنه لم يختص فقط نبات اللوتس الشرقي بهذه الخاصية ولكن كان أيضا زهرة السلبوت الأوروبية *European Nasturtium* ونبات الكاباج الأمريكي *American Cabbage* ونبات *Myrtle Spurge* من جنوب أفريقيا لهم نفس التقنية في تنظيف الأوراق النباتية. [١]

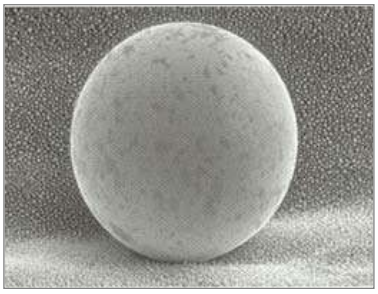
[1] Sylvia Leydecker**, Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design**,pg 62 بتصرف

وجاءت الفكرة بأنه عندما تتساقط قطرات الماء على أسطح أوراق النبات فتقوم بتنظيفه دون أن يتبلل، و من هنا جاء تأثير نبات اللوتس في ظهور مسمي التنظيف الذاتي *Self-Lotus-Effect – Cleaning* ، و لعل ما كانت تقوم به قطرات الماء في تنظيف أوراق النبات ما هي إلا تقنية إنشاء وصناعة بالغة الدقة لأسطح ورق النبات نفسه، والتي كانت قليلة القابلية للتبلل ، ولأن هذه الأسطح خشنة وقوية هي التي جعلت حبيبات المياه تسقط عليها وتأخذ ذرات التراب التي كانت عليها وتتساقط وبهذا كانت نتيجة التنظيف الذاتي ممتازة فهي تأخذ أقل قازورة على الورقة وتسقط.[٢]

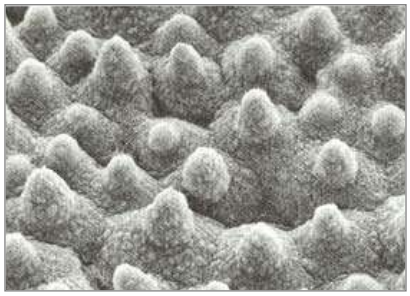
ولو استخدم سائل تنظيف اخر غير الماء مثل الشامبو أو أي من سوائل التنظيف لكانت الأوراق دمرت تماماً بفعل الترطيب أو التبلل العالي أو امتصاص الأوراق للمواد الذي يحملها هذا السائل أو علقت الأتربة وبعض الشوائب مع قطرات السائل بين البثور والنتوءات المتناهية الصغر والتي تحمل قطرات السائل ولتدمرت الأوراق تماماً.

ولعمل هذه التقنية في الأسطح المعمارية فذلك لا بوضع آلات ميكانيكية صغيرة على الأسطح تقوم بالتنظيف الآلي ، ولكن ليكون ذلك من تكوين وتصميم السطح نفسه ، وذلك بعمل نتوءات بمقياس النانو على السطح لتحمل قطرات المياه المتساقطة. [٣]

شكل (٥-١٨) يوضح لقطة بالميكروسكوب لتشكيل قطرة المياه حين سقوطها على سطح مليء بالتعرجات.**المصدر**: Sylvia Leydecker, pg: 63 بتصرف

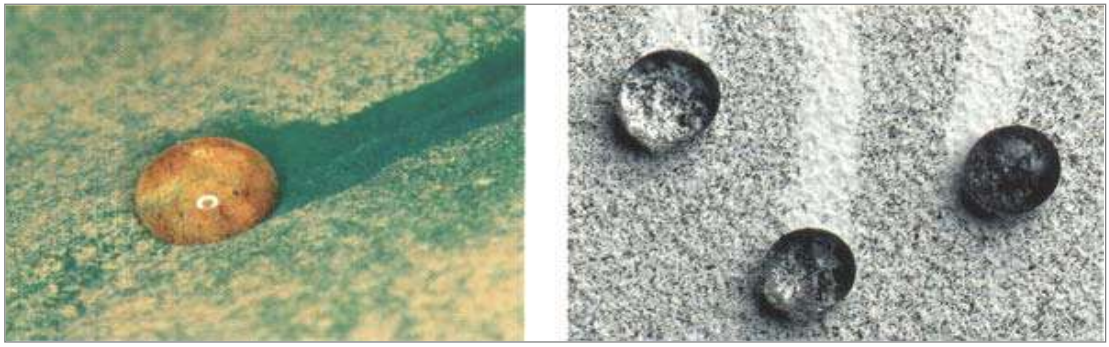


شكل (٥-١٩) لقطة بالميكروسكوب لتشكيل قطرة المياه حين سقوطها على سطح ورقة نبات مليء بالتعرجات ليتم تنظيفه من الإتساخات. **المصدر**: Leydecker, Sylvia pg: 63 بتصرف



شكل (٥-٢٠) يوضح أن سطح ورقة نبات اللوتس تحتوي على نتوءات ارتفاعها ما بين ٥-١٠ ميكروميتر، مغطاة ببروزات شمعية بأسلوب إنشائي دقيق بمقياس النانو. **المصدر**: Sylvia Leydecker, pg:59 بتصرف

[١] المرجع السابق بتصرف
[٢] المرجع السابق بتصرف
[٣] المرجع السابق بتصرف



شكل (٥-٢١) لقطات بالميكروسكوب توضح قطرات المياه و هي تنظف السطح المتعرج لورقة نبات اللوتس. المصدر: **المصدر**: Sylvia Leydecker, pg: 63 بتصرف

إن الأسطح التي تمت بالفعل صناعتها بهذه التقنية *Lotus-Effect - Self-Cleaning* فمن عيوبها أنها لا تعالج نفسها ولكنها فقط للتنظيف الذاتي، وهذه الأسطح الصناعية لا تدوم إلى الأبد، وبعد فترة تقل تفاعلها مع الماء من حيث تقنية التنظيف بل وقد تتوقف تماما، كما أن تقنية التنظيف الذاتي تكون مناسبة أكثر للأسطح المعرضة بانتظام إلى كميات كافية من المياه أو الأمطار لكي تقوم بعمل التنظيف المثالي للأسطح، فإنها إذا كانت تتعرض لكميات قليلة من المياه فذلك قد يجعل المجاري التي تسلكها قطرات المياه متسخة أكثر وهو ما يكسب الأسطح مظهرا أكثر اتساخاً، وفي حالة عدم تعرض الأسطح للمياه تماما فذلك قد يجعل الأسطح قليلة الحساسية للتنظيف نتيجة تراكم الأتربة والإتساخات عليها. [١]

ولقد اعتبر عالم النبات *Wilhelm Barthlott* من معهد *Nees* بجامعة *Bonn* بألمانيا هو صاحب ومالك فكرة وماركة "*Lotus-Effect*" منذ عام ١٩٩٧ وإلى أبريل عام ٢٠٠٦، ثم بالمشاركة مع ITV المعهد الألماني لبحوث الألياف والمنسوجات والموجود في *Denkendorf* تم عمل شهادة لفكرة مشروع أنسجة التنظيف الذاتي والتي تعتبر اكتشاف نادر.

إن التصميم المتاح في الحاضر لهذه الأسطح لا تقاوم بشدة الاستعمال الآلي معها ولا يصلح غسيل هذه الأنسجة بماكينات الغسيل فهذا يفقدها تقنيتها، وكذلك هي لا تصلح للأرضيات، و كما يجب تجنب غسيلها بواسطة آلات الكشط أو الحك ، و في كل الأحوال فإن تقنية التنظيف الذاتي تصلح لمدة لا تزيد عن ٥ أعوام من تاريخ الطلاء أو الاستعمال. [٢]

---

[1] Sylvia Leydecker**, Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design**,pg 59 بتصرف

[٢] المرجع السابق بتصرف

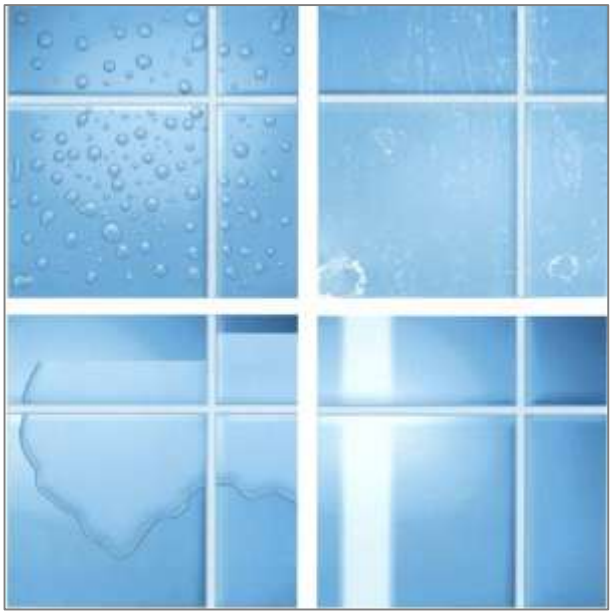
٥-٢-٢ تقنية التنظيف الذاتي "التحفيز الضوئي"-*Self Clean- Photocatalysis*:

وتتلخص في الآتي :

- الأسطح الرطبة أو الجاذبة للماء - *Hydrophilic surfaces.*
- الأتربة اللاصقة تنفصل عن السطح - *Deposited dirt is broken down and lies loose on the surface.*
- غسل الأتربة التي على السطح بسيل من المياة - *A water film washes dirt away.*
- يتطلب تواجد أشعة الشمس و المياه - *UV light and water are required.*
- تقلل من متطلبات الصيانه - *Reduces maintenance requirement.*

شكل (٥-٢٢) يوضح أنه عند تعرض الزجاج الخارجي للمبنى لأشعة الشمس و الهواء و مياة الأمطار فإن تقنية التنظيف الذاتي ب *photocatalysis* تعمل بكفاءة عالية. المصدر: Sylvia Leydecker, **Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design**,pg 74 بتصرف

تعتبر هذة التقنية هي الأكثر استخداما في مجال الإنشاءات والمباني بقيادة اليابان في هذا المجال، وقد استُخدمت في العديد من المباني حول العالم ، وما دعى لاستخدامها كان لتقليل الاتساخ على واجهات المباني، ولكن يجب الانتباه انه لا تعني تقنية "التنظيف الذاتي" أن الأسطح لا يجب أن يتم تنظيفها مطلقًا ولكن الفترات الفاصل بين دورات التنظيف ممكن أن تمتد بشكل ملحوظ وهي حقيقة لها أهمية من خلال إدارة المرافق والصيانه، فإنه عند استخدام منظفات أقل قد يؤدى إلى تلوث أقل للبيئة و كذلك عند تقليل مرات التنظيف فإنه تقل تكاليف العمالة المستخدمة ويقل المجهود ، حيث أن الإتساخات كلما قلت وقل تماسكها بالجدران كانت سهلة الازالة.



شكل (٥-٢٣) يوضح حالتين من البلاط:
فوق: فعندما تسقط قطرات المياة على السطح الجاذب للماء *hydrophilic* فإنها تجف تاركة آثارًا مع الاتساخات الموجودة.
تحت : فإنه عند استخدام طلاء تقنية التنظيف الذاتي *photocatalysis* فإن قطرات الماء تتجمع و تسيل على السطح لتأخذ معها الاتساخات و يصبح السطح نظيفًا. **المصدر**: Sylvia Leydecker**, Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design**,pg 74 بتصرف

وتعتبر تقنية التنظيف الذاتي "التحفيز الضوئي" هي لصيانة خالية المتاعب ومنخفضة التكاليف، و بها أيضًا فإن نقل الضوء من خلال الزجاج المستخدم في كسوة المبنى الخارجية قد تحسن، فبإزالة الأتربة و الأوساخ من على سطح الزجاج تحسنت الرؤية وزاد نقل الضوء الداخل للحيز الداخلي، وبالتالي تقل تكاليف استهلاك الطاقة المستخدمة في الإضاءة.

لكي تعمل هذة التقنية يجب تواجد أشعة الشمس النهارية الطبيعية المعدل لها القدرة على تفعيل التقنية والأكسجين والهواء الرطب، وبالنسبه للأوساخ العضوية التي قد تتواجد على الأسطح فمنذ إكتشاف ثاني أكسيد التيتانيوم Ti02 عام ١٩٠٨م وهو يستخدم كعامل حفاز لإذابة تلك العضويات ، وباستخدام البعد النانوي من هذة المادة فإنه يجعلها شديدة التفاعل وتكون عملية التحلل سريعة دون تدخل و تأثيرها يكون دائم و فعال.[1]

وقد إكتُشفت هذة التقنية "تقنية التنظيف الذاتي – *photocatalysis*" في اليابان عام ١٩٦٧م، حيث إكتشف *Akira Fujishima* بالإشتراك مع أستاذه خاصية الفوتوكاتاليستس أو *photocatalysis* لثاني أكسيد التيتانيوم في جامعة طوكيو و قد نُشر تقرير عن هذة الظاهرة بعنوان "تأثير هوندا فوجيشيما" أو "*Honda–Fujishima Effect*" و كان أول منزل إستُخدمت فيه تقنية التنظيف الذاتي هو منزل فوجيشيما نفسه، وفي عام ١٩٩٤م تم إطلاق بنجاح البلاط

[1] Sylvia Leydecker**, Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design**,pg 74 بتصرف

الياباني المطلي بهذا الطلاء في السوق اليابانية ثم في بلدان أخر بموجب تراخيص متخصصه ، وبالتعاون مع جامعة ركاست بطوكيو و كازوهيتو هاشيموتو و توشيو واتانابي *The RCAST University in Tokyo, Kazuhito Hashimoto and Toshiyo Watanabe* يتم عمل الأبحاث على هذة التقنية التي من ضمنها طريقة عملها في الضوء المرئي.[١]

شكل (٥-٢٤) يوضح طلاء مبني بثاني أكسيد التيتانيوم و PVC باللون الأبيض و وضعة كإختبار تحت تأثير العوامل الجوية، و الإختلاف ما بين الصورتين واضح فإنه بعد ٥ شهور يبدو الطلاء أبيض ناصح و بدون استخدامه يكون رمادي متسخ. **المصدر:** Sylvia Leydecker**, Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design**,pg 74 بتصرف

شكل (٥-٢٥) يوضح تكسية أسطح طُرحت في الأسواق لها خاصية التنظيف الذاتي"*photocatalysis*" ولها عدة ألوان. **المصدر:** Sylvia Leydecker**, Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design**,pg 74 بتصرف

[١] المرجع السابق بتصرف

إن أفضل الأسطح التي قد تعمل عليها هذة التقنية بفاعلية و كفاءة عالية هي الأسطح الخارجية أكثر من الداخلية وهذا مرتبط بأشعة الشمس الفوق بنفسجية، وبالمقارنة مع تقنية التنظيف الذاتي "تأثير زهرة اللوتس" فإن تقنية التنظيف الذاتي "*photocatalysis*" يستخدم فيها طلاء شفاف ويمكن استخدامة على ألواح الزجاج المستخدمة في الواجهات وأيضًا السيراميك، ومن المهم أثناء مراحل تصميم المبنى أن يهتم المعماري بتوجيه الواجهات التي ستستخدام فيها هذة التقنية والا يتم حمايتها من لمياة الأمطار او الندى، ومن الضروري ألا تستخدم الزيوت التي لا تتفق مع هذا الطلاء المعالج للزجاج.

إن هذا النوع من الطلاءات لا يمكن تحديثه ومع ذلك فإن هذا لا يحد من استخدامها في المباني الكبيرة ولكنها قد تكون مناسبة في المشاتل والحدائق الزجاجية، وكما يمكن أن تستخدم على الخرسانة وبعض المواد التى تستخدم في تكسية واجهات المباني.

ويمكن أيضًا أن تستخدم تقنية "*photocatalysis* " في الحماية من أشعة الشمس ، وقد انتشر هذا النوع في الأسواق اليابانية بشكل ملحوظ حيث المزيد من الأبحاث التي تعمل عليه وعلى تطويره، وقد استخدم بشكل ملحوظ في بعض التطبيقات كما في الشبابيك وحتى في المكانس الكهربائية وغيرها، كما يمكن استخدامها في تنقية الهواء وتنقية المياة.[١]

وفي عام ٢٠٠٥ تم عمل نموذج تجريبي في اليابان بمنطقة ناجاكوت ، مجهزة بطلاء "*photocatalysis*" وقد نَفذ على القماش والحديد ونوافذ جناح المعرض التجاري (*Expo, Aichi, Nagakute area*) وتم تعريضه لتدفق مستمر من المياة لإثبات مدى فاعليته.

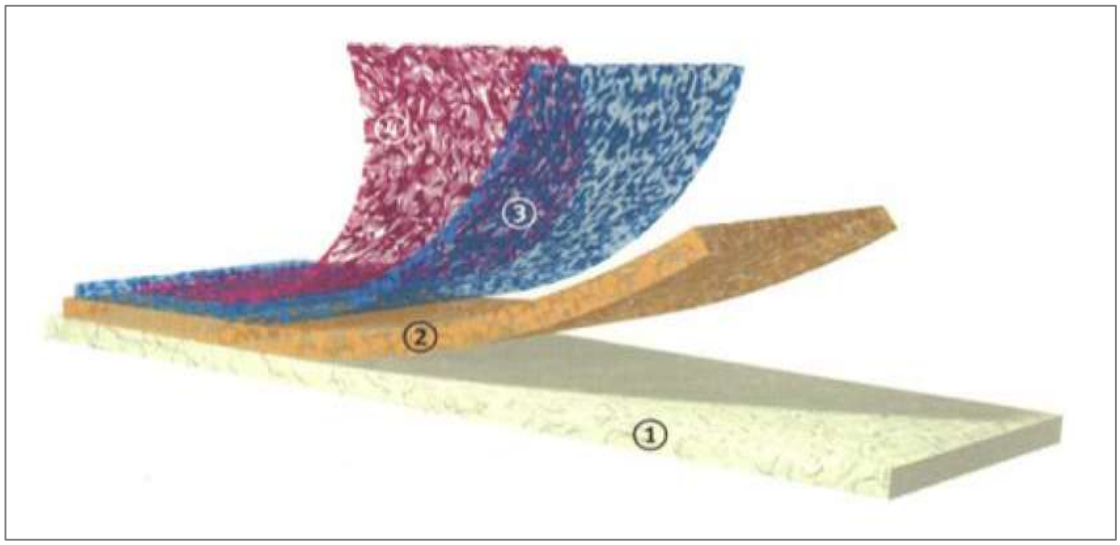
ونظرًا لخاصية السطح الجاذب للماء فإنه عند تعرض سطح النافذة الزجاجي للماء فإنه يشكل طبقة رقيقة ثم يتبخر بسرعة وبالتالي يسحب الحرارة من الزجاج و بالتبعية يقلل درجة حرارة في الحيز الداخلي للأماكن المغلقة وهو ما يتنج إنخفاض الطاقة المستهلكة بين ١٠% و٢٠ % بالمقارنه مع تكييفات الهواء التقليدية، وفي اليابان للحصول على تلك النسبة من خفض درجة الحرارة وبالتالي خفض استهلاك الطاقة يقوم الناس برش الماء على الأرض ، وفي هذة الحالة تمثل تكنولوجيا النانو مع هذة التقنيات التقليدية نموذج التعايش المثالي بين التقليدية والعمارة عالية التقنية. [٢]

---

[1] Sylvia Leydecker**, Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design**,pg 74,75بتصرف

[٢] المرجع السابق

٥-٢-٣ تقنية سهولة التنظيف – *Easy-to-clean (ETC) :*



شكل (٥-٢٦) يوضح قطعة من الرخام عليها طلاء ETC وهي مقاومة للحريق ولها نفاذية للبخار وسطحها طارد للماء وسهلة التنظيف ويتكون المنتج من أربع طبقات:

١- طبقة مدعمة من البوليمر المرن–*a flexible polymer matting as backing*

٢- طبقة سيراميك ملونة–*coloured ceramic material is applied*

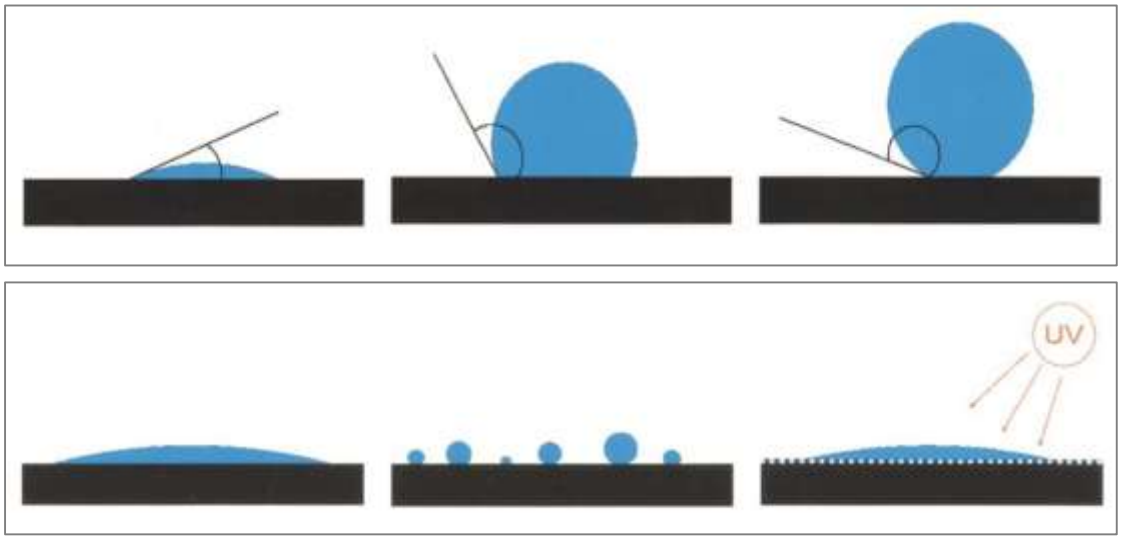
٣- طبقة اختيارية للون أو غيره–*optional printing*

٤- *ceramised top coat*

المصدر: Sylvia Leydecker**, Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design**,pg 92 بتصرف

إن الأسطح سهلة التنظيف هي أسطح مضادة للماء ، أسطح ناعمة ، طاقتها منخفضة مما يؤدي إلى انخفاء الالتصاق بالسطح وهذا ما يجعلها أسطح صادّه أو مضادة للماء فيشكل الماء قطرات على الفور ثم تهرب سريعًا وهي مضادة للزيوت والمنتجات النفطية ، وهذا ما يجعلها مناسبة لدورات المياة ، والفرق بين تقنية سهلة التنظيف وتقنية التنظيف الذاتي *photocatalysis* هي أن الأولى لا تحتاج إلى ضوء الشمس والأشعة فوق البنفسيجية لكي تعمل ، ولا ينبغي الخلط بينها و بين طريقة عمل التفلون (*PTFE*) حيث أنه ذو خصائص متعددة الإتجاهات فهو له خاصية التلوين في الظلام مع أنها أسطح شفافة، أما عن سهلة التنظيف فيشكل الماء قطرات على السطح ليغسل الإتساخات ومن الممكن استعمالها على الاسطح خارج المبنى ولكنها قد تعمل بكفاءة على المنتجات الخزفية والزجاج في الحمامات وأسطح القواطيع الفاصلة في الحمامات والخشب والمعدن والخرسانة والجلود والمنسوجات وبصفة عامة فإن هذة التقنية هي أسطح أقل

عرضة للإتساخ فهي طاردة للإتساخات والفائدة هي سهولة التنظيف وتوفير الوقت وتكاليف الصيانة. [1]



شكل (٥-٢٩) يوضح زاوية إلتقاء سطح قطرة الماء على السطح المستخدم والتي تظهر تدرج مدى طرد السطح للماء و الزاوية هي الدليل على مدي قابلية السطح للرطوبةأو طرده للماء وإختلاف مدى وجود التوتر السطحي لقطرة الماء على السطح الصلب مع وجود الهواء. **المصدر** : Sylvia Leydecker, **Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design** ,pg 94 بتصرف

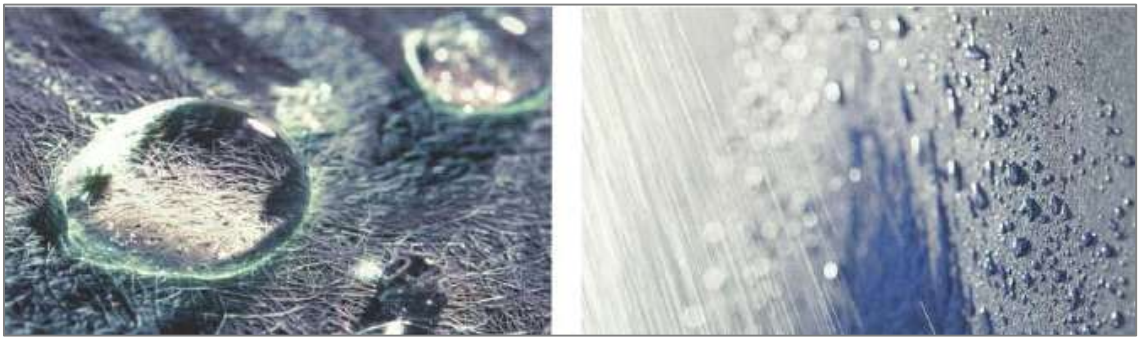
ومن عيوب هذة الأسطح"*ETC*" :

- إن قطرات الماء تشكل شكل كروي لها أصغر مساحة سطح بالنسبة لكافة الأحجام الأخرى.
- أن فترات التجفيف قد تكون طويلة وهو ما يجب الأخذ به في الإعتبار عند تطبيقها في مناطق معينة .
- إن قطرات المياة إذا تركت على الأسطح سهلة التنظيف فإنها تجف لتترك آثارا على السطح مع أنها سهلة التنظيف و من الممكن إزالتها بكمية صغيرة من المياة، و لذلك فمن الضروري ان يؤخذ في الاعتبار أين ستستخدم هذة التقنية.
- وكقاعدة عامة فإنه يجب جعل السطح مائل كي يسهل انزلاق قطرات الماء آخذة معها الاتساخات وتسقط ، وكما يجب تجنب استخدام المنظفات وألا يتم التنظيف بقوة أو بالقماش الخشن لأن هذة سوف يدمر طبقة الطلاء *ETC* أو بجعل السطح مقاوم للخدش وهذا لضمان

[1] Sylvia Leydecker, **Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design**,pg 194 بتصرف

طول عمر المنتج و إلا سيحتاج للتجديد كل بضعة أشهر، ولضمان الاستدامة فإنه ينبغي أن يجدد باستمرار بالأخص في مجال العمارة و الديكورات. [1]

شكل (٥-٢٧) يوضح مقارنة بين يسارًا : سطح غير مطلي بطلاء *ETC* ، يمينًا : سطح مطلي ب طلاء *ETC* ، تعتبر طبقة *ETC* السيراميكية شبيهة بورق الحائط و هي تصمد أمام استخدام المياة و لذلك فإنها قد تكون صالحة للإستخدام الأمثل في دورات المياة *shower cubicle* وذلك لتقنيتها العالية في طرد المياة .
المصدر: Sylvia Leydecker**, Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design** ,pg 94 بتصرف

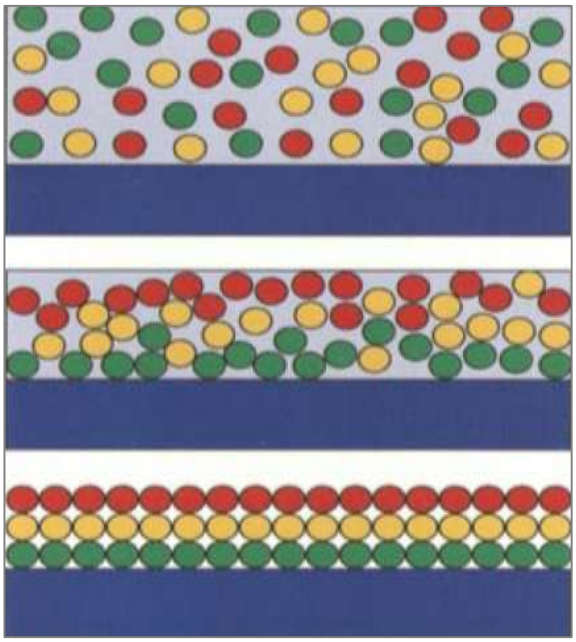


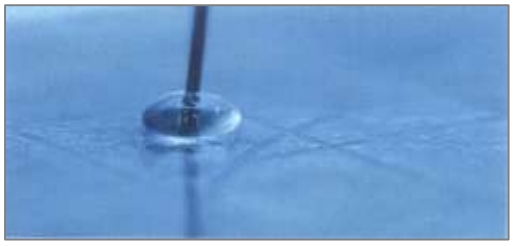
شكل (٥-٢٨) يوضح مقارنة بين أسطح متباينة في خصائصها من حيث الرطوبة و قابليتها للماء.

- **يسار** : يوضح شكل قطرة المياة على سطح تقليدي.
- **وسط** : التشكيل الدائري لقطرات الماء على سطح طارد للماء *hydrophobic* بتقنية *ETC* أو "تأثير زهرة اللوتس".
- **يمين** : يوضح تشكيل قطرة المياة على سطح جاذب للماء بتقنية *photocatalytic* مع وجود أشعة الشمس المباشرة.
- **المصدر** : Sylvia Leydecker**, Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design** ,pg 94 بتصرف

[1] المرجع السابق ، ص ١٤٩

شكل (٥-٣٠) يوضح الأسطح فائقة البياض حول حمام السباحة و أيدي الكراسي و كذلك تكسيات وديكورات اليخت في الصورة اليمنى إستخدم فيها الطلاء الطارد للماء. **المصدر** : Sylvia Leydecker, **Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design** ,pg 96 بتصرف





شكل (٥-٣١) يوضح قياس زاوية التماس لقطيرة ماء على سطح ETC. **المصدر** : Sylvia Leydecker,,pg 96 بتصرف

شكل (٥-٣٢) يمكن ان تستعمل طبقة طلاء *ETC* في المنجات الخزفية و التجهيزات الصحية و المنتجات المصنوع سطحها من المينا. **المصدر** : Sylvia Leydecker,,pg 97 بتصرف

شكل (٥-٣٣) يوضح وظيفة طبقات الطلاء *ETC*: وفي الشكل جزيئات مختلفة من محلول sol-gel ترتيب نفسها للقيام بعملية "التنظيم الذاتي" وتعتبر الطبقة السفلى على الركيزة لباقي الطبقات و الوسطى هي الرابط و العليا هي الطبقة الطاردة للمياه. **المصدر** : Sylvia Leydecker,,pg 97 بتصرف

ملخص الفصل الخامس:

ناقش الفصل تأثير تقنية النانو على الزجاج و التي قامت بتطويره بحيث يقوم بالتنظيف الذاتي وإنتاج الزجاج المقاوم للرصاص بتكلفه أقل و مقاومة أعلى وكذلك طورت تقنية النانو الزجاج ليمنع التسرب الحراري لأشعة الشمس وآخر ليختزن الحرارة وكما ظهر الزجاج عاكس لأشعة الشمس الضارة الفوق بنفسيجية *UV*، والزجاج المقاوم للأحماض والمركبات العضوية والكيميائية والزجاج المقاوم للحرائق والزجاج الذي يتحكم في تغيرات شدة الإضاءه وقد تم شرح ما سبق مع الصور الموضحة.

وكذا تم مناقشة وشرح الطلاءات فقد قامت تقنية النانو بتطويره ليصبح ذاتي التنظيف كما تمكن العلماء من تحقيق ما يسمى بالأسطح الصحية بواسطة طلاء النانو الذي يحتوي على مبيد حيوي يعمل على تحليل البكتيريا والميكروبات و الأوساخ وهو طلاء صديق للبيئة، كما ظهر ما يسمي بالطلاء الجاف وكذا الطلاءات التي لها الخواص العازله و للحماية من التآكل وغيرها من الطلاءات التي تعكس وتشتت الضوء، وتطوير ما يسمى بالطلاء الذكي والذي يقوم بمراقبة الاهتزازات والضوضاء عن طريق حبيبات نانومترية من مادة الكربون الأسود الموصلة للكهرباء وحبيبات لمادة قابلة للإنضغاط كهربائيا وعجينه ضغط بوليمرية و دائرة كهربائية يمكن تسخيرها في قياس التغيرات التي تحصل في فرج الجهد بحيث إن حدث اهتزازات أو ضجيج فإنه يحدث تشوهات ديناميكية في الطلاء هيئة استطاله أو انكماش.

كما تم الشرح لبعض التقنيات المستخدمة في تطوير وظائف أسطح العناصر المعمارية من واجهات وحوائط داخلية وخارجية وغيرها وذلك للوصول إلى الارتقاء البصري والبيئي والارتقاء بالناحية الجمالية والوظيفة لتلك العناصر، ومنها تقنية التنظيف الذاتي "تأثير زهرة اللوتس" وتقنية التنظيف الذاتي "التحفيز الضوئي" وأخيرا تقنية سهولة التنظيف.

الفصل السادس:

عمارة النـــــانـــــــو

- مقدمة الفصل السادس
- أهداف عمارة النانو تكنولوجي
- مبادئ عمارة النانو تكنولوجي
- البيوت المستقبلية النانوية
- عمارة الفضاء التي ستوفرها تقنية النانو
  - سفن فضاء أخف وزنًا
  - مصعد الفضاء
- النانو تكنولوجي والطاقة
  - تقنية النانو والخلايا الشمسية
- تأثير تقنية النانو على الهيكل الإنشائي للمبني
- بعض التطبيقات والأفكار النظرية لتكنولوجيا النانو في العمارة
  - برج تيستا الكربوني
- بعض النماذج العالمية لمباني إستُخدمت بها تكنولوجيا النانو لتحقيق الارتقاء بعناصرها ومفرداتها المعمارية
- تقنية التنظيف الذاتي (تأثير زهرة اللوتس)
  - مشروع "متحف إيرا باسيس"
  - مشروع "مبنى تجاري"
  - مشروع "سكن خاص"
  - مشروع "اسكان ستراكسبارج"
- تقنية التنظيف الذاتي (التحفيز الضوئي)
  - مشروع "مركز محمد علي"
  - مشروع "فندق حياة ريجنسي– كنيسة تشابل"
  - مشروع "مباني سكنية"
  - مشروع "مدرج لكره القدم بساحة ***MSV***"
- تقنية سهولة التنظيف (***Easy-To-Clean***)
  - مشروع "مركز أبحاث للعلم و الأعمال
  - مشروع "شركة مُصنعة ومُصممة للتجهيزات الصحية"
  - مشروع "الكلاسيكية الحديثة"
- مثال مستقبلي لمدينة مبنية بالكامل من أنابيب النانو كربون في اليابان
- ملخص الفصل السادس

مقدمة الفصل السادس :

تسهم تكنولوجيا النانو من خلال المواد النانوية في تطوير العمارة و العمران وذلك من الناحية البصرية و الجمالية و أيضا الوظيفية و البيئية ، فهي تنتج مباني مميزة بصريا لاحتفاظها بنظافة طلائها و شكلها المميز و لوظيفتها المميزة في تنقية الهواء المحيط و انتاج و توفير الطاقة، فهي مباني غير ملوثه للبيئة بل في بعض الاحيان تكون صديقة لها.

و لما كان من أهداف البحث دراسة بعض التوقعات المعمارية لاستخدامات تلك التكنولوجيا في العمارة في المستقبل، بل و للمباني التي تم فيها بالفعل استخدام بعض تقنيات النانو، فإنه سيتم مناقشة ذلك في هذا الفصل ذلك ، مع ذكر محاولات وكالة ناسا الفضائية في استغلال مواد و تكنولوجيا النانو في عمارة الفضاء وعمل سفن فضاء تكون أخف وزنا ، مع شرح لما هو المصعد الفضائي والمقترح الإنتهاء منه بعد ١٥ عاما من الآن أي عام ٢٠٣٠م [١]، وكذلك مناقشة بعض التطبيقات والأفكار النظرية لتكنولوجيا النانو في العمارة كبرج تيستا الكربوني والمقترح بناءه و تنفيذه في الولايات المتحده الأمريكية.

وأيضًا سيتم دراسة بعض النماذج العالمية التي تم استخدام فيها تكنولوجيا ومواد النانو في تطوير القديم منها و في المبني حديثا منها ، وقد تم إختيار بعض المباني و المشاريع العالمية التي طبقت واستخدمت بها تقنيات التنظيف الذاتي *lotus Effect* والتنظيف الذاتي *photocatalytic* وتقنية سهولة التنظيف ، وذلك حتى يتم الإقتداء بها للإرتقاء بالعمارة والعمران المصري ألا و هو موضوع البحث ، و هذا في تطوير القديم و وضع الخطط لاستخدامها في المباني المستقبلية لاسيما مباني العاصمة الإدارية التي تم الإعلان عنها مؤخرا.

كما سيتم الشرح مع الصور الموضحة مثال مستقبلي لمدينة مبنية بالكامل من أنابيب النانو كربون و تكون موفره للطاقة ، تستخدم بها تقنيات النانو المتعدده و التي منها تقنية ال H2ology و التي تقوم عل استخدام الهيدروجين في توليد الطاقة والتي عمل على وضع تصاميم و تصورات مستقبلية لها من قبل المهندسون المعماريون في اليابان والتي سيتم الغنتهاء من بنائها بحلول عام ٢١٠٠م ألا وهي المدينة الهرمية الهائلة.[٢]

---

[١] علي محمد علي عبد الله ، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف**، مكتبة الدار العربية للكتاب، ص ١٢٨

[٢] http://en.wikipedia.org/wiki/Shimizu_Mega-City_Pyramid

٦-١ أهداف عمارة النانو تكنولوجي-
The Objectives of Nano Architecture :

- تقليل متطلبات استهلاك الطاقه و الحد من التقشف.
- زيادة راحه الأنسان داخل الحيزات الداخلية من خلال الوصول لدرجات حراره مثلى باستهلاك طاقه رشيد.
- الأتجاه نحو تفعيل «صفر الطاقه»
- خفض قيمة ملكية المباني بتخفيض استهلاك الطاقه للمبنى.
- الأتجاه الي اسكان قليل استهلاك الطاقه.
- المحافظة على سلامة النظام البيئي من خلال التقليل من كمية انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في البيئة.
- الحصول على مبنى يتحكم في درجات الحرارة والرطوبة حسب الظروف المناخية.
- الحصول على مبنى خفيف الوزن وأكثر قوة ومتانة ويقاوم التصدعات والتشققات ويراقب الأعطال و الأضرار ويصلحها بنفسه.
- الحصول على مبنى ينظف نفسه ذاتيا.
- تحسين الأداء البيئي والإقتصادي للأسمنت والخرسانه. [١]

٦-٢ مبادئ عمارة النانو تكنولوجي- *The Principals of Nano Architecture:*

- فاعلية الموارد. – التوافق مع البيئة.
- فاعلية الطاقة. – الوقاية من التلوث.

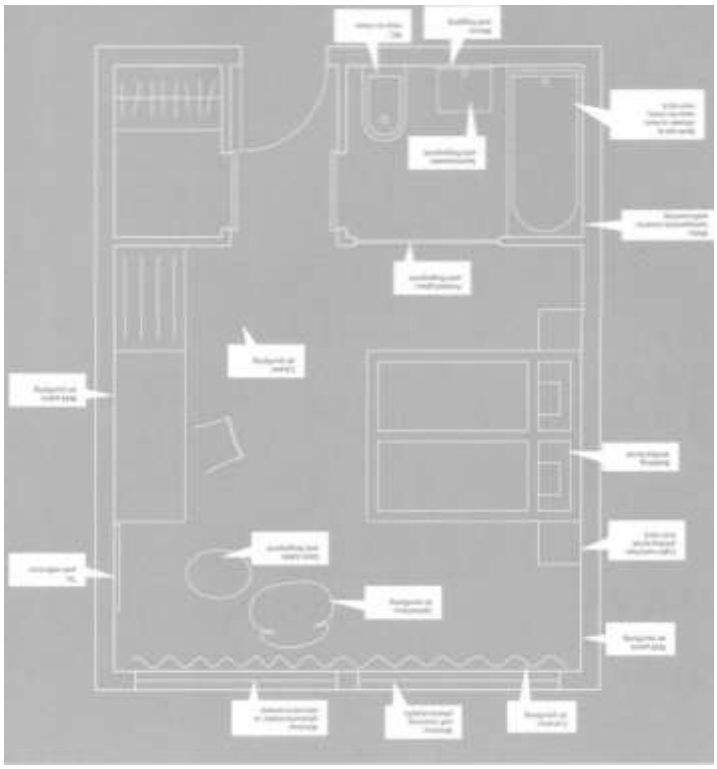
٦-٣ البيوت المستقبلية النانوية– *Future Nano Houses:*

وقد ظهر عديد من مركبات ومواد البناء المشتملة على تقنيات النانو (النانو المنظفة لنفسها، والألواح الشمسية المرنه، والدهانات المانعة للأشعة الضارة، والخرسانة المعالجة لتشققاتها بنفسها وغيرها من المواد) ويعمل عدد من مراكز الأبحاث العالمية على تطوير مواد نانو جديدة وإدخالها في تنفيذ ما أصبح يسمى ب"مساكن النانو"، وجعلها مساكن مريحة لمستخدميها ، تتطلب جهدًا أقل لتنظيفها وصيانتها والعناية بها، وتكون كذلك مستدامة وصديقة للبيئة، وذات فاعلية

[١] http//www.alhasebat.net/vb/showthread.php?t=9801

عالية في خفض استهلاك الطاقة والمياة ، لذا فمن المتوقع أن تظهر بفضل تقنيات النانو مساكن نانو تتولى صيانة نفسها وإصلاح الأعطال التي تحصل فيها بشكل تلقائي ومباشر.

ويتوقع أن تقدم تقنيات النانو للسوق مكونات ومواد بناء ذات جودة وأداء عاليين يفوقان المنتجات المتوافره بمراحل، وكما تم ذكره أنه ستدخل تقنيات النانو في انتاج مواد البناء مثل: البلك والدهانات (الطلاء) والمواد اللاصقة (الاسمنت و خلافه) ، والبلاط بمختلف أنواعه، والزجاج وغيرها من المواد السابق ذكرها وذلك لجعلها أخف وزنًا و أقوى وأكثر متانه ، وأسرع عند التنفيذ ومقاومة التصدع وكما أنها تحافظ على ثبات الألوان ، وتمنع تسرب الحرارة ومقاومة الغبار والمياة ، وتمنع تكون الضباب على الزجاج وغيرها من المزايا ، فمن المتوقع مثلًا إنتاج مواد لكساء الأرضيات والحوائط باستخدام تقنية النانو تستطيع تنظيف أسطحها بشكل تلقائي، كما تقوم بتعقيم المطابخ والحمامات وإزالة الروائح منها.



شكل (٦-١) يوضح مسقط أفقي لاستوديو مكون من غرفة نوم ملحق بها تواليت خاص ، مستخدم في كل مكوناته المواد النانوية أو المطورة بتقنية النانو بحيث تكون كل الأسطح للعناصر المعمارية والديكورية الداخلية معالجة بهذة التقنية. **المصدر**: Sylvia Leydecker**, Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design**,pg: 178 بتصرف

كما يتوقع تطوير مركبات تتحكم في البيئة الداخلية للمسكن بذكائها الذاتي، وباستخدام حساسات مطورة بتقنيات النانو تعمل بطريقة تفاعلية مع بقية الأجهزة والمعدات للعمل على تنقية الهواء وضبط درجة حرارة الفراغات والمياه و مستوى الرطوبة الداخلية في المسكن وكمية الإضاءة المطلوبة وتطوير خلايا شمسية توفر الطاقة الكهربائية والحراري اللازمة للوحدة السكنية دون الحاجة إلى شبكة الكهرباء العامة ، وكل ذلك

بحسب تغير الساعات على مدار اليوم والليلة، واختلاف الفصول على مدار العام، كما يتوقع تطوير حساسات لمراقبة اهتزاز المبنى والتآكل وغيرها من الأضرار.

ويبقى التساؤل الأكثر أهمية على الإطلاق حيث أن العلماء بدؤا في إطلاق عديد من التساؤلات التحذيرية عن مدى سلامة مساكن النانو والمواد المشَّيدة بها ، بخصائصها المعدلة وغير الطبيعية، وأثرها على صحة المستخدمين وسلامتهم على المدى البعيد. [١]

٦-٤ عمارة الفضاء التي ستوفرها تقنية النانو-

Space Architecture by Nanotechnology:

٦-٤-١ سفن فضاء أخف وزنًا – *Lighter Space ships:*

لم يعد خيالًا أن يصنع العلماء سفينه فضاء خفيفة جدًا و قوية جدًا في نفس الوقت، وها قد توفرت المادة المطلوبة لذلك فقد درس العلماء فكرة صناعة سفينه فضاء من أنابيب النانو كربون ووجدوا أنها ستكون أخف بنسبة ٥٠% من السف الحالية وفي المستقبل يمكن أن نسمع عن رحلات فضائية رخيصة، وأيضا عمل مجس كيميائي ومثل هذا الجهاز مثالي للاستخدام في مهام (ناسا) المتعلقة بكيمياء الفضاء.[٢]

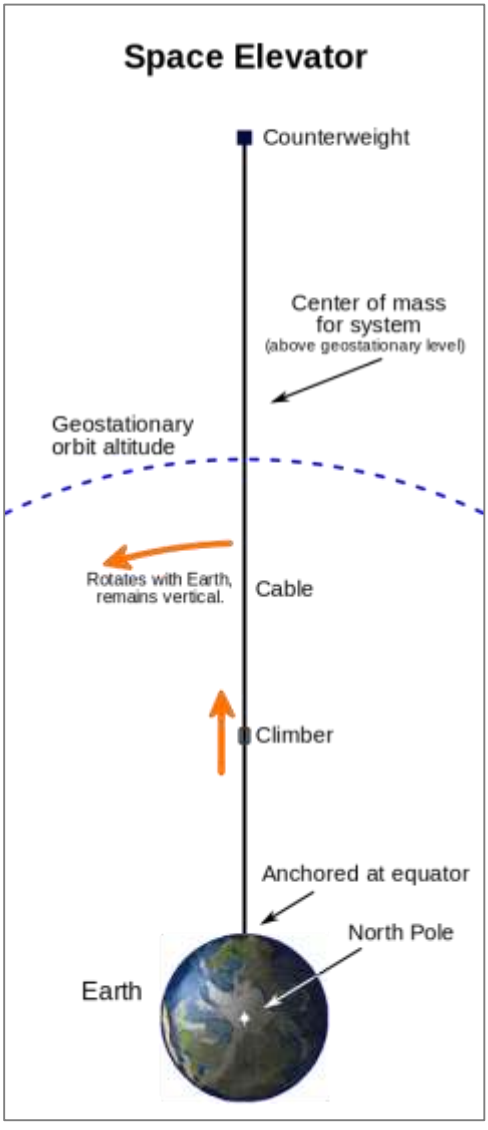
٦-٤-٢ مصعد الفضاء- *Space Elevator:*

شكل (٦-٢) يوضح المصعد الفضائي المقترح. **المصدر**: http://www.sudacon.net

لقد درس العلماء في وكالة ناسا الأمريكية لابحاث الفضاء صنع المصعد نظريًا ووجدوه ممكنًا و الفكرة هي صنع محطة أو منصة في البحر على خط الإستواء و قد تم إختيار البحر لكي يكون بعيدًا عن أي إضطرابات أو حوادث ممكنة بل و قد اختير أيضًا ليكون بعيدًا عن حركة السفن

[١] علي محمد علي عبد الله ، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف**، ص:٤٩
[٢] المرجع السابق ص:١٢٦

ومن ثم يرسلون صاروخًا يحمل حبلًا أو كابل طويل جدًا مصنوع من انابيب النانو كربون و بمجرد وصول الصاروخ لمسافة معينه بعيدًا عن الأرض يثبت نفسه بأن يكون فوق المحطة بالظبط ليرسل هذا الكابل إلى الأرض و يتوقع أن تأخذ هذة الرحلة ما لا يقل عن أسبوع و مع وصول الحبل إلى المحطة على الأرض سيتم تثبيته و بذلك يكون المصعد جاهزًا للعمل.



شكل (٦-٣) يوضح تكوين المصعد الفضائي و طريقة عمله المقترحه. **المصدر:** www.wikipedia.com

وقال "ديفيد سميثرمن" المهندس في مركز جورج مارشال للأبحاث التابع لوكالة الفضاء الأمريكية "ناسا" إن البحث في تطوير هذا النظام جائر علميًا و إن كان هناك بعض العقبات الواجب تجاوزها ، فالفكرة تعتمد على فرضيات بسيطة ، أولها أن الأقمار الصناعية أو المحطات الفضائية يمكن تثبيتها في الفضاء عند نقطة معينة ، وبالتالي يمكن مد أسلاك منها إلى سطح الأرض ، وستثبت تلك الأسلاك في مكانها بالاعتماد على قانون " القصور الذاتي" الفيزيائي ، و يقول العالم الأمريكي "ديفيد سميثرمن" إن أبحاث بناء مصعد فضائي مهمة للغاية لأنها تتيح لها بناء جسر مع الفضاء بل شحن كل ما نرغب به عبر الصواريخ ، و العقبات و التي تعترض تطوير هذا النظام لا تزال كبيرة أبرزها عدم وجود مادة معروفة قوية لدرجة تتيح استخدامها في بناء أسلاك ستحمل الأوزان الثقيلة من الأرض إلى الفضاء، علمًا بأن طول الأسلاك قد يصل إلى ٣٥ ألف كيلومتر. [١]

ويحتاج العلماء إلى تطوير مادة خفيفة للغاية و أقوي ب ٢٥ مرة من المواد المعروفة حاليًا على الأرض وهناك مشاكل لابد من معالجتها مثل حماية المصعد والأسلاك من حطام المركبات والأقمار

[١] المرجع السابق ص:١٢٨

الصناعية الذي يطوف في مدار الأرض ، إلى جانب الكلفة الباهظة للنظام ، التي قد تصل إلى ٢٠ مليار دولار ويمكن إنجازه خلال عشرة سنوات من الآن، وتجدر الاشارة إلى أن وكالة ناسا عرضت مبلغ مليوني دولار لمن يقدم دراسة عملية لمشروع المصعد الفضائي وهناك علماء يدرسون بالفعل هذا المشروع الذي طرحة القرآن الكريم قبل ١٤ قرنًا (سُلَّمًا فِي السَّمَآءِ) (الأنعام:٣٥) ، و سوف يستخدم العلماء تقنية النانو "أنابيب النانو الكربونية" و هي أقوي من الفولاذ بمائة مرة.

بالطريقة التقليدية فإن نقل كل كيلو جرام إلى الفضاء الخارجي (الصواريخ أو المكوك يتكلف عشرين ألف دولار بينما بطريقة السلم الفضائي سوف يتكلف ٢٠٠ دولار فقط ، و من الفوائد الكبيرة لمصعد الفضاء تزويد الأرض بطاقة كهربائية لا تنفد من خلال استثمار أشعة الشمس في الفضاء و تحويلها إلى كهرباء و إمداد الأرض بها ،إن عرض السلمسيكون في حدود متر واحد و سمكه سيكون نصف سنتيمتر ، وسوف يحمل في كل مرة بحدود ٢٠ طنًا و يرفعها للفضاء الخارجي ، وقد عرضت اليابان مبلغ ٥ مليارات دولار لهذا المشروع ، وقد أصبح من الممكن تحقيق هذة الفكرة إذا توافرت هذة المادة القوية جدًا والمرنة جدًا و التي ستوفرها تقنية النانو.

وقد قام فريق من العلماء بدراسة المناخ على مدى السنوات العشر القادمة للأماكن المقترحة لتحديد المكان الأكثر أمانًا لبناء المحطة الأرضية الافتراضية خوفًا من الكوارث الطبيعية، وقد حُددت بالفعل في "مكسيكو سيتي" ، وقد واجهت العلماء مشكلة كيفية شحن المصعد و هو على بعد آلاف الكيلومترات ، و قد توصل فريق من العلماء إلى استخدام شعاع من الليزر من الأرض يشحن جسيمات من النانو أيضًا تكون موجود في قاعدة المصعد ، و يفترض أن نصل لعمل مصعد شبه فضائي في خلال ١٠ سنوات، ومن المفترض الوصول لتنظيم رحلات نهاية الأسبوع إلى القمر خلال ال ٢٥ سنة القادمة، ويعكف الفريق البحثي على دراسة تأثير الصواعق الكهربية على سلك المصعد المصعد الطويل الذي يمتد للفضاء، علمًا بأن هذة الأنابيب سهله الشحن وأن الصاعقة الرعدية بها آلاف من الفولتات، وكيف سيتم تجنب النيازك و الأجرام الصغيرة التي تملأ الفضاء !؟ [١]

[١] مرجع سبق ذكره ص:١٢٩

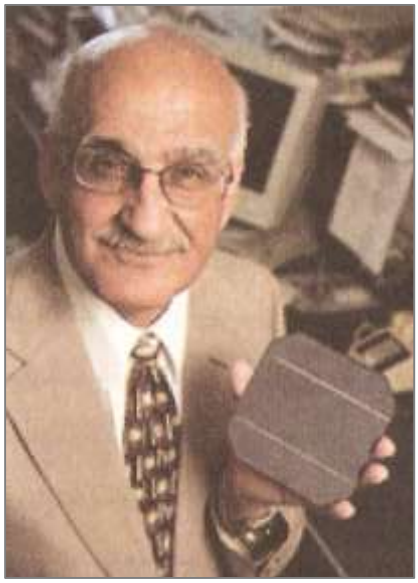
٦-٥ النانو تكنولوجي والطاقة – *Nanotechnology and Green Energy :*

إنتاج الطاقة التقليدية يعني أنها المصدر الرئيسي للتلوث وفي نفس الوقت يعتمد الإنسان اعتمادا كبيرا على المصادر غير المتجددة لاحتياجاته من الطاقة و إن كان أكثرها من مصادر طبيعية مثل الفحم و الوقود الأحفوري إلا أنها مهددة بالنضوب و الاستنزاف على مر الزمن ، ولذا لزم أن يعكف العديد من العلماء و في مجالات متنوعة منذ زمن طويل على التفكير في الطاقة المتجددة وتتميز بخلوها من الغازات الدفينه بقدر الإمكان والتي ستقلل من الاحتباس الحراري.

٦-٥-١ تقنية النانو والخلايا الشمسية-

Nanotechnology and Solar Cells:

استفاد الإنسان منذ القدم من طاقة الإشعاع الشمسي مباشرة في تطبيقات عديدة كتجفيف المحاصيل الزراعي وتدفئة المنازل، كما ورد في كتب العلوم التاريخية أن أرخميدس أحرق الأسطول الحربي الروماني في حرب عام ٢١٢ ق.م عن طريق تركيز الإشعاع الشمسي على سفن الأعداء بواسطة المئات من الدروع المعدنية وفي العصر البابلي كانت نساء الكهنه يستعملن آله ذهبية مصقولة كالمرايا لتركيز الإشعاع الشمسي للحصول على النار ، كما قام علماء أمثال تشرنهوس وسويز ولافوازييه وموتشوت و أريكسون و هاردنج وغيرهم باستخدام الطاقة الشمسية في صهر المواد وطهي الطعام وتوليد بخار الماء وتقطير الماء و تسخين الهواء.



شكل (٦-٤) يوضح البروفيسور منير نايفة ممسكًا بالخلية الشمسية التي تم تطويرها باستخدام تقنية النانوتكنولوجي بالاشتراك مع باحثون من المملكة العربية السعودية.
المصدر:
http://news.illinois.edu

ويمكن تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية وطاقة حراري من خلال آلتي التحويل الكهروضوئية والتحويل الحراري للطاقة الشمسية ، ويقصد بآلية التحويل الكهروضوئية تحويل الإشعاع الشمسي أو الضوئي مباشرة إلى طاقة كهربائية بواسطة الخلايا الشمسية (الكهروضوئية) وكما هو معلوم هناك بعض المواد التي تقوم بعملية التحويل

الكهروضوئية تدعي أشباه الموصلات كالسيليكون والجرمانيوم و غيرها. [١]

أما التحويل الحراري للطاقة الشمسية فيعتمد على تحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة حرارية عن طريق المجمعات (الأطباق) الشمسية و المواد الحرارية فإذا تعرض جسم داكن اللون ومعزول إلى الإشعاع الشمسي فإنه يمتص الإشعاع و ترتفع درجة حرارته، ويستفاد من هذة الحرارة في التدفئة و التبريد و تسخين المياة وتوليد الكهرباء والإضاءة الليلية وغيرها، وفي تقنية النانو سوف تنتقل إنتقاله بخطى واسعة وهي انتاج خلايا نانوية تصل القدرة فيها إلى ١:٢ أي كل فوتون ضوئية تنتج إلكترون وهذا يعني ضعف الكفاءة للخلايا الشمسية الحالية.[٢]

ومن نعم الله علينا في مصر أن الطاقة التي تزود بها الشمس أرضنا كبيرة جدا وعلى مدار السنة ، والخلايا الشمسية المتعارف عليها حاليًا هي تلك المصنوعة من السيليكون ومن صفاتها أنها غير قابلة للطلاء بمعنى أن هذة المادة لا يمكن أن نستعملها لطلاء سطح ما ولا يمكن طبعه ، ولكن الخلايا الشمسية الجديدة تحتوي على أنابيب نانوية مصنوع من بوليمر معين يمكن إذابته بمذيب عضوي خاص ومناسب بحيث تتحول هذة الخلايا إلى ماد قابلة للطلاء على أي سطح، و لنتخيل مثلاً بيتًا مطلي بهذا الطلاء حيث تستخدم جزء من طاقة المبنى من خلال هذا الطلاء ، فكم من طاقة سيتم توفيرها؟ بالإضاف إلى أنها لا تلوث البيئة ، و فكرة عمل هذة الخلايا تعتمد على الأنابيب النانوية بشكل كبير فحين يسقط الضوء على سطح مطلي بهذة الخلايا، فإن البوليمر ينشط وينتج شحنات موجبة وسالبة وإذا تم فصل هذة الشحنات عن طريق أسلاك سنلاحظ مرور تيار كهربائي ولأنابيب الكربون النانوية هنا دور كبير حيث أنها تمثل موصلًا جيدًا تقفز عليه الإلكترونات بكل سهولة وإذا أضيف إلى هذا النوع من الخلايا الشمسية الجديدة نسبة من الفوليرينات فإن عملها يتحسن كثيرًا وذلك بفضل جذب الفوليرينات للإلكترونيات وزيادة سرعة توصيلها للأنابيب النانوية وترجع أهمية التركيب النانوي في فيلم ثاني أكسيد التيتانيوم إلى أنه كلما صغر حجم البللورة زاد الاتزان بين الالتحام لحوامل الشحنة من خلال حجم الخلية وسطحها، حيث يزداد زمن الحياة لحوامل الشحنة المولدة وتزداد كفاءه إنتاج الشحنات الإلكترونية التي تتحول لطاقة. [٣]

---

[١] علي محمد علي عبد الله ، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف**، ص:٧٩

[٢] المرجع السابق

[٣] صفات سلامة ، تقديم العالم البروفيسور منير نايفه ، **النانوتكنولوجي عالم صغير ومستقبل كبير (مقدمه في فهم علم النانوتكنولوجي)**، الدار العربية للعلوم ناشرون، ص١١٢

وكما تم انتاج الخلية باستخدام السيليكون غير المتبلور لانتاج رقائق تترسب فيها مادة السيليكون على هيئة طبقات رفيعة على أسطح من الزجاج أو البلاستيك لذلك فإن تصنيع هذة الخلايا يتم بتقنية سهله و لكن كفاءتها أقل من (٣-٦%) و أسعارها أقل أيضا وهي مناسبة لتطبيقات من ٤٠ وات إلى ما أقل.[١]

ولقد اكتشف الباحثون في جامعة نوتردام بأنديانا أن دمج طبقة مفردة من أنابيب الكربون مع طبقة غشائية رقيقة مصنعه من جزيئات نانوية من ثاني أكسيد التيتانيوم "Titanuim dioxide nano-particles" ، تمكنهم من الحصول على خلايا شمسية "Solar cells" قادرة على انتاج الكهرباء ، وبالرغم من أن جزيئات النانو لثاني أكسيد التيتانيوم لها قدرة كبيرة على امتصاص الضوء و توليد عدد ضخم من الالكترونات إلا أنها لا تستطيع تسخير هذة الالكترونات لتنظيم في صورة أقطاب كهربائية حيث أن الالكترونات تنتقل بصورة عشوائية من جزئ لاخر، ومن هنا جاء دور الطبقة المفردة من أنابيب الكربون "Carbon Nano Tubes" والتي تقوم بتجميع الالكترونات لتصل إلى الأقطاب الكهربائية بصورة غير مباشرة مبددة بذلك جزء كبير من الطاقة. [٢]

٦-٦ تأثير تقنية النانو على الهيكل الإنشائي للمبني-
:The Impact of Nanotechnology on Building structure:

من خلال تلك التقنية و التي بدورها أدت إلى تطوير مواد البناء أمكن تغيير انماط وأبعاد الهيكل الإنشائي و منه إلى إعطاء مساحة أوسع لإطلاق عنان خيال المعماري في إبداع تصميم مباني من نوع مختلف وهي مباني النانو، فاستخدام أنابيب النانو كربون c60 والتي تتكون من البوليمرات والفيبر ونوع مستحدث من الأسمنت مع ألياف من النانو كربون، ومع هذة المواد المطورة بتقنية النانو فإنه يكون متوقع أن لا يتعدى سمك أساسات المباني ٣٠ سم وأما الأعمدة تكون أيضا من أنابيب النانو كربون وتكون الأسقف بلا كمرات وسمك السقف يكون ٥ سم وحوائط ٣ سم والحوائط الداخلية سهله الفك والتركيب حسب الرغبه والاستخدام.

---

[1] chopra1,K., Paulson, P. and Dutta1, V. **Thin-Film Solar Cells: An Overview. Progress in Photovoltaic's.** 2004

[٢] صفات سلامة ، تقديم العالم البروفيسور منير نايفه ، **النانوتكنولوجي عالم صغير ومستقبل كبير (مقدمه في فهم علم النانوتكنولوجي)**، ص٣٢

٦-٧ بعض التطبيقات والأفكار النظرية لتكنولوجيا النانو في العمارة-
Some Applications and Theoretical Ideas for Nanotechnology in Architecture:

٦-٧-١ برج تيستا الكربوني – *Testa-Carbon Tower :*

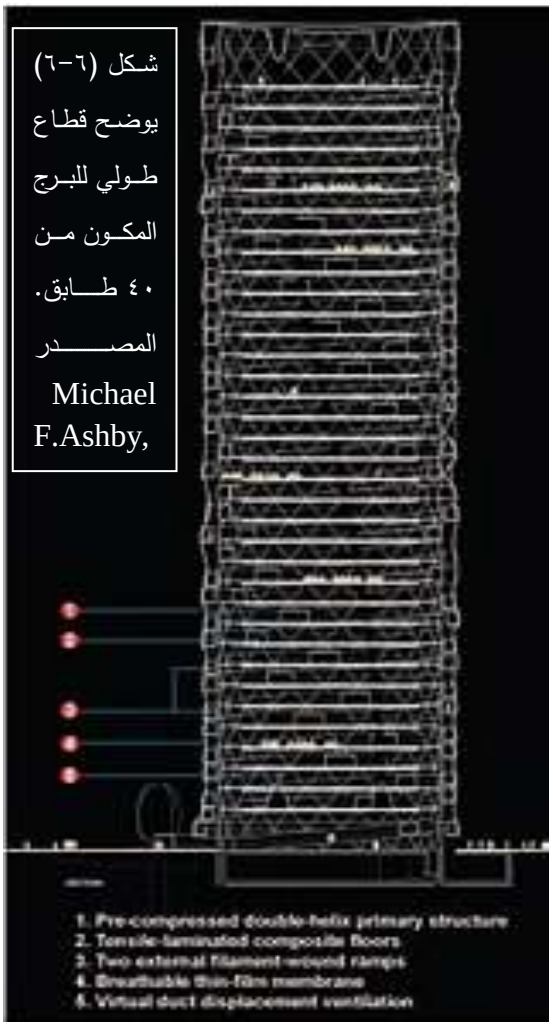
شكل (٦-٥) مثال لبناء من النانو كربون بالكامل حيث ستغير التقنية النانوية من وجه العالم و على اليسار منظور تخيلي ثلاثي الأبعاد اكتلة البرج من الخارج.

- **الموقع-Location :** الولايات المتحدة
- **مـــواد الإنشـــاء- Building Materials:** الكربون المعالج بتقنية النانو.
- **المصمم-Designer:** بيتر تيستا "Tests Peter"
- **الأبعاد-Distance:** ارتفاعه ٤٠ طابق.
- **المصدر- Source:** Michael F.Ashby, Paulo J.Ferreira & Daniel L.Schodek, **Nanomaterials , Nanotechnologies and design.**

يمكن أن توجد أنابيب الكربون "*Carbon Nano Tubes*" في صورة ألياف ، قضبان، ألواح، ومسحوق وهي على درجة عالية من النقاوة ذات مرونة عالية في التشكيل وهو ما دفع المعماري الأمريكي الجنسية بيتر تيستا "*Peter Tests*" إلى تطبيق تلك التقنية مستعينا بالطفرة الحادثة في خصائص مادة الكربون لتصميم و تنفيذ برج تيستا الكربوني "*Testa-Carbon Tower*" وهو احدى تطبيقات تكنولوجيا النانو و التي لجأ إليها المصمم بعد أحداث ١١ سبتمبر بهدف تحقيق ما يسمى "هوس الألمان" "*Mania of Safety*" وكان من أهم التحديات لدى بيتر تيستا في هذا المنشأ هو تصميم مبنى قوي بما لا يتعارض مع الشكل الجمالي، وأن يكون جيد التهوية، ذو تكلفة منخفضة نسبيا، وكذلك من مادة صديقة للبيئة ، فوقع اختياره على الكربون ، فجاء المبنى اكثر صلابة من الفولاذ بخمس مرات وعلى ارتفاع اربعون طابقاً.[1]

[1] Michael F.Ashby, Paulo J.Ferreira & Daniel L.Schodek, **Nanomaterials, Nanotechnologies and design** , Elsevier, Burlington , 8DP, UK, 2009.

واعتمد تيستا في هذا المنشأ على ٥ أنظمة ابداعية:



شكل (٦-٦) يوضح قطاع طولي للبرج المكون من ٤٠ طابق.
المصدر Michael F.Ashby,

شكل (٦-٧) أكدت الدراسات أن هذا المنشأ هو الأخف و الأقوى من نوعه على الإطلاق، وهذا دون لجوء المصصم إلى استخدام الخرسانة أو الفولاذ او الحديد ذو التكلفة العالية ، و في الصور لقطات منظورية تخيلية للبرج من الداخل .
المصدر: Michael F.Ashby, Paulo J.Ferreira & Daniel L.Schodek, **Nanomaterials , Nanotechnologies and design.**

- الهيكل الرئيسي سابق التجهيز على شكل حلزوني من الكربون المزدوج المضغوط.
- الأرضيات من ألواح الكربون الرقيقة المصفحة القابلة للشد.
- اثنان من الممرات المنحدرة الخارجية "Ramps" والمثبتة باحكام.
- غشاء شفاف رقيق كالغلالة يضاف للزجاج من جزيئات نانوية من ثاني أكسيد التيتانيوم مع دمج طبقة مفردة من أنابيب الكربون تعمل كخلايا شمسية قادرة على انتاج الكهرباء بكفاءه عالية.
- تخليق قنوات "Ducts" تسمح بمرور تيارات هوائية داخل المنشأ وهذا يؤدي بدوره إلى توفير كبير في الطلقة نظرا للإستغناء عن أجهزة التكييف.

أطلق تيستا على هذا البرج " المبنى المحاك" *"The Woven Building"* نظرا لاستخدامه ألياف مجدوله من أنابيب الكربون لتربط بين الطوابق الأربعين بالإضافة إلى الزجاج "*The Smart Glass*".

شكل (٦-٨) يوضح صور افتراضيه داخليه و مناظير داخليه لبرج تيستا الكربوني "Testa-Carbon Tower". **المصدر**: Michael F.Ashby, Paulo J.Ferreira & Daniel L.Schodek, **Nanomaterials , Nanotechnologies and design.**

استخدام مثل هذة المركبات في الإنشاء والعمارة ستحدث طفرة وخاصة في مجال العمارة لناطحات السحاب على مدى العقدين القادمين.

كما ظهرت بعض الفكار والتطبيقات النظرية الأخرى لاستخدام تقنية النانو والبناء بموادها، كاستوديو النانو لجورج ايلفن وفيه تستخدام أنابيب النانوكربون وحساسات نانوية لصنع بيئة ذكية يتغير فيها لون الحوائط والأسقف طبقا للإحتياج واستخدام حساسات نانوية اخرى لتطهير المبنى ذاتيا من البكتيريا والسموم، وبيت النانو لجايمس موير ودوجلاس تومكين وهو مسكن يتميز بكفاءه عالية في استخدام الطاقة عن طريق دهانات نانوية مشعة بارده على الأسطح الخارجية للمبنى تعمل على تبريده بدلا من امتصاص الحرارة واستخدام وحدات اضاءه نانوية لا تبعث الحرارة والاسطح ذاتية التنظيف واستخدام خلايا اكسيد التيتانيوم بدلا من السيليكون في توليد الطاقة وقد تم تطبيق الفكرة على مستوى تجاري بالهند عن طريق شركة "تاتا" بسعر اقتصادي، وأبراج النانو بدبي للمصمم الارد وهو مبنى سكني فندقي اداري وتصميم الهيكل الانشائي له من شبكة تكرارية سداسية تحمل المبنى ذات قطاعات صغيره جدا من مواد نانوية مم أتاح الارتفاعات العاليه والمرونه الداخليه للتصميم.

٦-٨ بعض النماذج العالمية لمباني إستخدمت بها تكنولوجيا النانو لتحقيق الارتقاء بعناصرها ومفراتها المعمارية- *Some International Examples for Buildings Using Nanotechnology to achieve the upgrading for its the architecture elements:*

فيما يلي سيتم الشرح بالصور الموضحه لبعض المباني التي تم استخدام تقنيات النانو المختلفه بها ليتم تحقيق الارتقاء بالعناصر المعمارية الداخلية أو الخارجية من الناحية الجمالية والبصرية و البيئية و بالتالي بالعمارة عامة وبالعمران.

التقنيـــــــــة المستخدمة	٦-٩ تقنية التنظيف الذاتي (تأثير زهرة اللوتس) *Self-cleaning: Lotus-Effect*	رقم المشروع "١"
المشروع / بيان الشكل	٦-٩-١ مشروع "متحف إيرا باسيس" *"Ara Pacis Museum"*	

ش: "٦-٩" يوضح لقطات داخلية وخارجية لمبنى استخدمت لتطوير وظائفه و للإرتقاء بواجهاته وعناصره الداخليه المواد المّطوره بتقنية النانو.

- **المعمـــاري-Architecture**: ريتشـــارد ميـــر وشركاه، نيويورك، الولايات المتحدة. Richard Meier & Partners, New York, NY, USA.
- **العميـل-Client**: كوميـوني دي رومـا ، رومـا، إيطاليا. Comune di Roma, Rome, Italy .
- **الموقع-Location**: روما-ايطاليا.
- **التقنيـة- Technology**: تقنيـة التنظيـف الـذاتي (تأثير زهرة اللوتس) Lotusan
- **إفتُتِح-Opened**: ٢٠٠٦
- **المُصَنِّع-Manufacturer**: Sto
- **المصدر** : Sylvia Leydecker, Pg:64

البيـــــــــان

٦-٩-١-١ وصف المبنى و التقنيات المستخدمة :

هو مشروع للأثريات ويحتوي على مدخل به جاليري و مخطط مربع الشكل، المبنى الرئيسي به قاعة للمؤتمرات والإجتماعات الثقافية ومطعم ، ويحتوي المبنى على جزء مغطى بالكامل بالزجاج ومحمي ضد تأثيرات البيئة المحيطة، المبنى مطلي بطبقة من الطلاء المطور بتقنية التنظيف الذاتي للحفاظ على اللون الأبيض وهو اللون الأصلي للمبنى وهو طابع Meier's بروما والذي بالطبع لم يكن ليصمد طويلا في مدينة عالية التلوث مثل مدينة روما.[1]

[1] Sylvia Leydecker, Pg:64 بتصرف

التقنيـــــــــة المستخدمة	٦-٩ تابع-تقنية التنظيف الذاتي (تأثير زهرة اللوتس) *Self-cleaning: Lotus-Effect*	رقم المشروع "٢"
المشروع / بيان الشكل	٦-٩-٢ مشروع "مبنى تجاري" *"Commercial building"*	

ش: "٦-١٠" مشروع مستخدم به تقنية التنظيف الذاتي(تأثير زهرة اللوتس) في طلاءه واجهاته.

- **المعماري-Architecture**: روسان، أندريجا روسان، Rusan arhitectura, Andrija Rusan
- **التصميم الداخلي-Interior Design**: دين سكيرا، Dean Skira
- **العميل-Client**: Lumenart d.o.o
- **الموقع-Location**: بولا، كورواتيا.
- **التقنية- Technology**: تقنية التنظيف الذاتي (تأثير زهرة اللوتس) Lotusan
- **إفتُتِح-Opened**: ٢٠٠٦
- **المُصَنِّع-Manufacturer**: Sto
- **المساحة -Area**: ٧٤٥م٢ م.الدور الأرضي
- **المصدر** : Sylvia Leydecker, Pg:66 بتصرف

البيـــــــــان

٦-٩-٢-١ وصف المبنى و التقنيات المستخدمة :

هو مشروع لشركة مُصمِمة للإضاءة يظهر المبنى واضح جدا بين البيئة المحيطه به، وقد استخدمت تقنية النانو التنظيف الذاتي "تأثير زهرة اللوتس" في الطلاءات الداخلية والخارجية للمبنى، وتعتبر تركيب كتلة المبنى بطريقة نحتيه لمركبات من المكعبات بشكل بسيط ولكن غير عادي، وهو مطلي بالكامل باللون الأبيض، وشبابيكه تظهر بشكل منكسر و كإنها منحوته وحوائطه سميكة، ومدخل المبنى متحرك كمداخل القلاع، المبنى مطلي من الداخل والخارج باللون الأبيض كخلفية لصالة العرض، وبالنسبة للإضاءة فهي تلعب دورا هاما في إظهار المبنى جميلا وسط البيئة المحيطه وهي خافته لتشكل أجواء خفيفة داخل وخارج المبنى.[1]

[1] Sylvia Leydecker, Pg:66 بتصرف

التقنيـــــــــة المستخدمة	**٦-٩ تابع-تقنية التنظيف الذاتي (تأثير زهرة اللوتس)** ***Self-cleaning: Lotus-Effect***	**تابع رقم المشروع "٢"**
المشروع / بيان الشكل	**٦-٩-٢ تابع – مشروع "مبنى تجاري" *"Commercial building"***	

ش: "٦-١١" اللـون الأبـيض الناصـع الـدائم للمبنـى جعلـه يبـدو كالكريسـتاله وسـط البيئـة المحيطة به .

- **المعمـاري-Architecture:** عمـارة روسـان، أنـدريجا روسان، Rusan arhitectura, Andrija Rusan
- **التصميم الداخلي- Interior Design: دين سكيرا،** Dean Skira
- **العميل-Client:** Lumenart d.o.o
- **الموقع-Location:** بولا، كورواتيا Pula, Croatia.
- **التقنية- Technology:** تقنية التنظيف الذاتي (تأثير زهرة اللوتس) Lotusan
- **إفتُتِح-Opened:** ٢٠٠٦
- **المُصَنِّع-Manufacturer:** Sto
- **المساحة -Area:** ٧٤٥م٢ مساحة الدور الأرضي
- **المصدر :** Sylvia Leydecker, Pg:66 بتصرف

● استخدام تكنولوجيا النانو (التنظيف الذاتي) في طلاءات المبنى الخارجية تحافظ على الناحية الجمالية و البصرية للمبنى و كذا البيئية، فهذا الطلاء يدوم على الأقل ٥ سنوات دون الحاجة إلى التجديد مم أظهر الرقي البصري والبيئي للمبنى.

البيـــــــان

٦-٩-٢-١ تابع – وصف المبنى و التقنيات المستخدمة :

حينما يُرى المبنى من بعيد فإن اللون الأبيض الناصع يبدو و كأنه كريستاله و فهو جاذب للعين، إن شدة اللون الأبيض الناصع والنقي للأسطح محمية بطبقة من طلاء ضد الإتساخ و هو مطور بتقنية التنظيف الذاتي (تأثير زهرة اللوتس)، حيث يقوم المطر ببساطة بغسيل الأسطح الرأسية، ويدوم هذا الطلاء ٥ سنوات على الأقل دون الحاجة إلى التجديد، ومن هنا فإن تلك الطلاءات قد ارتقت بالمبنى وكذلك أضافة على تقنيات تشغيله و طورت منه بحيث أصبح ذاتي التحكم في تنظيف واجهاته بما فيها من شبابيك كذلك. [1]

[1] Sylvia Leydecker, Pg:66 بتصرف

التقنيـــــــــة المستخدمة	٦-٩ تابع-تقنية التنظيف الذاتي (تأثير زهرة اللوتس) *Self-cleaning: Lotus-Effect*	رقم المشروع "٣"
المشروع / بيان الشكل	٦-٩-٣ مشروع "سكن خاص" *"Private residence"*	

ش: "٦-١٢" تم التخلي عن فكرة تشكيل واجهات المبنى بطريقه رص الطوب وجعل سطح الواجهات مستوى ليتقوم طلاءات التنظيف الذاتي بالعمل بأعلى كفاءه.

- **المعماري-Architecture:** عمارة هيلد وكي، أندريس هيلد و ديونيس أوتل، ميونخ ألماني
- **العميل-Client:** بربرا جروس و د/ بيرتولد تشفارتز.
- **الموقع-Location:** أجستال ، ألمانيا Aggstall, Germany[(٦٨)-٢٢]
- **التقنية– Technology:** تقنية التنظيف الذاتي (تأثير زهرة اللوتس) Lotusan
- **إفتُتِح-Opened:** ٢٠٠٠م
- **المُصَنِّع-Manufacturer:** At the time of construction Ispo, now Sto
- **المساحة –Area:** تقريبا ٣٠٠ م٢
- **المصدر :** Sylvia Leydecker, Pg:68 بتصرف

البيـــــــان

٦-٩-٣-١ وصف المبنى و التقنيات المستخدمة :

يشبه المنزل في طابعه منازل تلك المنطقة، تم بنائه بالطوب المصمت واستخدم في السقف بلاط معاد تدويره و غير معالج، وفي الديكورات الداخلية استخدمت الملصقات، استخدمت الزخرفة في تشكيل الطوب المتقن يدويا بالواجهات ومن خلال الظل والنور، ولكنها مع استخدام الطلاء ذو تقنية التنظيف الذاتي فهي مشكلة فقد تعوق مياة المطر من تنظيف الواجهات بشكل موحد وبالتالي تم إلغاء تلك الفكرة في تشكيل الواجهة كي تعمل تقنية التنظيف الذاتي بأعلى كفاءه.[1]

[1] Sylvia Leydecker, Pg:68 بتصرف

التقنيـــــــــة المستخدمة	٦-٩ تابع-تقنية التنظيف الذاتي (تأثير زهرة اللوتس) *Self-cleaning: Lotus-Effect*	تابع رقم المشروع "٣"
المشروع / بيان الشكل	٦-٩-٣ تابع- مشروع "سكن خاص" *"Private residence"*	

ش: "٦-١٣" **لن تقوم تقنية التنظيف الذاتي بأعلى كفاءه في الأسطح المتعرجه كما في هذا المبنى ولذلك تم تسوية السطح وطلاءه بالطلاءات النانوية.**

- **المعماري-Architecture**: عمارة هيلد و كي، أندريس هيلد و ديونيس أوتل، ميونخ ألمانيا-
  Hild und K Architekten, Andreas Hild, Munich, Germany،Dionys Ottl,
- **العميل-Client**: بربرا جروس و د/ بيرتولد تشفارتز.
- **الموقع-Location**: أجستال ، ألمانيا Aggstall, Germany
- **التقنية- Technology**: تقنية التنظيف الذاتي (تأثير زهرة اللوتس) Lotusan
- **إفتُتِح-Opened**: ٢٠٠٠
- **المُصَنِّع-Manufacturer**: At the time of construction Ispo, now Sto
- **المساحة -Area**: تقريبا ٣٠٠ م٢
- **المصدر** : Sylvia Leydecker, Pg:68 بتصرف

التقنيـــــــــة المستخدمة	**٦-٩ تابع-تقنية التنظيف الذاتي (تأثير زهرة اللوتس)** ***Self-cleaning: Lotus-Effect***	رقم المشروع "٤"
المشروع / بيان الشكل	**٦-٩-٤ مشروع "اسكان ستراكسبارج"** ***"Strucksbarg housing"***	

ش: "٦-١٤" يمكن إستخدام الطلاءات النانوية في تجديد المشاريع بحيث يتم الإرتقاء بها من الناحية البصرية والجماليه.

- **المعماري-Architecture:** عمارة رينر هينك فيرت، هامبرج ألمانيا
- **العميل-Client:** شركة مارتنز في شومان المعمارية Joint ownership Martens -KG per Schumann Immobilien KG
- **الموقع-Location:** هامبرج ، ألمانيا Hamburg, Germany
- **التقنية- Technology:** تقنية التنظيف الذاتي (تأثير زهرة اللوتس) Lotusan
- **إفتُتِح-Opened:** ٢٠٠٧م
- **المُصَنِّع-Manufacturer:** Sto
- **المساحة -Area:** مساحة الواجهة ٣٦٨٥ م٢
- **المصدر :** Sylvia Leydecker, Pg:70 بتصرف

البيـــــــان

٦-٩-٤-١ وصف المبنى و التقنيات المستخدمة :

إستخدم المهندسون المعماريون في تجديد هذا المشروع المبني في سبعينيات القرن الماضي الطلاءات المستخدم بها تقنية التنظيف الذاتي ، ويتكون المشروع من كتل مرتفعة متكونه من عدة طوابق وتدرجات للكتل السكنية تكون فيها المداخل مبنية من الزجاج و بارزة عن كتلة المباني والبلكونات والنوافذ غاطسة ،أما عن اختيار الألوان فقد استخدمت الألوان الدافئة كالأحمر و الأصفر مع البيج كلون آخر مضاد لغرض التباين و قد استخدم الطلاء المطور بتقنية التنظيف الذاتي فمدينة هامبرج مدينة مثالية بالنسبة لهطول الامطار. [1]

[1] Sylvia Leydecker, Pg:70 بتصرف

التقنيـــــــــة المستخدمة	٦-٩ تابع-تقنية التنظيف الذاتي (تأثير زهرة اللوتس) *Self-cleaning: Lotus-Effect*	تابع رقم المشروع "٤"
المشروع / بيان الشكل	٦-٩-٤ تابع مشروع "اسكان ستراكسبارج" *"Strucksbarg housing"*	

ش: "٦-١٥" <u>التضـاد فـي الألـوان البـاردة والدافئـة فـي الطـلاءات التيتـدوم طـويلا دون الحاجة إلى التجديد هو ما ميز هذا المشروع في ألمانيا.</u>

- **المعمـاري-Architecture:** عمـارة رينـر هينـك فيرت، هامبرج ألمانيا
- **العميـل-Client:** شـركة مـارتنز فـي شـومان المعمارية Joint ownership Martens -KG per Schumann Immobilien KG
- **الموقـــــع-Location:** هـــامبرج ، ألمانيـــا Hamburg, Germany
- **التقنيـة- Technology:** تقنيـة التنظيـف الـذاتي (تأثير زهرة اللوتس) Lotusan
- **إفتُتِح-Opened:** ٢٠٠٧م
- **المُصَنِّع-Manufacturer:** Sto
- **المساحة -Area:** مساحة الواجهة ٣٦٨٥ م٢
- **المصـدر :** Sylvia Leydecker, Pg:71 بتصرف

التقنيـــــــــة المستخدمة	٦-١٠ تقنية التنظيف الذاتي (التحفيز الضوئي) *Self-cleaning: photocatalytic*	رقم المشروع "٥"
المشروع / بيان الشكل	٦-١٠-١ مشروع "مركز محمد علي" *Muhammad Ali Center MAC*	

ش: "٦-١٦" <u>استخدمت البلاطات السيراميكية في هذا المشروع والمطورة بتقنية النانو لتقوم بالتنظيف الذاتي و تنقية الهواء.</u>

- **المعمـــاري-Architecture:** بييـر بلنـدر بيـل للعمـارة والتخطيطLLP بالتعاون مع لي اتش سكولنيك للعمارة والتصميم- نيويورك، الولايات المتحدة.
- **تصميم الواجهة- Façade design:** جلين كامينجيس ٤×٢ بوصة ، نيويورك، الولايات المتحدة.
- **العميل-Client:** لوني و محمد علي ، مؤسسو إنا براون بون .
- **الموقـــع-Location:** لويســفيل ، كنتــاكي ، الولايــات المتحدة. Louisville, Kentucky, USA
- **التقنيـــة- Technology:** تصـنيع بـلاط السـيراميك ذو التنظيف الذاتي photocatalytic و Hydrotect
- **إفتُتِح-Opened:** ٢٠٠٥ م
- **المُصَنِّع-Manufacturer:**

Agrob Buchtal architectural ceramics, Deutsche Steinzeug America.

- **المساحة -Area:** مساحة الواجهة تقريبًا ١٥٠٠ م٢

مساحة المشروع تقريبًا ٩٠٠٠ م٢

- **المصدر :** Sylvia Leydecker, Pg:78 بتصرف

البيـــــــان

٦-١٠-١-١ <u>وصف المبنى و التقنيات المستخدمة :</u>

يقع المركز في مسقط رأس الملاكم الأسطورة محمد علي على ضفاف نهر أوهايو وهو مركز ثقافي يعزز ويدعم المواهب الفردية وتفاهم واحترام الاخر ويقام به الندوات والمحاضرات والأفلام والمعارض وغيرها. [1]

[1] Sylvia Leydecker, Pg:78 بتصرف

التقنيـــــــــة المستخدمة	**٦-١٠ تابع-تقنية التنظيف الذاتي (التحفيز الضوئي)** ***Self-cleaning: photocatalytic***	**تابع رقم المشروع "٥"**
المشروع / بيان الشكل	**٦-١٠-١ تابع - مشروع "مركز محمد علي"** ***Muhammad Ali Center MAC***	

ش: "٦-١٧" <u>استخدام مثل هذة البلاطات المطورة و تطويعها في تشكيل واجهات المشروع ليضفي عليها الشكل الجمالي الدائم ولكي يتم الارتقاء بالمبنى مم جعله مثلا يُحتزى به.</u>

- **المعماري-Architecture**: بيير بلندر بيل للعمارة و التخطيطLLP بالتعاون مع لي اتش سكولنيك للعمارة والتصميم- نيويورك، الولايات المتحدة.
- **الموقع-Location**: لويسفيل ، كنتاكي ، الولايات المتحدة.
- **التقنية- Technology**: تصنيع بلاط السيراميك ذو التنظيف الذاتي photocatalytic و Hydrotect
- **إفتُتِح-Opened**: ٢٠٠٥ م
- **المساحة -Area**: مساحة الواجهة تقريبًا ١٥٠٠ م٢ ، مساحة المشروع تقريبًا ٩٠٠٠ م٢

البيـــــــــان

٦-١٠-١-١ <u>تابع - وصف المبنى و التقنيات المستخدمة :</u>

وهو بناءه لافت للنظر بسبب تميز واختلاف واجهته فقد تم تشكيلها بحيث تم تركيب بلاطات السيراميك ٣٠×٦٠ سم من مختلف الألوان على الزجاج وفقًا لنمط معين ، من بعيد تصور تلك الزخرفات مواقف نموذجية للملاكم وهي تشبه محمد علي، وعن قرب فهي تصوير رمزي تجريدي، وللحفاظ على تخفيض تكاليف تنظيف الواجهة فقد تم تجهيز البلاط السيراميكي مطلي بتقنية التنظيف الذاتي photocatalytic، بالإضافة إلى أنه منقي للهواء من عوادم السيارات والملوثات الصناعية ولا يساعد على التلوث، وقد أظهرت الأبحاث أن كل ١٠٠٠م٢ من photocatalytic يعادل تأثير ٧٠ شجرة متوسطة الحجم.[1]

[1] Sylvia Leydecker, Pg:78 بتصرف

التقنيـــــــــة المستخدمة	٦-١٠ تابع-تقنية التنظيف الذاتي (التحفيز الضوئي) *Self-cleaning: photocatalytic*	رقم المشروع "٦"
المشروع / بيان الشكل	٦-١٠-٢ مشروع "فندق حياة ريجنسي- كنيسة تشابل" *"Hyatt Regency Garden Chapel"*	

ش: "٦-١٨" تم استخدام تقنية التحفيز الضوئي في التنظيف الذاتي بالمشروع مع اللون الأبيض مع الاضاءه المناسبه لتضفى على المكان جوا من السكون تبعا لوظيف المكان.

- **المعماري-Architecture:** شركة أوباياشي – اليابان
- **العميل-Client:** فندق حياة ريجنسي أوساكا.
- **الموقع-Location:** أوساكا – اليابان Osaka, Japan
- **التقنية– Technology:** التغطية بطلاء ذو التنظيف الذاتي photocatalytic
- **إفتُتِح-Opened:** ٢٠٠١ م
- **المُصَنِّع-Manufacturer:** شركة Taiyo Kogyo
- **المساحة –Area:** ٥٠م٢
- **المصدر :** Sylvia Leydecker, Pg:80 بتصرف

البيـــــــــان

٦-١٠-٢-١ وصف المبنى و التقنيات المستخدمة :

هي كنيسة صغيرة بسطح فندق حياة ريجنسي مع الحديقة الملحقه وتستخدم لمراسم الزفاف، خلال ساعات النهار يخلق اللون الاخضر مع الأبيض المحفوظ والدائم النظافه بيئة نقية عذبة وفي اليل فإنها تضاء لتشكل منظر جمالي، وقد استخدم مع الطلاء الأبيض طبقة التنظيف الذاتي بتقنية photocatalytic والتي تستمر طويلًا ويتم تنظيفها بانتظام أو حتى استبدالها على فترات.[1]

[1] Sylvia Leydecker, Pg:٨٠ بتصرف

التقنيـــــــــة المستخدمة	٦-١٠ تابع-تقنية التنظيف الذاتي (التحفيز الضوئي) *Self-cleaning: photocatalytic*	رقم المشروع "٧"
المشروع / بيان الشكل	٦-١٠-٣ مشروع "مباني سكنية" *"G-Flat"*	

ش: "٦-١٩" يوضح مجمع سكني مصمم و منفذ بالكامل لتكون واجهاته زجاجية شفافه تقوم بالتنظيف الذاتي مع الاحتفاظ بالخصوصيه لمستعملي الحيزات الداخليه و هو ما يضفي عليها طابع مميز .

- **المعماري-Architecture:** Koh Kitayama + architecture Workshop, Tokyo, Japan
- **الموقع-Location:** طوكيو- اليابان.
- **التقنية- Technology:** طلاء Sagan و طلاء ذو التنظيف الذاتي photocatalytic
- **إفتُتِح-Opened:** ٢٠٠٦ م
- **المُصَنِّع-Manufacturer:** SYK Corporation Inc.
- **المساحة -Area:** ٢٦٣٦م٢
- **المصدر :** Sylvia Leydecker, Pg:84 بتصرف

البيـــــــان

٦-١٠-٣-١ وصف المبنى والتقنيات المستخدمة :

هو مجمع سكني مصمم لتكون واجهاته بالكامل من الزجاج ومع ذلك وُضع في الحسبان تحقيق قدر من الخصوصية لمستعملي المباني ، ولرؤية واضحة لا تحتاج للصيانه الدورية فقد تم طلاء الزجاج بطبقة من طلاء التنظيف الذاتي Photocatalysis.[1]

[1] Sylvia Leydecker, Pg:84 بتصرف

التقنيـــــــــة المستخدمة	**٦-١٠ تابع-تقنية التنظيف الذاتي (التحفيز الضوئي)** ***Self-cleaning: photocatalytic***	رقم المشروع "٨"
المشروع / بيان الشكل	**٦-١٠-٤ مشروع "مدرج لكره القدم بساحة MSV"** ***" MSV Arena soccer stadium "***	

ش: "٦-٢٠" تقـوم هـذة الواجهــة الزجاجيــة بـالتنظيف الـذاتي و عـزل الضوضـاء والحمايـة من أشعة الشمس لأنها مطورة بتقنية النانو.

- **المعمـــاري-Architecture:** ar.te.plan, Burkhard Grimm, Michael Stehle,
- **العميل- Client:** MSV Duisburg
- **الموقع-Location:** دويسبورغ، ألمانيا
- **التقنيـــة- Technology:** طـلاء Sagan وطـلاء التنظيف الذاتي photocatalytic
- **إفتُتِح-Opened:** ٢٠٠٤ م
- **المُصَـــنِّع-Manufacturer:** Pilkington Deutschland AG/Pilkington Group
- **المساحة –Area:** ١٨٠٠٠م٢
- **المصدر :** Sylvia Leydecker, Pg:90 بتصرف

البيـــــــــان

٦-١٠-٤-١ وصف المبنى و التقنيات المستخدمة :

تم بناء هذا المشروع في ما يقارب العام و هو مدرج استاد لكرة القدم وسط تجمعات حضرية وقد يحوي ٣٠٠٠٠ مشجع، وقد استُعمل أكثر من ١٥٠٠٠م٢ من الخرسانة وحوالي ٣٥٠٠ طن من الخرسانة المسلحة و٣٠ عمود صلب و أما عن العشب المستخدم فمساحته ٧٥٠٠ م٢ ويتم تدفئته من الأسفل، وكذلك يحتوي المشروع على شاشة عرض عملاقة بمساحة ٤٠ م٢، واستخدم في الواجهة الزجاج والألومنيوم كتكسية للواجهة بمساحة ١٥٠٠ م٢ وبعرض ١٢٠م، واستخدمت تقنية التنظيف الذاتي في الزجاج Photocatalysis والتي تعمل أيضا على الحماية من أشعة الشمس ولها كذلك خاصية عزل الضوضاء.[1]

[1] Sylvia Leydecker, Pg:٩٥ بتصرف

التقنيـــــــــة المستخدمة	**٦-١١ تقنية سهولة التنظيف (Easy-To-Clean) *(ETC)Technology***	**رقم المشروع "٩"**
المشروع / بيان الشكل	**٦-١١-١ مشروع "مركز أبحاث للعلم و الأعمال " *"Science to Business Center Nanotronics & Bio"***	

ش: "٦-٢١" الشفافية كمبدأ للشركة المالكة للمبنى، لذا تم تصميم الواجهة الزجاجية بالزجاج و السيراميك المطور بتكنولوجيا النانو.

- **المعماري-Architecture:** Henn Architekten, Munich, Germany
- **العميل- Client:** Degussa, Creavis
- **الموقع-Location:** مارل، ألمانيا
- **التقنية- Technology:** تكسية الحوائط بالسيراميك النانوي -ccflex, nanoceramic wall covering
- **إفتُتِح-Opened:** ٢٠٠٥ م
- **المُصَنِّع-Manufacturer:** كان اسم الشركة وقتها Degussa, و الآن Evonik
- **المصدر :** Sylvia Leydecker, Pg:98 بتصرف

البيـــــــــان

٦-١١-١-١ وصف المبنى و التقنيات المستخدمة :

صممت واجهات المبنى لتكون شفافة وهي تعكس مبدأ الشركة المؤسسة ، و تم استخدام السيراميك النانوي في العديد من الديكورات الداخلية في تكسية الجدران فهو قوي و مرن كما أنها أسطح طاردة للماء مع قابلية نفاذية البخار في نفس الوقت، وهو يعمل عمل ورق الحائط ومتوفر في لفائف، وقد تكون مناسبة في الأماكن التي لا تصلح فيها استخدام ورق الحوائط كالحمامات، ومع وجود خاصية الأسطح الطاردة للماء فإن الوصلات البينية قد يتم حمايتها وبوجود الزخارف فإن هذة الوصلات قد لا ترى من الناحية العملية و هذا ما يضفى الاحساس بالتناسق والانسجام دون إنقطاع في كامل الحائط. [1]

[1] Sylvia Leydecker, Pg:98 بتصرف

التقنيـــــــــة المستخدمة	٦-١١ تقنية سهولة التنظيف (Easy-To-Clean) *(ETC)Technology*	تابع رقم المشروع "٩"
المشروع / بيان الشكل	٦-١١-١ تابع- مشروع "مركز أبحاث للعلم و الأعمال " *"Science to Business Center Nanotronics & Bio"*	

ش: "٦-٢٢" <u>اســـتخدم الطـــلاء ذو خاصية سهولة التنظيف في العديد من الديكورات الداخلية للمبني.</u>

- **المعمـــاري-Architecture**: Henn Architekten, Munich, Germany
- **العميل- Client**: Degussa, Creavis
- **الموقع-Location**: مارل، ألمانيا
- **التقنيـة- Technology**: تكسية الحوائط بالسيراميك النانوي – ccflex, nanoceramic wall covering
- **إفتُتِح-Opened**: ٢٠٠٥ م
- **المُصَـنِّع-Manufacturer**: كـــان اسـم الشركة وقتها ,Degussa والآن Evonik
- **المصدر** : Sylvia Leydecker, Pg:98 بتصرف

- تتميز هذة الأسطح بخاصية نفاذية البخار وفي نفس الوقت طاردة للماء وهي أسطح سهلة التنظيف ، حيث يمكن فقط بكمية قليلة من الماء تنظيفها.

التقنيـــــــــة المستخدمة	٦-١١ تقنية سهولة التنظيف (Easy-To-Clean) *(ETC)Technology*	رقم المشروع "١٠"
المشروع / بيان الشكل	٦-١١-٢ مشروع "شركة مُصنعة ومُصممة للتجهيزات الصحية" *" Kaldewei Kompetenz-Center (KKC) "*	

ش: "٦-٢٣"واجهة شركة تصنع طبقة المينا المستخدمة في صناعة أحواض الاستحمام والتجهيزات الصحية مكسية بطبقة سيراميكية سهلة التنظيف.

- **المعماري-Architecture**: Bolles + Wilson, Miinster, Germany
- **العميل- Client**: Franz Kaldewei GmbH
- **الموقع-Location**: أهلين، ألمانيا
- **التقنيـة– Technology**: مينا صلبة بتقنية سهلة التنظيف.
- **إفتُتِح-Opened**: ٢٠٠٥ م
- **المُصَنِّع-Manufacturer**: Kaldewei
- **المصـدر** : Sylvia Leydecker, Pg:100 بتصرف

البيـــــــان

٦-١١-٢-١ وصف المبنى و التقنيات المستخدمة :

هذا المبنى لشركة ذو ماركة مَسجلة وجودة عالية وهي مُصممة ومصنعه للتجهيزات الصحية ومنها أحواض الاستحمام وهي تُطلى بطبقة من المينا الصلبة تجعلها سهلة التنظيف وبالتالي تكون منخفضة التكاليف بالنسبة للصيانة. [١]

[1] Sylvia Leydecker, Pg:100 بتصرف

التقنيـــــــــة المستخدمة	٦-١١ تقنية سهولة التنظيف (Easy-To-Clean) *(ETC)Technology*	رقم المشروع "١١"
المشروع / بيان الشكل	٦-١١-٣ مشروع "الكلاسيكية الحديثة" *"Modern Classicism"*	

ش: "٦-٢٤" <u>استخدام تقنية سهولة التنظيف في الأسطح الدراخلية للعناصر المعمارية يجعل المبنى من الداخل بيئة نقية نظيفه غير قابله لوجود الأمراض والبكتيريا المعديه.</u>

- **المعماري-Architecture:** MoHen Design International, Shanghai, Chin
- **العميـــل- Client:** MoHen Design International
- **الموقع-Location:** شنغاهاي – الصين.
- **التقنيـة- Technology:** ألـواح مـن النـانو حجـر معالج بتقنية التنافر مع الماء.
- **إفتُتِح-Opened:** ٢٠٠٦ م
- **المُصَنِّع-Manufacturer:** Shanghai Pujin Macromolecule Material Science and Technology Development Ltd. Co., Sunny Win Light Ray ، Apex Group in Nano Technology Co. Ltd. Industrial cooperation with the Technology Research Institute (ITRI)
- **المساحة- Area:** 498 م٢
- **المصدر:** Sylvia Leydecker, Pg: 104 بتصرف

البيـــــــان

<u>٦-١١-٣-١ وصف المبنى و التقنيات المستخدمة :</u>

الألوان هي أكثر ما يلفت النظر في الديكور الداخلي وهي مزيج من الاسود و الأبيض واللـون الفضـي، معظـم العناصـر الديكوريـة والمعماريـة لـديها الطـابع الزخرفـي وتـم اسـتخدام تكنولوجيا النانو فيها لزيادة كفاءتها. [1]

[1] Sylvia Leydecker, Pg:104 بتصرف

التقنيـــــــــة المستخدمة	٦-١١ تقنية سهولة التنظيف (Easy-To-Clean) *(ETC)Technology*	تابع رقم المشروع "١١"
المشروع / بيان الشكل	٦-١١-٣ تابع مشروع "الكلاسيكية الحديثة" *"Modern Classicism"*	

ش: "٦-٢٥" الديكورات الداخليه والعناصر المعماريـة الداخليـة بالمشـروع تـم طلائـهـا بـالطلاء سـهل التنظيـف كـدرابزين السـلم وحلـوق الأبـواب والشـبابيك وغيرهـا لتعطـي الشكل الجمالي المطلوب وتحسن المتانه.

- **المعمـــاري-Architecture:** MoHen Design International, Shanghai, Chin
- **العميـل- Client:** MoHen Design International
- **الموقع-Location:** شنغهاي – الصين.
- **التقنية– Technology:** ألواح من النانو حجر معالج بتقنية التنافر مع الماء.
- **إفتُتِح-Opened:** ٢٠٠٦ م
- **المُصَنِّع-Manufacturer:** Ltd. Co., Apex Shanghai Pujin GroupSunny Win Light Ray Nano in cooperation Technology Co. Ltd. (ITRI) with
- **المساحة- Area:** 498 م٢
- **المصـدر :** Sylvia Leydecker, Pg:104 بتصرف

البيـــــــان

٦-١١-٣-١ تابع – وصف المبنى والتقنيات المستخدمة :

وقد استُخدم طلاء للجدران مقاوم للجراثيم ومع تقنية سهولة التنظيف ولها خاصية التدفئة واحتباس الحرارة، كما استخدم في السلالم الحجر الطبيعي المغطى بطبقة ذو خاصية التنافر مع المياة وسهولة التنظيف لتعطي الشكل الجمالي وتحسين المتانة.[١]

٦-١٢ مثال مستقبلي لمدينة مبنية بالكامل من أنابيب النانو كربون في اليابان –

Ex. For A Future City Built With Carbon Nanotubes in Japan :

شكل (٦-٢٦) يوضح أن تقنية أنابيب النانو كربون ستغير وجه العالم.

- **الحالة– Status**: رؤية مستقبلية لمدينة ذات تقنية عالية.
- **الاستخدام– use** : اداري سكني بحثي ترفيهي. [w٢٣]
- **الموقع–Location**: طوكيو – اليابان.
- **التاريخ – Date**: ٢١٠٠م
- **الأبعاد–Distance**: ارتفاع السطح ٧٣٠م، مساحة الأساسات: ٨ كم٢ ، إجمالي مساحة البناء: ٣٤ كم٢.
- **مواد الإنشاء–Building Materials**: أنابيب النانو كربون.
- **المصمم–Architect**: David Dimitric , Dante Bini.

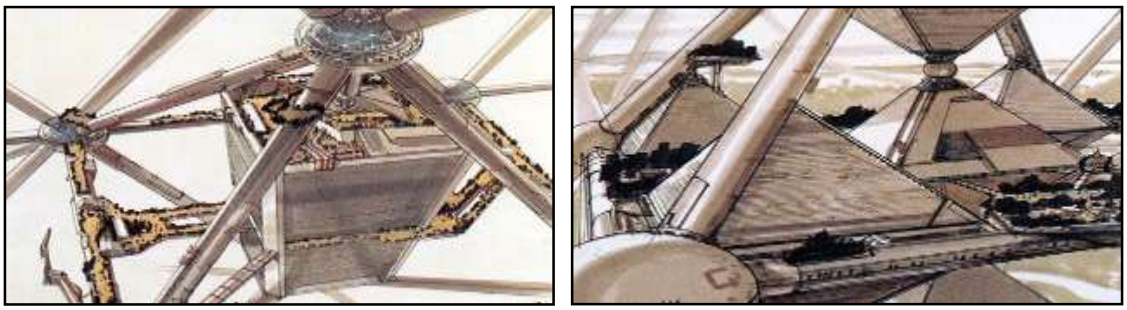
نمط البناء عام ٢١٠٠ على كوكب الأرض ، في الصوره شكل تخيلي للمدينة الهرمية الهائلة ، المقتبس تصميمها من الهرم الأكبر في مصر والمقترح بنائها بالكامل من أنابيب النانو كربون في اليابان.**المصدر:** http://en.wikipedia.org/wiki/Shimizu_Mega-City_Pyramid

بعد إكتشاف أنابيب النانو كربون والإمكانيات المذهله للمواد النانوية والتطبيقات الأخرى التي وعدت بها تقنية النانو والتي تتحقق منها كل يوم، فكل يوم يظهر و يُكتشف الجديد في عالم تكنولوجيا النانو ، مم جعل خيال المصمم المعماري لا حدود له ، وفي اليابان صمم المعماريون مدينة على شكل هرمي مُقتبس من الشكل الهرمي بمصر، سيتم الإنتهاء من بنائها هناك عام ٢١٠٠م سيتخدم في بنائها الكامل بأنابيب النانو كربون ويتم استخدام فيها كافة التطبيقات النانوية الأخرى المكتشفه حتى عام ٢١٠٠، وقد تم تصميمها على أن تقوم بتنقيه الهواء بتكنولوجيا ال H2ology والتي تقوم أساس على تخزين الهيدروجين، وتسمى هذة المدينة الهرمية الهائلة أو Mega–City Pyramid ، وهي مدينة مستقبلية مقترحة في طوكيو باليابان، قد يصل ارتفاعها إلى ١٤ مرة أطول من هرم الجيزة الأكبر، وستضم حوالي ٧٥٠ ألف نسمة، وقد يصل ارتفاع

[1] Sylvia Leydecker, Pg:104 بتصرف

هيكل المدينة إلى ٧٣٠ متر فوق سطح البحر، وتتبع فكرة هذة المدينة جزئيا من الهياكل الهرمية المستقبلية التي ظهرت في أفلام الخيال العلمي Blade Runner (1982) .[١]

ولان تصميم هيكل تلك المدينة هائل فإنه من المستحيل أن يتم بناءه بمواد الإنشاء الحديثة والمعروفة حاليا، ومن هنا كان لابد من إختيار مادة خارقة تتميز بخفة الوزن العالية والمتانة الهائلة ألا وهي أنابيب النانو كربون Carbon Nanotubes والتي تعتبر من أقوى المواد التي قد تستخدم في البناء على كوكب الارض حتى الان.



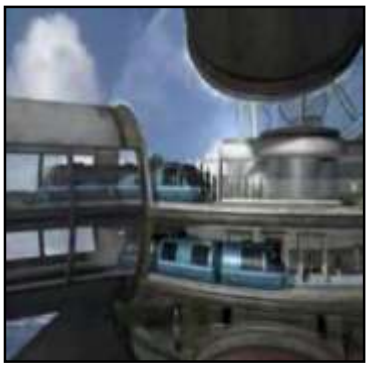
شكل (٦-٢٧) لقطات منظورية كروكية ثلاثية الابعاد مقربة لأجزاء من المدينة الهرمية من الداخل. المصدر: www.youtube.com/Shimizu_Mega-City_Pyramid

شكل (٦-٢٨) مناظير داخليه ثلاثة الأبعاد لتفاصيل بالمدينة الهرمية و لتوضيح بعض مكوناتها. المصدر: www.youtube.com/Shimizu_Mega-City_Pyramid

أما بالنسبة لمواد الإنشاء فستكون أساسات المدينة الهرمية من خرسانة خاصة ، أما عن الهيكل الهرمي فيتكون من جمالونات هائلة الحجم مدعمة بقوائم من أنابيب نانو كربون مفرغة لكي تسمح للهيكل الهرمي للوقوف أمام الرياح القوية والزلازل وتسونامي، كما ستغطي تلك الجمالونات بخلايا ضوئية لتقوم بتحويل الطاقة الشمسية إلى كهرباء وكذلك سيتم تحويل طاقة الرياح إلى كهرباء وليكون المبنى صديقا للبيئة.[٢]

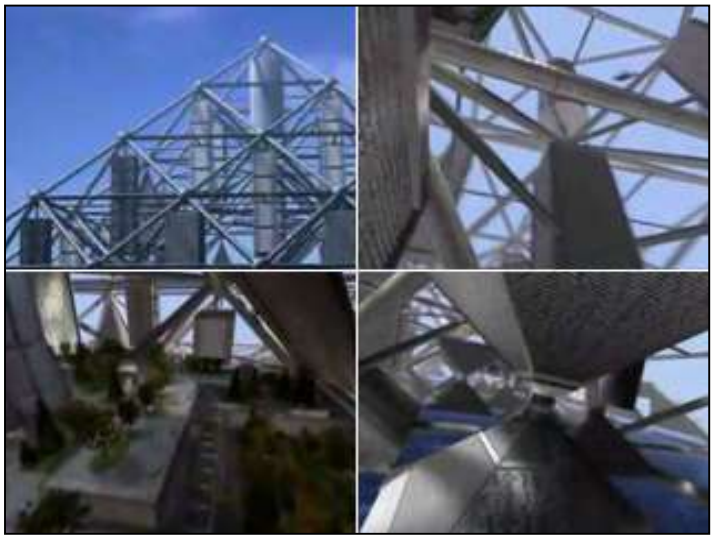
---

[١] www.youtube.com/Shimizu_Mega-City_Pyramid
[٢] http://en.wikipedia.org/wiki/Shimizu_Mega-City_Pyramid

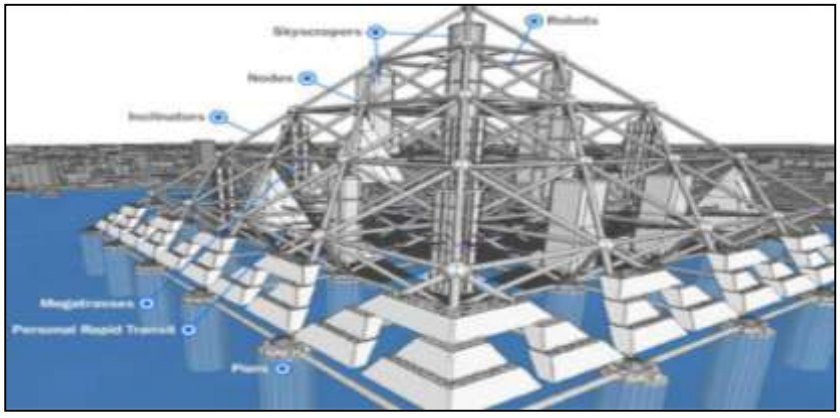


شكل (٦-٢٩) لقطات ثلاثية الأبعاد للوصلات الكروية في المدينة الهرمية و التي تحتوي على محطات لوسائل المواصلات المقترحة. المصدر: www.youtube.com/Shimizu_Mega-

وتم تصميم البناء الهائل بحيث يحتوي على مناطق سكنية وتجارية وترفيهية، تحتوي على أكثر من ٢٤٠,٠٠٠ وحدة سكنية على حوالي 50 كيلومتر مربع وهو ما يكفي لسكن حوالي ٧٥٠,٠٠٠ شخص، كما سيكون لكل مبنى موارد الطاقة الخاصة به (كالشمس والرياح) ، وسيخصص حوالي ٢٤ كيلومتر مربع للمكاتب ومرافق تجارية تهدف إلى توظيف ٨٠٠,٠٠٠ شخص، وسوف يستغل ما تبقى (14 كيلومترا مربعا) لأغراض البحث والترفيه[١].



شكل (٦-٣٠) يوضح صور ثلاثية الأبعاد تخيلية لتفاصيل المبنى الضخم لتوضح كيف ستكون البيئة الداخليه بالمبنى، وتوضح استخدام أنابيب النانو كربون في الهيكل الإنشائي الضخم للبناء، والوصلات الضخمة بين المباني وبعضها. المصدر: www.youtube.com/Shimizu_Mega-City_Pyramid



شكل (٦-٣١) يوضح شكل تخيلي للمدينة الهرمية ومكوناتها. المصدر: www.youtube.com/Shimizu_Mega-City_Pyramid

[١] www.youtube.com/Shimizu_Mega-City_Pyramid

• شكل(٦-٣٢) يوضح حجم المدينة بالنسبة للمدن و المباني الحالية. المصدر: www.youtube.com/Shimizu_Mega-City_Pyramid

• شكل (٦-٣٣) به صورة تخيلية للمدينة الهرمية بجوار إحدى المدن الحالية. المصدر:___ www.youtube.com/Shimizu_Mega-City_Pyramid

شكل (٦-٣٤) يوضح قطار مستقبلي لتوضيح وسيلة المواصلات التي ستقام في المدينة الهرمية باليابان و الذي يكون موفر للطاقة ويستغل طاقة الهيدروجين التي ستوفرها الخلايا النانوية المستخدمه في المدينة. المصدر:__ www.youtube.com/Shimizu_Mega-City_Pyramid

شكل (٦-٣٥) يوضح أشكال لمناظير تخيلية لتشكيلات لمدن أخرى أحدها في دبي والمقتبسه فكرتها من المدينة الهرمية الهائلة المقترحه باليابان . المصدر:-www.youtube.com/Shimizu_Mega-City_Pyramid

ملخص الفصل السادس:

لما كان من أهداف البحث دراسة عمارة تكنولوجيا النانو و التي هي استخدام تكنولوجيا النانو في مجالات البناء والمعمار ، و ذلك للحصول على مبنى قوي ثابت وراق من الناحية البصرية و الجماليه وأيضا صديق للبيئة غير ملوث يعمل على تنقية البيئة المحيطة من الهواء الملوث، وكما يقوم بتوفير الطاقة للمبنى ، وفي بعض الأحيان يقوم بإنتاج الطاقه للمبنى نفسه وللمباني المجاورة،حيث أنه ستتمكن مساكن النانو في المستقبل القريب من مقاومة درجات الحرارة العالية والإشعاعات الضارة والحماية من الحرائق والقدرة على التنظيف الذاتي، كما ستتمكن المباني من صيانة ومعالجة أي تشققات وتصدعات مبكرا واصلاحها بنفسها بصورة مباشرة وتلقائية.

فإنه قد تم في هذا الفصل دراسة ما قد تعد به تقنية النانو في عمارة المستقبل و ما قد تقدمه من تصنيع و بناء سفن للفضاء خفيفه الوزن و كذلك شرح للمصعد الفضائي و الذي وجد أخيرا أن أنابيب النانوكربون هي أصلح مادة قد تستخدم في الغرض لقوتها و متناتها و تحملها لقوي الشد أكثر من الصلب مع الصور الموضحه لذلك، و كما تم دراسة بعض الأفكار النظرية لمباني النانو والتي قد يتم بنائها بالكامل من أنابيب النانو كربون ، ذلك البرج المصمم لحتوي عل ٤٠ طابق وهو برج تيستا الكربوني و المقترح تنفيذه في الولايات المتحدة الأمريكية.

كما تم دراسة بعض المباني المختاره و التي تم تنفيذ استخدام فيها تكنواوجيا النانو و موادها في الارتقاء بالمنتج المعماري و العمراني كذلك ، حيث تم دراسة بعض المباني المستخدم بها تقنية التنظيف الذاتي بنوعيها ألا و هما التحفيز الضوئي و تأثير زهرة اللوتس و كذلك بعض المباني المستخدم في عناصرها المعمارية تقنية سهولة التنظيف لجعلها مباني نظيفه صحية و صديقة للبيئة ، و أخيرا تم دراسة تصميم لمدينة مستقبيلة سيتم بنائها بالكامل من أنابيب النانو كربون والمقترح بنائها في خليج طوكيو باليابان و ستم الإنتهاء من بنائها في عام ٢١٠٠م.

الفصل السابع :

جداول المقارنة التحليلية بين العمارة النانوية التي تم تطبيقها في الخارج مع نماذج من العمارة والعمران المصرية المعاصر.

- مقدمة الفصل السابع :
- الدراسة التطبيقية :

جداول المقارنة التحليلية بين العمارة النانوية التي تم تطبيقها في الخارج مع نماذج من العمارة والعمران المصرية المعاصر.

- نماذج للجداول الموضحة لمدى التباين ولتوضيح إمكانية استخدام تكنولوجيا النانو للإرتقاء البصري والجمالي والبيئي بالعمارة والعمران في مصر
- ملخص الفصل السابع:

مقدمة الفصل السابع :

تعتبر الناحية الجمالية والبصرية لواجهات المباني من أهم العناصر التي تؤثر على حالة المباني ومستعمليها ، كما تعد إنعكاس للشكل الحضاري للمدن بأكملها، وما نعيشه الآن من حالة التلوث البصري المتمثل في القبح المعماري بواجهات المباني عامة وبالأخص المباني الحكومية، فإنما يدل على الإهمال الجسيم لأعمال الصيانة الدورية وعدم الإكتراث بالشكل الجمالي للمبنى وواجهاته ، وقد مستعملي المباني على هذا القبح المعماري والتلوث البصري الموجود حتى ألِفوه.

ومن هنا جاءت أهمية البحث وتحقيقًا لأهدافه ، ولتوضيح مدى التباين بين التطور التقني المستخدم في العمارة العالمية بالدول المتقدمة بالمقارنة بالعمارة المصرية المعاصرة ، فإنه سيتم في هذا الفصل عمل جداول المقارنات التحليلية لبعض المباني الحكومية المعاصرة مع المباني المعاصرة والحديثة في بعض الدول المتقدمه والتي استخدمت في تطويرها أو في بنائها تقنيات النانو المتطورة التي ترتقى بالبناء وبمستعمليه والتي منها على سبيل المثال لا للحصر تقنيات التنظيف الذاتي وتقنيات تنقية الهواء.

مع محاولة استنباط إمكانية تطبيق واستعمال تقنية النانو في المباني المصرية المعاصرة أو المخطط لبنائها، كتطوير لواجهاتها باستخدام الطلاء ذو التنظيف الذاتي بنوعيه أو الطلاء سهل التنظيف و تقنية تنقية الهواء ببلاطات السيراميك المتطوره ، و إمكانية استخدام الخرسانة المنقية للهواء في الساحات العامة و الخاصة و غيرها من التقنيات الراقية بصريا و جماليا والصديقة للبيئة في ذات الوقت ، و ذلك من خلال عرض بعض الاستنتاجات والحلول المعمارية والعمرانية لحل تلك المشاكل.

ملخص الفصل السابع:

إن المبنى ليس مجرد بناء أصم من الطوب والحجر بل هو كائن بما يحويه ، و بمثابة الجلد الثالث لمن يضمه بين جنباته، وإن حالة القبح المعمارى و ظاهرة التشوه البصري و إغفال الناحية الجمالية للمباني أصبح طابع يميز العمران المصري المعاصر.

و من هنا و بعد دراسة تأثير تقنية النانو على مواد و عناصر البناء المختلفه و من خلال التعرف على أهداف و مبادئ تكنولوجيا النانو ، وتحقيقا لأهداف البحث و إثباتا لأهميته تم توثيق الحالة الراهنه التي عليها المبانى في المدن الكبرى بمصر و مقارنتها بالعمارة التي استخدمت فيها تقنيات النانو المتعدده ، ثم تم استنباط واستنتاج إمكانية تأصيل مفهوم تكنولوجيا النانو في العمارة والعمران في مصر و ذلك لمحاولة الإرتقاء بالعناصر المعمارية و العمرانية المعاصرة و المخطط بنائها في المستقبل.

إن الحديث عن الناحية الجمالية و البصرية لواجهات المباني ليس حديث رفاهية بل هو يصب مباشرة فى صميم تكويننا الثقافى والسلوكى وأيضا النفسى والمعنوى ويوم أن تركنا كل معانى الجمال تركنا معها أيضا كل معانى الرقى والتحضر فى الفكر والسلوك ، ولكن الصورة ليست قاتمة فإن تلك المنتجات النانوية الطلائية المعالجة للواجهات والمنقية للهواء وغيرها مطروحه في الأسواق العالمية حديثًا و من الممكن تصنيعها بداخل مصر ، بحيث يمكننا أن نكون من البلاد المنتجة والمصدرة لمثل تلك المواد والتي أصبحت الحاجة إليها ملحة لمحاولة الإرتقاء بالعمارة و العمران في مصر.

النتائـــــج النظريـــــة:

النتائـــج النظريـــة:

من خلال دراسة مجموعة من المباني العامة بالدول الأجنبية لتقييمها وتحليلها من حيث مدى تأثير استخدام تقنية النانو المباشر لتحقيق الارتقاء بها ، فإنه أمكن استنتاج التالي :

- ارتقت تقنية النانو بالمباني التي تم دراستها من حيث التشكيل والتشغيل والأداء والوظيفه وبالبيئة المحيطة بالمبنى و البيئة الداخليه أيضاً.
- تعتبر تقنية النانو تطورا للعمارة الذكية وستنتج عمارة أكثر ذكاءا وتطوراً في أداء المبنى وتشغيله وصيانته.
- تعتبر بعض المواد النانوية مواد ذكية وليس كل المواد الذكية هي مطورة بتقنية النانو.
- تقنية النانو في البناء ستحقق رقيا في الشكل والوظيفه في العمارة المصرية.
- استخدام تقنية النانو في العمارة والعمران قد يساهم في تحسين صحة الإنسان لا الضرر بها.
- تساهم تكنولوجيا النانو في تأصيل مفهوم الاستدامة في العمارة و العمران.
- تحتاج العمارة والعمران المصري إلى مزيد من الاهتمام لتفشي ظاهرة التشوه البصري والجمالي الذي نتعايش معه في مدننا، وان استخدام تكنولوجيا النانو في العمارة والعمران المصري قد يقلل من تلك الظاهره.
- تتميز تقنية النانو بأنها عملية ذات مردود اقتصادي كبير حتى على المدى البعيد، فمواد البناء النانوية غالية الثمن إلى حد ما ولكن عمرها الافتراضي أكبر مم يوفر فيما بعد في صيانة المنشأ.
- مجال التشييد والبناء، يعد أحد أهم التطبيقات الحديثة لهذه التكنولوجيا الواعدة، حيث تسهم هذه التكنولوجيا في انتاج مواد بناء ذات ميزات وخصائص حرارية وكهربائية وفيزيائية وكيميائية وميكانيكية فريدة.
- ان استخدام تكنولوجيا النانو وموادها سوف تصنع جيلا جديدا من المعماريين يدرك أن المبنى له روح ولغة فهي تحافظ على روح المبنى وجماله الدائم وتطيل من عمره الافتراضي.
- ساعدت تكنولوجيا النانو في تطوير الفكر المعماري من خلال طرح العديد من الأفكار النظرية القابلة للتنفيذ مع التطور الرهيب الذي أحدثته هذه التكنولوجيا في خصائص مواد البناء والتشطيب.

***

التوصيـــــــات:

التوصيـــــــــات:

لما كان هدف البحث الأساسي هو وضع خطوط ارشادية لتحقيق الاستفادة من تكنولوجيا النانو في الإرتقاء بالعمارة والعمران المصري فإنه لن يتم ذلك إلا من خلال التوصيات الأتية:

١- بعد الإعلان عن التخطيط لإقامة عاصمة جديدة للبلاد فإنه من الضروري استخدام مواد النانو في مبانيها منذ بدء الإنشاء حتى يتم تلافي تكرار ما نعيشه الان من تلوث هوائي وسمعي وبصري بعد مرور السنين.

٢- ضرورة وضع ما يسمى ب "الكود المصري لمواد البناء النانوية" وذلك لان تكنولوجيا النانو وموادها أصبحت تستخدم وبشكل أساسي في دول العالم المتقدمه وتستوردها منها الان بعض مدن وعواصم الدول العربية.

٣- على الجهات البحثية في مصر الاهتمام بالأبحاث في مجال تكنولوجيا النانو لاستنباط مواد جديدة تساهم في حل مشاكل العمران في مصر من حيث الكم والنوع والتكلفة واستهلاك الطاقة، وتطوير اسلوب البناء، و ليكون لمصر موضع قدم في هذا المجال بالتصنيع والانتاج والتطبيق.

٤- يجب ان يتم إدماج المعماريين في الأبحاث العلمية الجارية والمستقبلية على تقنية النانو بالمراكز البحثية وغيرها لان المعماري هو من يقرر استخدام تلك المواد المطورة الناتجة عن الابحاث وتطبيقاتها المعمارية وهو القادر على توظيف هذة المواد ومن ثم كيفية وزمانية استخدامها في المباني.

٥- على المعماريين التواصل مع احدث التطورات في مجال تكنولوجيا النانو لاستيعاب الجديد مما يتيح تطوير العملية التصميمية والفكر المعماري لهم استنادا إلى الخصائص الفريدة لمواد تكنولوجيا النانو.

٦- ضرورة تشجيع واستقطاب المستثمرين ورجال الاعمال للمشاركة في الإنفاق والاستثمار على أبحاث وتطبيقات النانوتكنولوجي، كما يجب تخصيص جزء من الموارد المالية للقيام بالابحاث العلمية المعمارية المطلوبة وللحصول على نتائج عينيه.

٧- ضرورة التوسع في إنشاء شبكات للعلماء المصريين تتضمن حصر للعلماء المصريين في مجال النانوتكنولوجي وربط العلماء ببعضهم لتحقيق التعاون المشترك والفعال لتحقيق الفائدة من علوم وأبحاث وتطبيقات هذة التقنية في مجال العمارة و العمران.

٨- على مؤسسات التعليم المعماري بمصر الاهتمام والدراسة والتعريف بمواد البناء المعالجة بتكنولوجيا النانو ومدى تأثيرها على العمارة والعمران، من خلال إقامة ورش عمل يتم فيها دعوة

التوصيـــات

علماء وأساتذة متخصصين في تدريس تكنولوجيا النانو من الدول المتقدمة لعرض تجاربهم أمام نظرائهم في مصر.

٩- ضرورة دراسة كيفية اتخاذ عناية خاصة للأخطار والإنعكاسات التي قد تنتج عن أبحاث وتطبيقات تقنية النانو على صحة الإنسان والبيئة وأهمية الإستخدام السليم والآمن لتطبيقات تكنولوجيا النانو في العمارة في مصر واتخاذ تدابير احتياطية فهناك مخاوف وتحذيرات عالمية حاليا من بعض أبحاث وتطبيقات تكنولوجيا النانو.

***

الدراسات المستقبلـــــية :

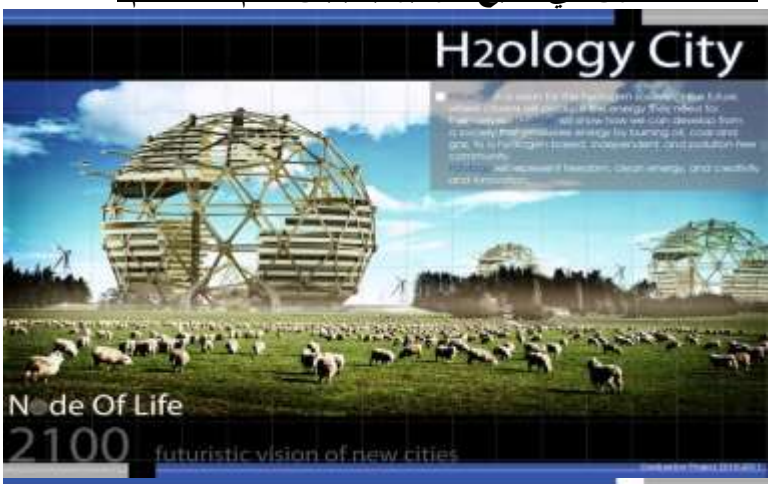
- **استخدام تقنيات النانو في تطوير التجمعات العمرانية العشوائية.**
- **استخدام أنابيب النانو كربون كمادة بناء في إنشاء ناطحات السحاب.**

الملاحـــــق

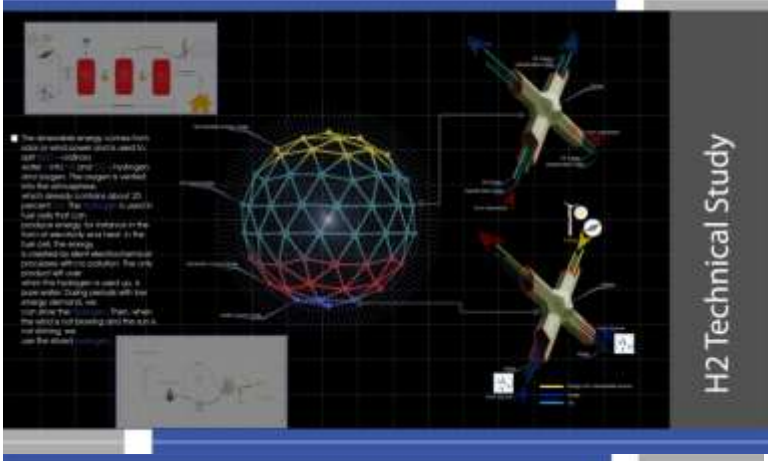
الملاحـــــق

ملحق رقم (١)

مدينة ال H٢ology: وهي مدينه صممها معماري مصري على غرار المدينة الهرمية الهائلة التي صممت لتكون في خليج طوكيو باليابان عام ٢١٠٠م.



شكل (١) شرح لكيف ستعمل تقنية الهيدروجين أو ال H٢ollogy في المدينة. المصدر: www.robaid.com/tech



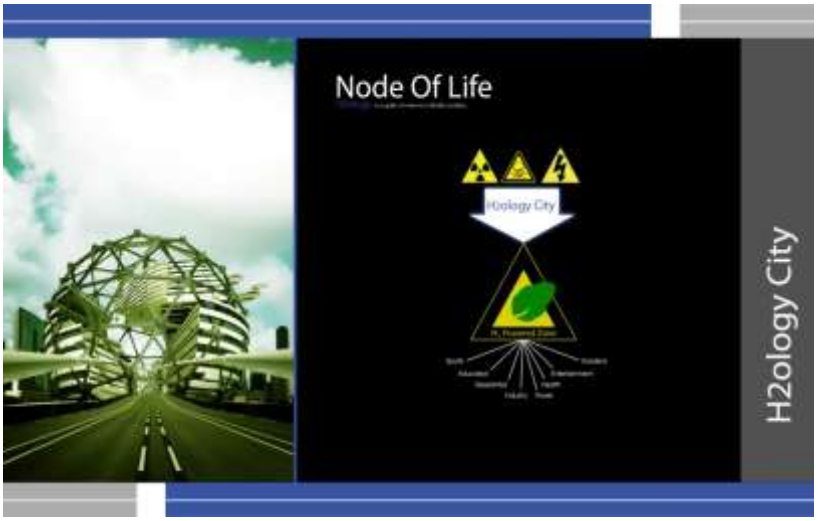
شكل (٢) لقطه ليلية للمدينه التي ستقع على بحيرة البرلس بجمهورية مصر العربية. المصدر: www.robaid.com/tech

شكل (٣) لقطه نهارية للمدينه الصديقة للبيئة. المصدر: www.robaid.com/tech

الملاحـــــق

شكل (٤) لقطه داخلية للمدينة البيئيــة علــى بحيــرة البــرلس وتوضـح منظـور تخيلـي لأدوار المدينـــــــة. المصـــــــدر: www.robaid.com/tech

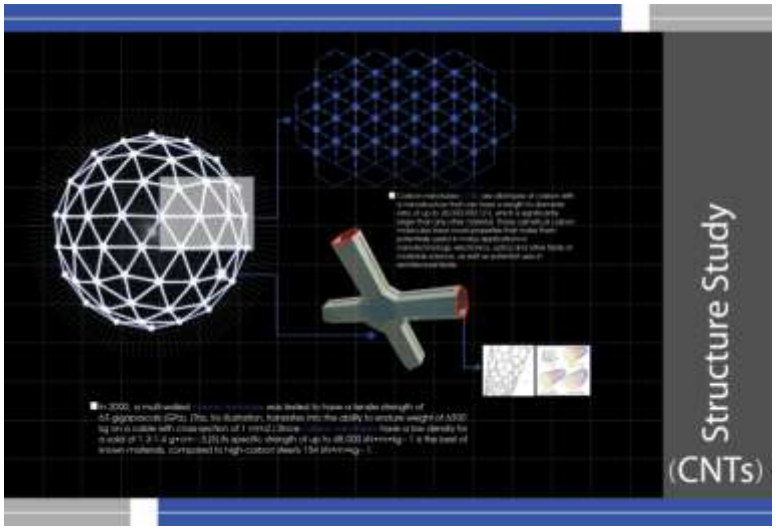
شـكل (٥) لقطــه داخليةلشـارع مـن الشـوارع الداخليـه للمدينـة. المصـــــــــــــــدر: www.robaid.com/tech



شكل (٦) لقطـه لإحدى الطرق المؤديـــة للمدينـــه الخضـــراء والمحققـــه لمبـــادئ العمـــارة الخضراء والمستدامه. المصدر: www.robaid.com/tech

الملاحـــــق

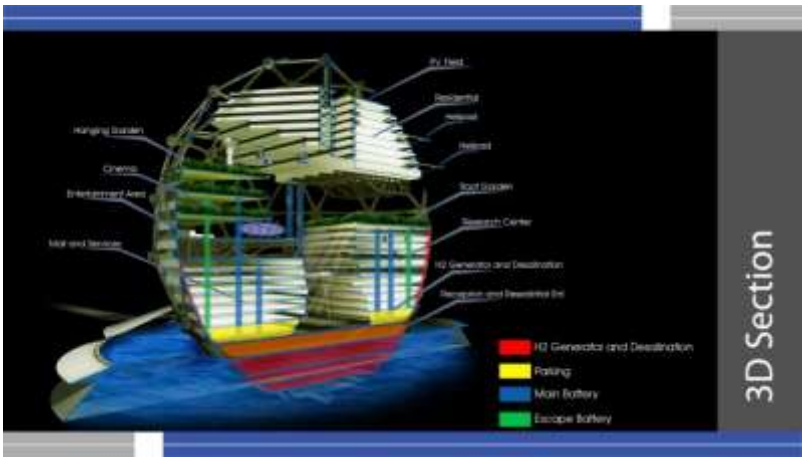
شكل (٧) دراسة مناخية للبيئة الداخلية للمدينه المصرية.
المصدر:
www.robaid.com/tech



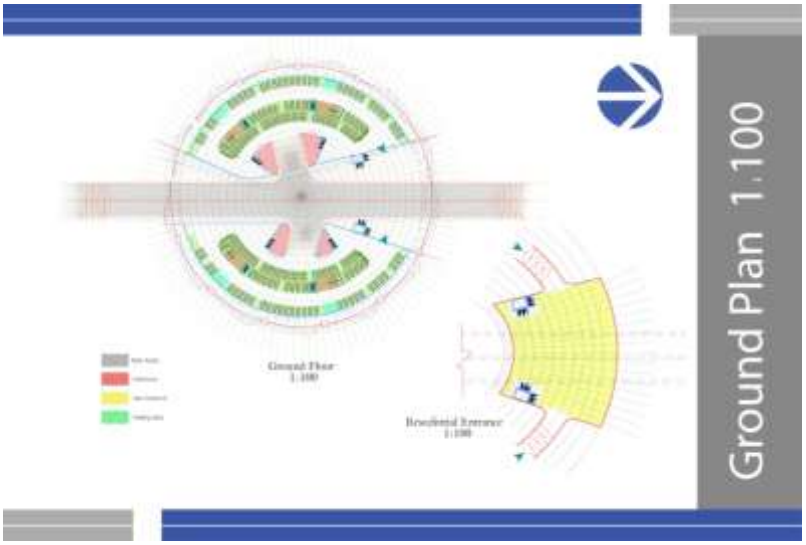
شكل (٨) دراسة توضح أو الوصلات المستخدمه ستعمل بتقنية الهيدروجين باستخدام أنابيب النانوكربون المطورة.
المصدر: www.robaid.com/tech

شكل (٩) دراسة للموقع المقترح للمدينه على بحيرة البرلس المصرية ، عن طريق استخدام جوجل ايرث. المصدر:
www.robaid.com/tech

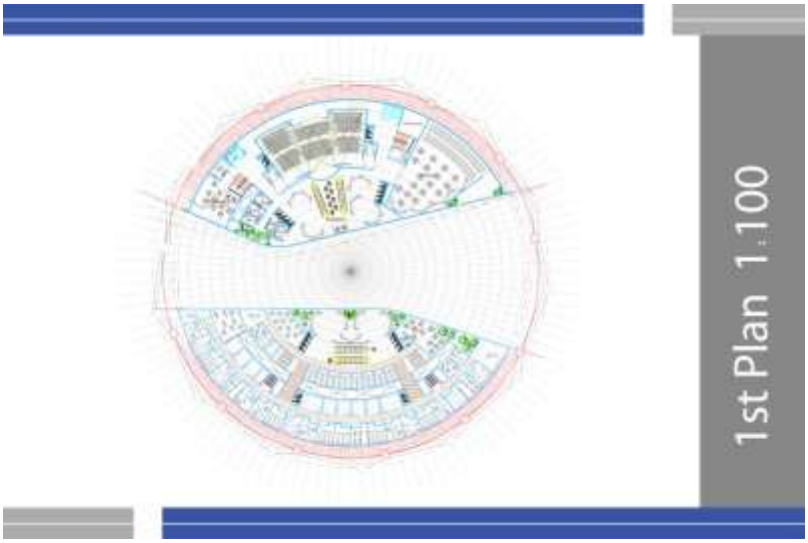
الملاحـــــق



شكل (١٠) دراسة لقطاع رأسي يمر بالمدينه بالكامل يوضح استخدامات مباني المدينه. المصدر: www.robaid.com/tech

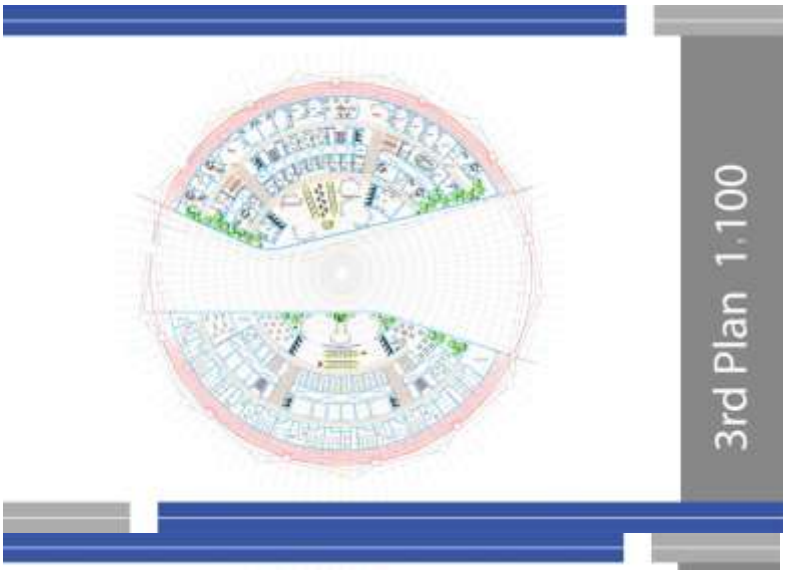


شكل (١١) قطاع أفقي للدور الأرضي للمدينه . المصدر: www.robaid.com/tech



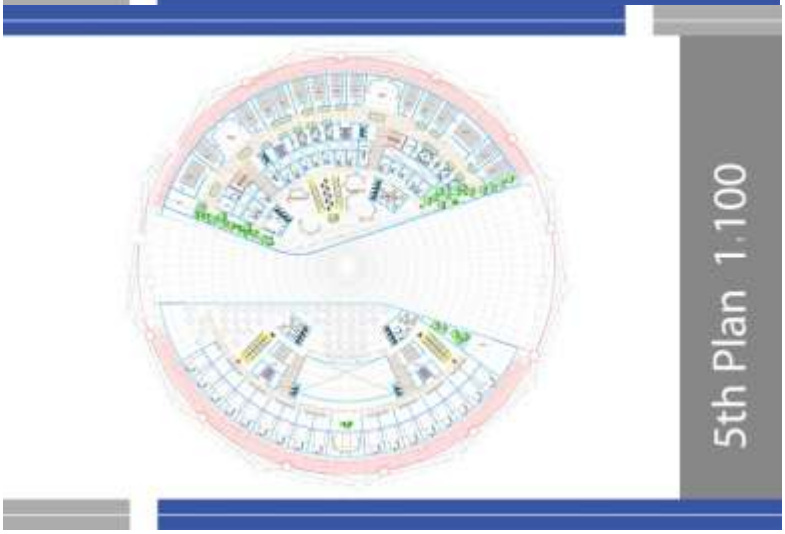
شكل (١٢) قطاع أفقي للدور الأول للمدينه . المصدر: www.robaid.com/tech

الملاحـــــق



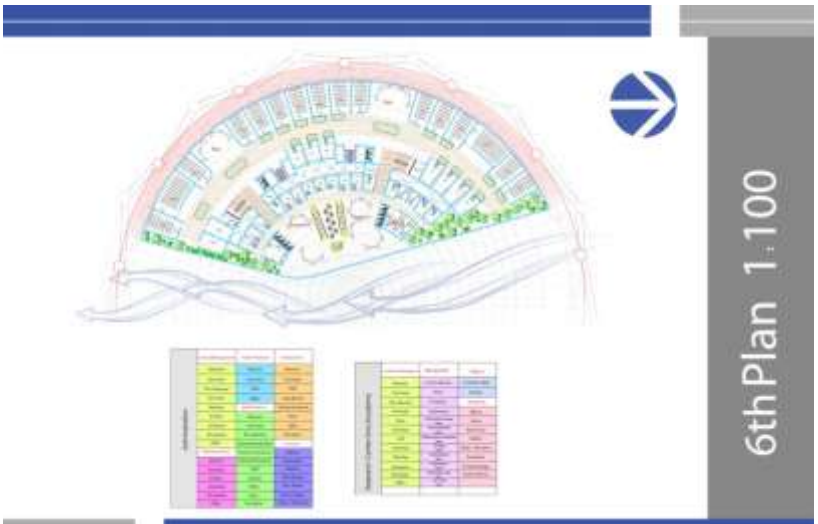
شكل (١٣) قطاع أفقي للدور الثالث للمدينه . المصدر: www.robaid.com/tech

شكل (١٤) قطاع أفقي للدور الرابع للمدينه . المصدر: www.robaid.com/tech



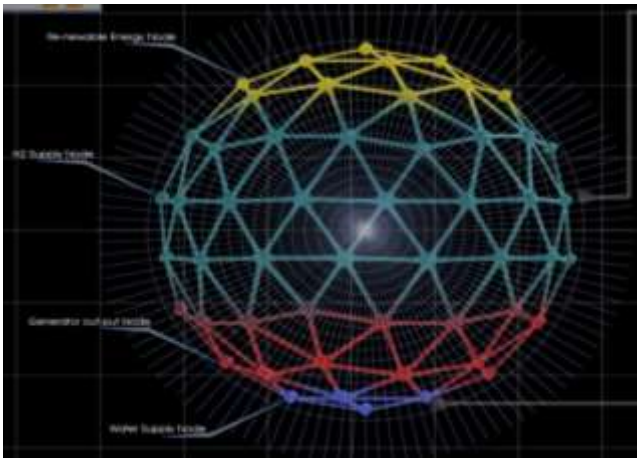
شكل (١٥) قطاع أفقي للدور الخامس للمدينه . المصدر: www.robaid.com/tech

الملاحـــــق



شكل (١٦) قطاع أفقي للدور السادس للمدينه . المصدر: www.robaid.com/tech

شكل (١٧) لقطه تخيليه لمصر والعالم من جوجل ايرث في المستقبل. المصدر: www.robaid.com/tech

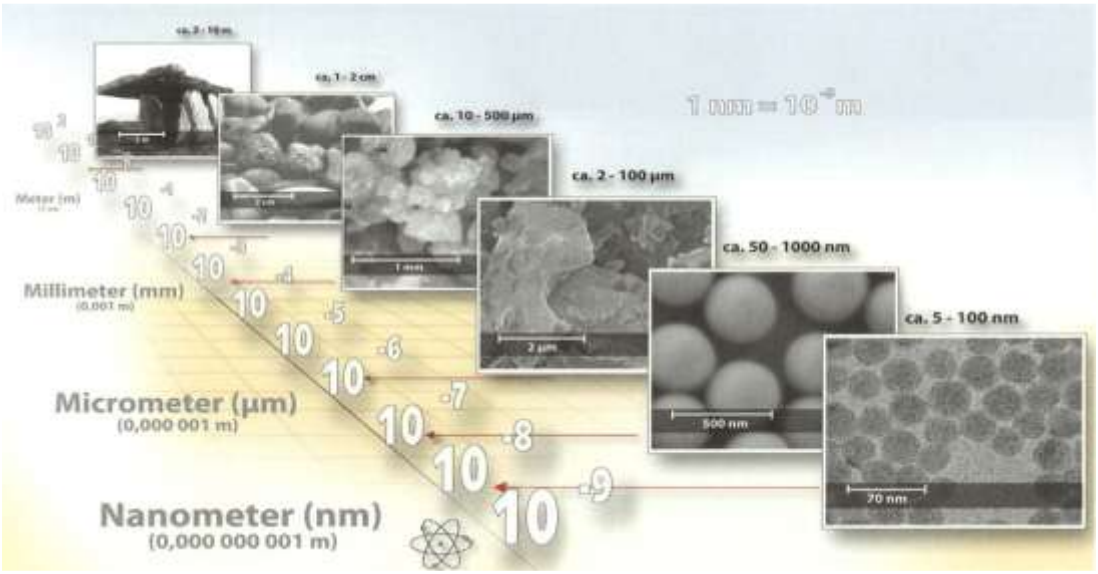


شكل (١٨) يوضح مكونات الهيكل الذي يحتوي المدينة. المصدر: www.robaid.com/tech

الملاحـــــق

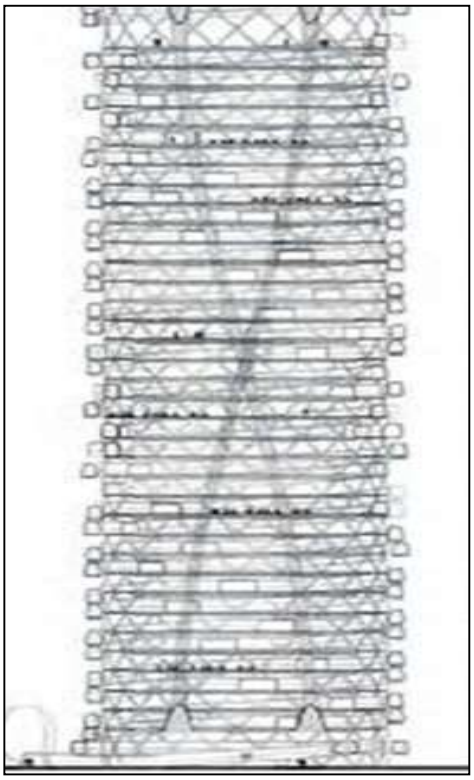
ملحق رقم (٢)

مجال تكنولوجيا النانو



شكل (١٩) صورة توضح مقياس االنانو الذي يتعامل به النانو تكنولوجي . المصدر: Sylvia Leydecker **, Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design**

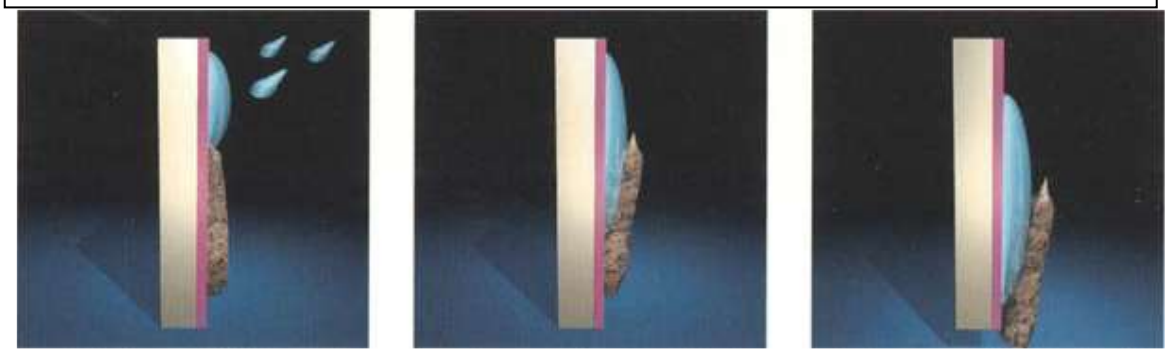
شكل (٢٠) فوق : صورة ملونة توضح السطح المعرج المكون لورقة نبات اللوتس . المصدر: Sylvia Leydecker **, Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design**



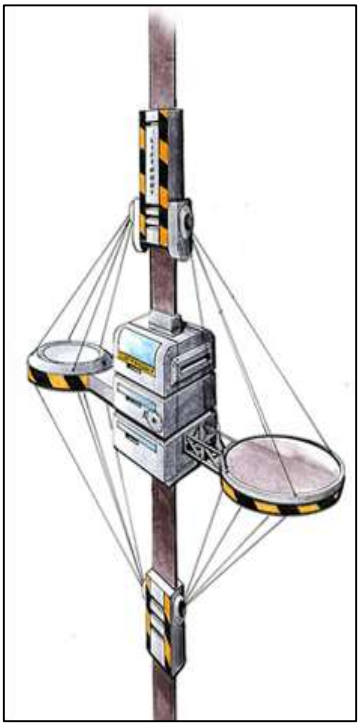
شكل(٢١) يسار : كروكي للبرج المكون من ٤٠ طابق و مبني من أنابيب النانو كربون. المصدر: Sylvia Leydecker

الملاحـــــق

شكل (٢٢) توضح كيفية التنظيف الذاتي للأتربة و الزيوت العضوية بالمطر للأسطح المصنوعة بتقنية التنظيف الذاتي. المصدر: Sylvia Leydecker



شكل (٢٣) صورة توضح تقنية التنظيف الذاتي بالمطر . المصدر: : Sylvia Leydecker

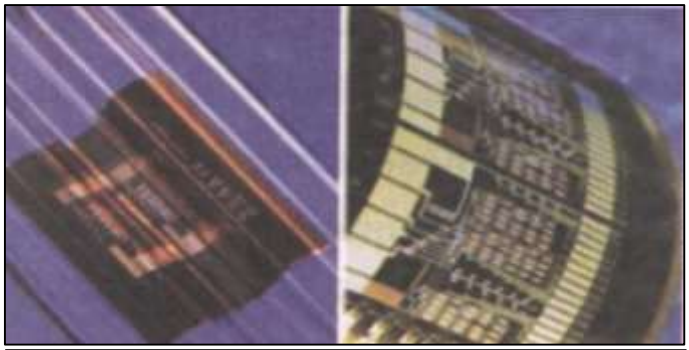


يمين : شكل (٢٤) يوضح المصعد الفضائي المقترح و التي ستقوم وكالة ناسا بالإنتهاء من عمله حوالي عام ٢٠٣٠م ، و سيتم استخدام أنابيب النانو كربون في صناعته و صناعة الكابل الذي سيحمله. المصدر: : Sylvia Leydecker

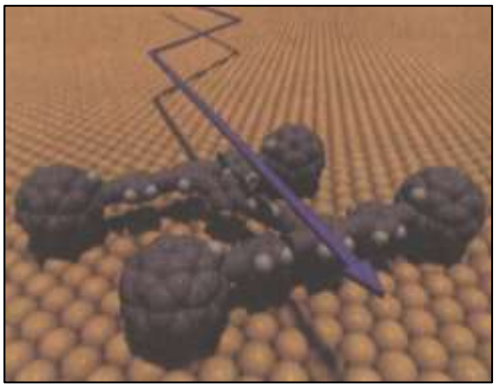
شكل (٢٥) يوضح الغواصة الطبية النانوية في فيلم الرحلة الخيالية عا م ١٩٦٦ م
المصدر: صفات سلامة ،**النانوتكنولوجي عالم صغير ومستقبل كبير (مقدمه في فهم علم النانوتكنولوجي**، ص ٣٥]

الملاحـــــق

شكل (٢٦) يوضح مضرب التنس Code والذي أنتجته شركة "ويلسون" الأمريكية باستخدام تقنية النانو المصدر: صفات سلامة ، ص ٥٥]

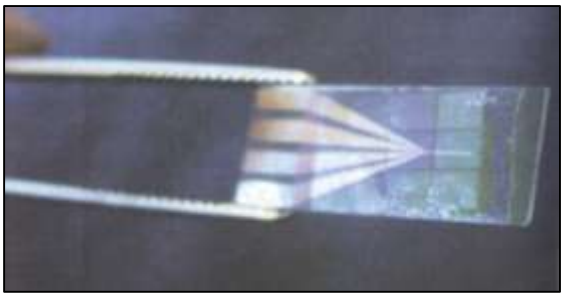


شكل (٢٧) تكنولوجيا "الشبكة الناوية" Nanonet و هي عبارة عن دوائر مكونه من العديد من أنابيب النانو. المصدر:[صفات سلامة ص ٥٥]

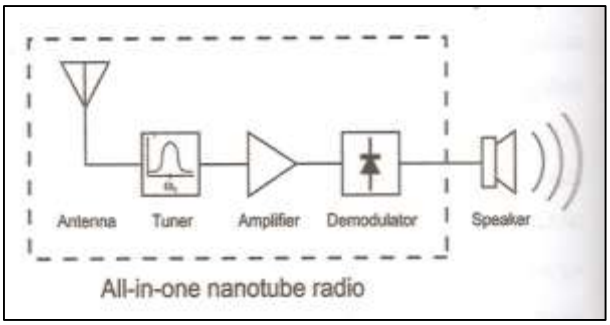


شكل (٢٨) يوضح السيارة النانوية Nanocar حيث تمكن من صنعها علماء من مختبر جامعة رايس الأمريكية في هيوستن. المصدر: صفات سلامة ، ص ١٠٥]

شكل (٢٩) يوضح الهاتف المحمول باستخدام تقنية النانو و الذي تجرى أبحاث حاليا لإنتاجه بين مركز نوكيا للأبحاث و جامعة كامبريدج البريطانية. المصدر:[صفات سلامة ص ١٠٨]



شكل (٣٠) البطاريات النانوية التي طورها فريق بحثي من معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا MIT، وتحوي فيروسات حيه Virus-Based Battaries. المصدر: صفات سلامة **،النانوتكنولوجي عالم صغير ومستقبل كبير (مقدمه في فهم علم النانوتكنولوجي**، ص ١١٠]



شكل (٣٠) يوضح جهاز راديو نانوتيوب والذي سيقوم بتحسين كافة الأجهزة اللاسيلكية. المصدر: صفات سلامة ،**النانوتكنولوجي عالم صغير ومستقبل كبير (مقدمه في فهم علم النانوتكنولوجي**،ص ١١١]

المراجـــــع

أولا : المراجـــع العربيـــــة :

١- جمال أحمد عبد الحميد و ياسر محمد صلاح الدين المغربي ، **تكنولوجيا النانو ودورها في تحقيق الاستدامه من خلال تطوير مواد وأساليب الانشاء** ، بحث منشور، جامعة المنيا.غير متوفر.

٢- حسين محمد جمعة ، **النانو تكنولوجي في قطاع التشييد و البناء** ، القاهرة ، ٢٠٠٩ م

٣- صفات سلامة ، تقديم العالم البروفيسور منير نايفه ، **النانوتكنولوجي عالم صغير ومستقبل كبير (مقدمه في فهم علم النانوتكنولوجي)**، الدار العربية للعلوم ناشرون، مؤسسمة محمد بن راشد آل مكتوم، الطبعة الأولى ٢٠٠٩.

٤- علي محمد علي عبد الله ، **النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف**، مكتبة الدار العربية للكتاب، القاهرة، الطبعة الأولى يناير ٢٠١٢م.

٥- فتح الله الشيخ و محمود موسى، **كتاب قصة النانو تكنولوجيا**، غير متوفر.

٦- فؤاد زكريا، **كتاب التفكير العلمي**، العدد الثالث، لعام ١٩٧٨م.

٧- قحطان خلف الخزرجي ورنا عفيف عنائي واسيل باسم الزبيدي – **كتاب التقنية النانوية** – دار دجلة ، سنة ٢٠١٠م.

٨- محمد صفي الدين حامد، **العمارة اليمنية والبيئة**، بحث منشور، كلية الهندسة والتكنولوجيا، جامعة حلوان، العدد ٤، ابريل ١٩٩٥.

٩- محمد شريف الاسكندراني، **كتاب تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل**، بسلسلة عالم المعرفة – ابريل ٢٠١٠.

١٠-نهى علوى الحبشي، **ما هي تقنية النانو؟** ، جامعة الملك عبدالله بثول في جدة، ١٤٣٠هـ.

١١-يحيى وزيري، **التصميم المعماري الصديق للبيئة نحو عمارة خضراء**، الطبعة الأولى، مكتبة مدبولي، القاهرة، ٢٠٠٣م

ثانيـا: المجلات والدوريات والنشرات :

١٢-مجلة عصر المدن، المجلد الثالث، البيئة البشرية للمدن، العدد الثاني ، القاهرة ، ١٩٩٥م.

١٣-مجلة عمران، العدد السابع عشر، محمد هادي البرقاوي، البناء بالطين في حضر موت، ٢٠٠٧م

ثالثـــا : المراجـــع الأجنبيـــــة :

١- Addington, M., **smart materials and new technologies for the architecuture and design professions**, Elsevier, oxford, ٢٠٠٥.

٢- Axel Ritter, **smart materials in architecture, interior architecture and design**, birkhauser publishers for architecture, basel. ٢٠٠٧

٣- Cao, Guozhong (٢٠٠٤). **Nanomaterials: Synthesis,Prperties, and Applications**, Imperial College Press, London.

- Roughley, David (٢٠٠٤). **"Nanotechnology in Nutshell"**, at www.nanotechbc.ca/nanotech_Nutshell.pdf
- Fabrizio, Enzo Di et ai**."Top-down and bottom-up nanofabrication for multipurpose application"**. Materials Research Society: at www.mrs.org
- **"Bottom-up Methods for Making Nanotechnology Products"** Azonano, at: www.azonano.com
- Xiang Zhang, Cheng Sun and Nicholas Fang (٢٠٠٤). **"Manufacturing of Nanoscale: Top-Down, Bottom-Up and System Engineering".** Journal of Nanoparticle Research, vol.٦, no.١, February, pp.١٢٥-١٣٠.

٤- chopra١,K., Paulson, P. and Dutta١, V. **Thin-Film Solar Cells: An Overview. Progress in Photovoltaic's.** ٢٠٠٤

٥- Design Ecologies: **Essays on the Nature of Design,** published by Princeton Architectural Press, New York, ٢٠١٠

٦- 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, ٢٠٠٧.

٧- **Guinness Records Names JPL's Aerogel World's Lightest Solid** – NASA- Jet Propulsion Laboratory- ٢٠٠٢-٥-٠٧- Archived from original on ٢٥ May ٢٠٠٩- Retrieved ٢٥-٥-٢٠٠٩

٨- Jencks , Charles, **Architecture Today**, Academy Editions, London, ٢٠٠١

٩- Journal of Metal. (April ١٩٨٧),غير متوفر

١٠- Medhat A. Haroun, Sherif Sedky, **Applications of Nanotechnology in Construction Engineering** , School of sciences and Engineering , The American University in Cairo , Egypt.

١١- Michael F.Ashby, Paulo J.Ferreira & Daniel L.Schodek, **Nanomaterials , Nanotechnologies and design** , Elsevier, Burlington , Ms ٠١٨٠٣ , USA & Oxford OX٢ ٨DP, UK, ٢٠٠٩.

١٢- Rodger DC,FongAJ,Wen Let al .**Flexible Praylene multielectrode array technology for high-destiny neural stimulation** , and recording .Sense Actuators B chem.٢٠٠٨

١٣- **Samsung Silver Nano Health System Gives Free Play to its "silver" Magic"**, May ٢٩-٢٠٠٥. Samsung , Press Center at www.Samsung.com

-"Samsung Launches first-of-a king Silver Nano technology-embedded home appliances in Middle East" April ١٧,٢٠٠٥. AMEInfe, United Arab Emirates. At:www.ameinfo.com

١٤- Sylvia Leydecker**, Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design**, Translation: Julian Reisenberger, Weimar , Berlin , ٢٠١٠

١٥- Victor, G., **Encyclopedia of vibrations, actuators and smart structures**, University of South Carolina, Columbia. ٢٠٠٠

١٦- Vollath, Dieter (٢٠٠٨). **Nanomaterials: An Introductio to Synthesis , Properties and Application**, John Wiley & Sons, Ltd., NJ.

١٧- Wigginton M; Intelligence skins, غير متوفر

رابعـــا: مواقـــع الانترنـــت :

١- www.wikipedia.com

٢- http://media٠١.living٤media.com/wmpreviews/OTEwNTIyNg==/٠٠٧٠٠٤٠٢

٣- http://ak.picdn.net/shutterstock/videos/٤١٢٦٦٣/preview/stockfootage-swinging-open-of-the-blagoveshchensky-bridge-saint-petersburg-russia

٤- https://www.google.com.eg/search?newwindow=١&hl=ar&site=imghp.&tbm=isch&sa=١&q=Swing+Bridge&oq=Swing+Bridge&gs_l=img.٣

٥- http://zahahadidblog.com/projects/١٠٠٧/٠٦/١٣/zahas-travelling-exhibition-pavilion

٦- /https://www.pinterest.com/pin/٢٤٣٤٧٥٩٢٣٥٧٦٣٨٣٤٨٩

٧- http://kierantimberlake.com/research/smartwrap_research_١.html

٨- http//www.nanosky.com.

٩- موقع شركة IBM
http://www.research.ibm.com/about/top_innovations_history.shtm

١٠- http://www.pydt.net

١١- Royal society of Chemistry (www.rsc.org)

١٢- http://www.sudacon.net

١٣- www.robaid.com/tech

١٤- www.namophos.com

١٥- http://phys.org/news١٥٤٠١٣٨٩٩.html#jcp

١٦- www.nano-sky.com

١٧- شركة "فيورافانتي *Fioravanti* الايطالية www.fioravanti.it

١٨- http://os.typepad.com/my_weblob/images/lightworks٢_٢.jpg

١٩- (www.maed_kougyou.com

٢٠- http//www.alhasebat.net/vb/showthread.php?t=٩٨٠١
٢١- http://cache.gawkerassets.com/assets/images/٨/٢٠١١/٠٢/spaceelevatornice.jpg
٢٢- http://news.illinois.edu
٢٣- http://en.wikipedia.org/wiki/Shimizu_Mega-City_Pyramid
٢٤- www.youtube.com/Shimizu_Mega-City_Pyramid
٢٥- موقع جريدة الوطنhttp://www.elwatannews.com/news/details/٤٠٦٠٨١

مُلخـص الرسالـــــة

مُلخص الرسالـــة :

تقنية النانوتكنولوجي (التقنيات متناهية الصغر)، تعد أحد أهم الاتجاهات العلمية العالمية الحديثة الآن، فهي تكنولوجيا المستقبل التي ستغير العالم في كافة مجالات الحياة ، كما ستشكل مستقبل الدول واقتصاد العالم فهي تحمل في طياتها إمكانات هائلة في العديد من المجالات مثل الصناعة والطاقة والمياة والطب والأدوية والعلاج والاتصالات والزراعة وصناعة الأغذية والاستراتيجيات العسكرية والأمن القومي والكمبيوتر والإلكترونيات والبيئة وغيرها من المجالات.

وكان من أهداف البحث إثبات أن لهذة التكنولوجيا أكبر الأثر في إمكانية تطوير وتحقيق الارتقاء بالعمارة والعمران المصري من حيث إستغلال المواد المطورة بها لتحقيق الإرتقاء البصري والبيئي، وقد تم عرض بعض المفاهيم والمصطلحات العلمية المعمارية والإنشائية الواردة بالبحث وفي مجاله كمصطلح التقنية أو التكنولوجيا ووحدة البناء وتعريف تكنولوجيا النانو والمعروفه بتكنولوجيا الصغائر وتعريف العمارة البيئية والخضراء وتقنية الإتصالات والمعلومات في العمارة والمواد الذكية والعمارة الهدمية أو عمارة الحداثة الجديدة والعمارة الرقمية والديناميكية، وذلك لمحاولة تجنب الخلط بين معاني هذة المصطلحات، ثم تم شرح تطور مواد البناء عبر التاريخ وتعدد مواد البناء التقليدية كالحجر والخشب وغيرها مع الشرح بالصور الموضحه لذلك ولبعض التقنيات التقليدية لتشكيل واستغلال المادة الخام في بعض العناصر المعمارية التقليدية، ثم طفرة البناء التي حدثت مع بداية الثورة الصناعية مع استعمال عنصر الحيدد في البناء ووظهور علم خواص المواد أو ما يعرف ب *Material Science* ثم ظهور برامج الحاسب الآلي وتطورها ثم ظهور مواد البناء الذكية والتي تم شرح بعض أمثلة للمواد الذكية وبعض نماذج لتطبيقاتها في العمارة بالصور الموضحة كالغلاف الذكي والحائط الحساس الذي يستجيب لحركة المستخدمين وللحرارة والكهرباء ، كما تم شرح كيف ظهرت تقنية النانو وكيف نشأت وتطورت، بداية من شرح تطور أجيال التكنولوجيا، ثم ذكر لبعض مجالات تطبيقات النانو كالبيئية، والتطبيقات الواعده لهذة التكنولوجيا، واقتصاديات وعلم وأدوات تكنولوجيا النانو، كما تم ذكر كيفية الوصول للحجم النانوي وأشكال وخواص المواد النانوية .

وكما قد تم دراسة تأثير تكنولوجيا النانو في تطوير مواد الإنشاء الموقع لتحقيق الارتقاء بالعناصر المعمارية المتعدده كعنصر الحديد والخرسانة والكربون والخشب والطين، وكذلك في المواد والعناصر المستخدمة في التشطيب كالبلاستيك والرخام والألومنيوم وتأثير تقنية النانو على

مُلخص الرسالـــة

القواطيع ومواد اللياسة والمحارة وعلى مواد العزل وتأثيرها على أنظمة الإضاءه، وأيضا مواد معالجة الطرق وعناصر تنسيق الموقع كالرمل المائي ومادة تيرا سويل، ثم تجميع أهم التطويرات التي تمت على هذة العناصر بواسطة تكنولوجيا النانو من خلال جدول مجمع في نهاية الفصل الرابع.

وقد تم دراسة تأثير تكنولوجيا النانو في تطوير الأسطح المعمارية لتحقيق الارتقاء البيئي والبصري كأسطح واجهات المباني وعناصرها المكونه لها كالزجاج والطلاءات، مع ذكر ما هو الطلاء الذكي، ثم دراسة تفصيليه لبعض تقنيات النانو المستخدمه في تطوير الأسطح كتقنية التنظيف الذاتي "تأثير زهرة اللوتس" والتنظيف الذاتي "التحفيز الضوئي" وتقنية سهولة التنظيف *ETC*.

وقد كان من الهام أن يتم دراسة أهداف ومبادئ عمارة النانو ، وكيف سيتكون البيوت النانوية المستقبلية، وما قد توفره تقنية النانو في عمارة الفضاء من حيث إمكانية صناعة و بناء سف فضاء أخف وزنًا، مع ذكر مشروع مصعد الفضاء المقترح الإنتهاء منه في ٢٠٣٠م، وتأثير تكنولوجيا النانو على الطاقة وصنع خلايا شمسية مطوره ، ثم ذكر لبعض الأكار النظريه لتكنولوجيا النانو في العمارة كمشروع برج تسيتا الكربوني.

ثم دراسة بعض النماذج العالمية لمباني استخدمت بها بعض التقنيات النانوية كتقنية التنظيف الذاتي "تأثير زهرة اللوتس" والتنظيف الذاتي "التحفيز الضوئي" وتقنية سهولة التنظيف *ETC* وذلك لكي يتم تحقيق الارتقاء بعناصرها ومفرداتها المعمارية، ثم دراسة مثال لمشروع ياباني مستقبلي مقترح لمدينه ستكون مبنية بالكامل من أنابيب النانو كربون.

ثم تم عمل الدراسة التطبيقية وهي عبارة عن جداول المقارنه التحليلية بين بعض النماذج المنتخبة لمباني من العمارة المصرية المعاصرة التي تم رصدها وتوثيقها وتحليلها من خلال البحث الميداني مع بعض النماذج العالمية التي استخدمت بها تقنية النانو لتوضيح مدى التباين وكذا امكانية استخدام تكنولوجيا النانو بها لتحقيق الارتقاء البصري والبيئي والجمالي بالعمارة والعمران في مصر، ثم الوصول للنتائج النظرية المرجوة من الرسالة، ثم التوصيات، والملخص والدراسات المستقبلية ثم الملاحق ثم مراجع الرسالة.