الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة العربي بن مهيدي – أم البواقي –

معهد تسيير التقنيات الحضرية
قسم تسيير التقنيات الحضرية

الرقم التسلسلي:
الرمـــــــــز:

مذكرة مكملة لنيل شهادة ماستر

شعبة: تسيير التقنيات الحضرية **تخصص: تقنيات حضرية وتسيير بيئي**

تطبيقات تكنولوجيا النانو والاستدامة

"حالة مخطط شغل الأراضي POS R بمدينة أم البواقي"

مقدمة من طرف الطالبة:
مشري إيمان

تحت اشراف الأستاذة:
فرادي هاجر

السنة الجامعية 2022/2021
دورة جوان 2022

شكر

وأنت واقف بظل شجرة.. تذكر أنها ما كانت.. لولا أن أحدا، منح حياة لبذرة

شكرا ليدين... من جيل لجيل..

وأنت ترشف من عين شفة.. تذكر أنها ما كانت.. لولا أن أحدا، صنع طريق قطرة

شكرا ليقين... تحدى المستحيل..

وأنت جالس بدفء حجرة.. تذكر أنها ما كانت.. لولا أن أحدا، حقق حلم صخرة

شكرا يا طين... ما لك مثيل..

وأنت تعطي مدنا نظرة.. تذكر أنها ما كانت.. لولا أن أحدا، فتح الباب لفكره

شكرا لسنين... خطت الألف ميل

وأنت تتأمل سعة مجرة.. تذكر أنها ما كانت.. لولا أن أحدا، اعطى فرصة لذرة

شكرا يا عليم... رزقتنا علما ودين

كلما مرت بحياتك فترة.. تذكر أنها ما كانت.. لولا أن ربا، نفخ الروح بصورة

شكرا يا متين... وهبتنا عالم جميل

الإهداء

إلى فوزي الأعظم أمي.

إلى مصباح أنار عتمتي ولازال أبي.

إلى نور حياتي وهدى قلبي أختي.

إلى جدتاي التي عليها أتكئ إلياس، أنس، ووائل.

إلى من احتوى نوباتي الهستيرية بكل حب صهيب.

إلى من حاكت خيوط أفكاري المبعثرة بكل سلاسة، وكانت سببا لجعل هذا الحلم ممكننا

أستاذتي، غاليتي "فرادي هاجر" شكرا لأنك آمنت بي.

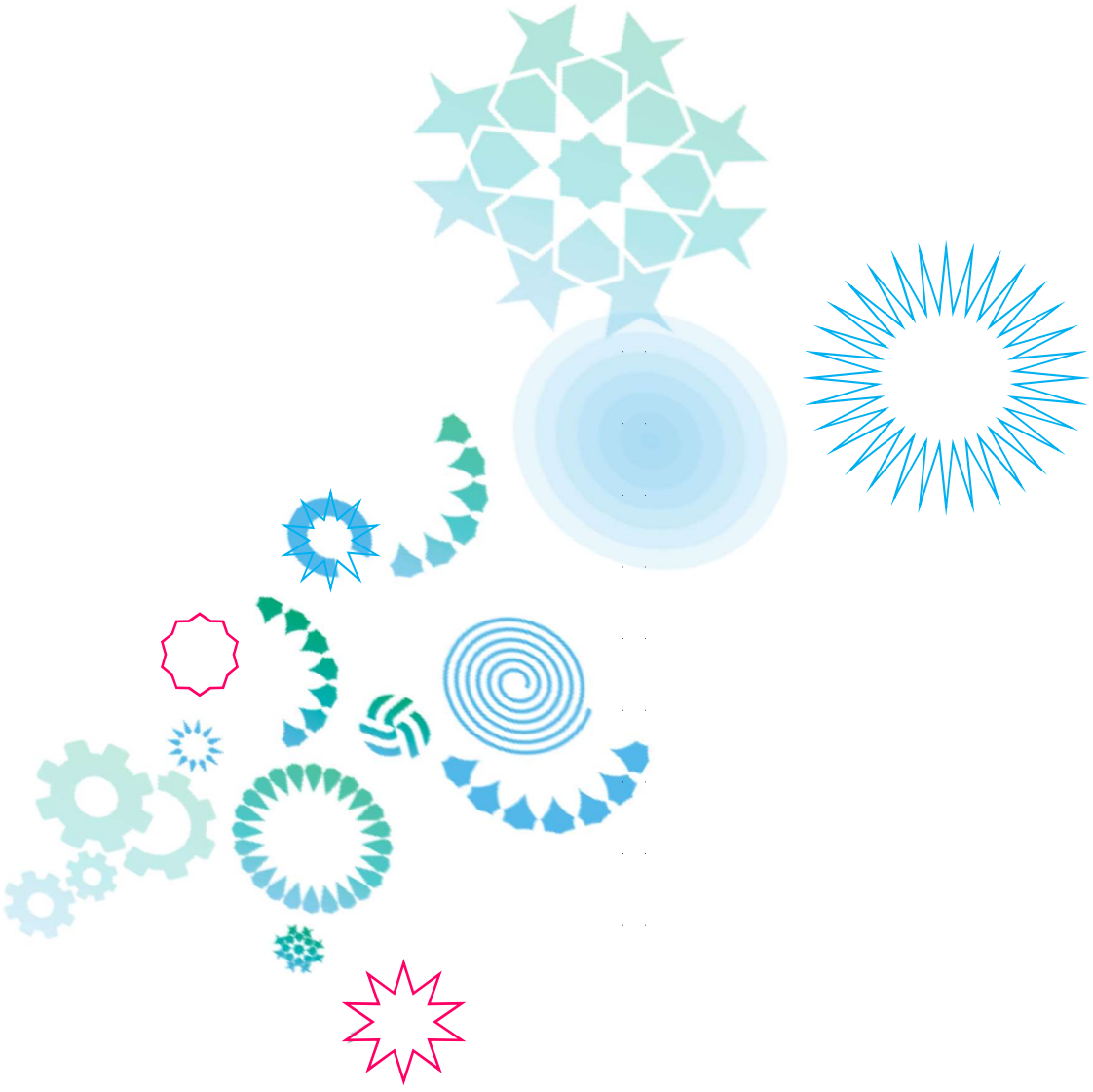
إلى صديقاتي البعيدات عني القريبات مني، خليتي اللازوردية في كل البقاع، أولها قلبي

"سلسبيلة، حنين..."

إلى كل من أزهر قلبي لوجودهن

NOVA GIRLS..

الفهارس



فهرس المحتويات

العنوان	الصفحة
شكر	3
الاهداء	4
فهرس المحتويات	6
قائمة المخططات	11
قائمة الصور	12
قائمة الجداول	13
قائمة الأشكال	14
الفصل التمهيدي	15
مقدمة عامة	16
الإشكالية	16
الفرضيات	17
أهداف البحث	17
أسباب اختيار الموضوع	18
أسباب اختيار حالة الدراسة	18
أسباب اختيار مجال الدراسة	18
صعوبات البحث	19
منهجية البحث	19
هيكلة البحث	20
الفصل الأول: تكنولوجيا النانو والاستدامة في العمران.	21
مقدمة.	22
المحور الأول: الاستدامة.	23
تمهيد	23
1. مفاهيم خاصة بالاستدامة	23
2. التنمية المستدامة	24
3. الفرق بين الاستدامة والتنمية المستدامة	25
4. أبعاد الاستدامة	26
1.4. التنمية الاقتصادية	26
2.4. التنمية الاجتماعية	26
3.4. الحماية البيئية	27
5. اهداف الاستدامة	28
6. خصائص التنمية المستدامة	28
7. التنمية العمرانية المستدامة	30
8. مفاهيم عامة	30
1.8. التخطيط العمراني المستدام	30
2.8. التصميم العمراني المستدام	31
3.8. التصميم المستدام:	31
4.8. العمارة الخضراء	31
5.8. الانشاء المستدام	31
6.8. البناء الأخضر	32
9. أهداف العمارة المستدامة	32
10. مبادئ العمارة المستدامة	32

1.10. احترام المستعملين للمبنى	32
2.10. الحفاظ على الطاقة والاعتماد على الطاقة المتجددة	32
3.10. التكيف مع المناخ	33
4.10. احترام موقع البناء وما يحيط به	33
5.10. التقليل من استخدام الموارد الجديدة	33
6.10. التصميم الشامل	33
11. القضايا البيئية المرتبطة بمواد البناء والانشاء وتأثيرها على الاستدامة	33
1.11. مواد البناء والإنشاء واستنزاف طبقة الأوزون والاحتباس الحراري	33
2.11. مواد البناء والإنشاء والطاقة	34
3.11. المعايير البيئية لاختيار مواد البناء والإنشاء بالمبنى	35
1.3.11. المواد المستخدمة في العناصر الإنشائية للمبنى	36
2.3.11. مواد إنشاء الأسقف والحوائط والأسطح	36
3.3.11. مواد العزل الحراري	37
4.3.11. الزجاج	38
5.3.11. المواد المستخدمة في أنظمة المرافق الخدمية بالمبنى	39
6.3.11. المواد المستخدمة في أنظمة الإضاءة	39
7.3.11. مواد النهو والتشطيب	39
4.11. طرق تقييم التصميم البيئي لمواد البناء والإنشاء	40
1.4.11. تحليل دورة حياة المادة	40
2.4.11. التصنيف الإيكولوجي أو البيئي لمواد البناء	41
خلاصة	42
المحور الثاني: تكنولوجيا النانو	43
1. تمهيد	43
2. مفهوم النانو	43
3. مفهوم علم النانو	44
4. مفهوم تقنية النانو	44
5. أساس تقنية النانو	44
6. مميزات تقنية النانو	44
7. المواد النانوية	45
8. خواص المواد النانوية	45
1.8. الزيادة النسبية للمساحات السطحية	45
2.8. التأثيرات الكمية	45
9. تقنيات تصنيع المواد النانوية	45
1.9. تقنية الهبوط في تصنيع منتجات النانو من الاعلى الى الاسفل	46
2.9. تقنية الصعود في تصنيع منتجات النانو من الاسفل الى اعلى	46
10. اشكال مواد النانو	47
1.10. انابيب النانو	47
2.10. جزيئات النانو	48
3.10. مركب النانو	48
4.10. الافلام(الأغشية) الرقيقة	48
5.10. قضبان النانو	49
11. جسيمات النانو	49
12. طرق وأساليب التعامل مع المواد في مقياس النانو	50
1.12. التقاط الجزيئات ونقلها	50
2.12. التشكيل بالحفر	50

3.12. التجميع الذاتي	51
13. اهمية تقنية النانو في البناء والعمارة	51
14. مواد النانو المتميزة للصناعة الإنشائية	52
1.14. النانو سيليكا	52
2.14. النانو تيتانيا	53
3.14. أنابيب الكربون النانوية	54
4.14. ألياف الكربون النانوية	56
15. تقنية النانو في العمارة	57
16. عمارة النانو	58
17. أهداف عمارة النانو تكنولوجي	58
18. تطبيقات عمارة النانو	59
1.18. الانشاء	59
2.18. الطاقة	59
3.18. الخامات	60
19. تقنية النانو في البناء	60
1.19. تقنيات النانو للخرسانة	60
2.19. تقنيات النانو للصلب	61
3.19. تقنيات النانو للخشب	61
4.19. تقنيات النانو للزجاج	61
5.19. تقنيات النانو للطلاء والدهان	62
6.19. تقنيات النانو للعزل الحراري	62
7.19. تقنيات النانو للحماية من الحرائق	62
8.19. تقنيات النانو لتنقية المياه	62
الخلاصة	63
المحور الثالث: الأواصر الرابطة بين الاستدامة والنانو في العمران	64
1. تمهيد	64
2. وظائف وتطبيقات تكنولوجيا النانو في العمارة	64
1.2. التنظيف الذاتي	64
1.1.2. تأثير اللوتس	64
2.1.2. التحفيز الضوئي	65
2.2. الأسطح سهلة التنظيف	68
3.2. تنقية الهواء	70
4.2. مكافحة الضباب	72
5.2. العزل الحراري	73
1.5.2. ألواح العزل الفراغي	73
2.5.2. الهلام الهوائي	74
3.5.2. تنظيم درجة الحرارة: مواد تغيير الطور	75
6.2. الحماية من الأشعة فوق البنفسجية	77
7.2. الحماية من أشعة الشمس	77
8.2. مقاومة للحريق	77
9.2. مكافحة الكتابة على الجدران	79
10.2. مضاد للانعكاس	80
11.2. مضاد للجراثيم	81
12.2. مكافحة البصمات	82
13.2. مقاومة للخدش والتآكل	83

3. تحسين قوة الخرسانة المنتجة مع الأسمنت البورتلاندي المضاف إليه مواد نانوية لتطبيقات البيت النانوي	84
4. تحسين مواد الطلاء بالمواد النانوية	85
5. المركبات النانوية الرئيسية المستخدمة في الهندسة المعمارية والصناعات الإنشائية	86
6. أثر تطبيقات النانو تكنولوجي على العمارة	86
7. أثر تطبيقات النانو تكنولوجي في مواد الانشاء	86
1.7. الخرسانة	86
2.7. الفولاذ	87
3.7. الخشب	88
4.7. الخرسانة الشفافة	88
8. أثر تطبيقات تقنية النانو في مواد الاكساء	89
1.8. الزجاج	89
1.1.8. الزجاج ذاتي التنظيف	90
2.1.8. زجاج الحماية من الشمس	90
3.1.8. زجاج الحماية من الأشعة فوق البنفسجية	90
4.1.8. زجاج متعدد الوظائف	90
5.1.8. الخرسانة المسلحة بالألياف الزجاجية	91
6.1.8. مادة Ethylene tetrafluoroethylene	92
7.1.8. بلاط السيراميك	93
9. انظمة دهانات النانو	93
10. مواد العزل بتقنية النانو	94
11. العمارة المستدامة في ظل النانو تكنولوجي	94
12. العمارة الذكية في ظل النانو تكنولوجي	94
خلاصة	95
الفصل الثاني: الدراسة التحليلية لمدينة أم البواقي.	96
مقدمة الفصل	97
الدراسة التحليلية لمدينة أم البواقي	98
تمهيد	98
1. تقديم المدينة	97
2. الدراسة الطبيعية	99
1.2. الجيوتقنية	99
2.2. المناخ	100
3.2. التساقط	100
4.2. الرياح	100
3. الدراسة العمرانية والسكنية للمدينة	100
1.3. مراحل التطور العمراني	100
2.3. اتجاه التوسع العمراني	103
3.3. القطاعات العمرانية في المدينة	104
1.3.3. معايير تقسيم القطاعات العمرانية	104
2.3.3. القطاعات العمرانية	105
4.3. الدراسة السكنية	108
1.4.3. أنواع المساكن	108
1.1.4.3. السكن الفردي	109

2.1.4.3. السكن النصف جماعي	110
3.1.4.3. السكن الجماعي	110
2.4.3. الحالة الانشائية للمساكن	111
3.4.3. مواد بناء المساكن	112
4.4.3. التجهيزات	113
5.4.3. الشبكات	114
1.5.4.3. شبكة الطرق	114
2.5.4.3. خط السكة الحديدية	115
3.5.4.3. شبكة التزويد بالمياه	115
4.5.4.3. شبكة الصرف الصحي	115
5.5.4.3. شبكة الكهرباء	115
6.5.4.3. شبكة الغاز الطبيعي	116
7.5.4.3. خطوط النقل الحضري	116
6.4.3. المساحات الخضراء	117
7.4.3. النفايات	118
خلاصة	120
الفصل الثالث: الدراسة التحليلية لمجال الدراسة + الاقتراحات والنتائج	122
مقدمة الفصل	123
المحور الأول: الدراسة التحليلية لمخطط شغل الأراضي POS R	124
تمهيد	124
1. تقديم حالة الدراسة	124
1.1. موقع مخطط شغل الأراضي "ر" POS R	124
2. دراسة الحالة المكانية	125
1.2. التحليل الديموغرافي	125
3. تحليل الموقع	125
1.3. الموصولية	125
2.3. المورفولوجيا والتضاريس	125
3.3. المناخ	125
4.3. الشبكات	125
1.4.3. الطرقات	125
2.4.3. الكهرباء	125
3.4.3. الغاز	126
4.4.3. شبكة التزويد بالمياه	126
5.4.3. شبكة الاتصالات	126
5.3. الارتفاقات والمعيقات	126
1.5.3. الارتفاقات	126
2.5.3. المعيقات	126
6.3. الجيوتقنية	127
7.3. الطبيعة القانونية للأرض	127
8.3. الاستغلال الزراعي للأراضي	127
4. مشروع التهيئة المبرمج	127
1.4. تقسيم المجال	127
1.1.4. منطقة المعيقات والارتفاقات	128
2.1.4. منطقة التجهيزات	128

3.1.4. منطقة السكنات	129
2.4. الخدمات الشبكية	130
1.2.4. الطرق والموصولية	132
1.1.2.4. الطرق	132
2.1.2.4. ممرات المشاة	132
3.1.2.4. مواقف السيارات	133
2.2.4. شبكة التزويد بالمياه	133
3.2.4. شبكة الصرف الصحي	133
4.2.4. شبكة صرف مياه الأمطار	134
5.2.4. شبكة الكهرباء	134
3.4. المساحات المفتوحة والنباتات	135
1.3.4. المساحات الخضراء	135
2.3.4. التأثيث الحضري	136
4.4. تسيير النفايات	136
خلاصة	137
المحور الثاني: الاقتراحات والنتائج	138
تمهيد	138
1. نتائج تحليل المواد النانوية	139
2. إمكانية الاستفادة من خصائص مواد النانو في مجال الدراسة	140
3. مصفوفة اختبار وتقييم المواد النانوية	141
4. نتائج حول استخدامات تقنية النانو	144
5. اقتراحات لتحسين مشروع تهيئة مخطط شغل الأراضي ر POS R	145
1.5. الطرقات	145
2.5. السكنات	145
3.5. شبكة التزويد بالمياه وشبكة الصرف الصحي	146
4.5. المساحات العامة والمفتوحة	146
6. النتائج المتوقع الحصول عليها	147
7. نتائج عامة	149
8. المخاطر المرتبطة بالجسيمات النانوية	150
9. إشارة	151
خاتمة عامة	152
قائمة المراجع	153
الملخص	157

فهرس المخططات:

الرقم	العنوان	الصفحة
	الخرائط	
01	خريطة الموضع لمدينة أم البواقي	98
02	خريطة جيوتقنية مدينة أم البواقي	99
	المخططات	
01	مخطط الموقع لمدينة أم البواقي	98
02	مراحل التطور العمراني لمدينة أم البواقي	103

03	اتجاه توسع مدينة أم البواقي	104
04	تقسيم القطاعات العمرانية لمدينة أم البواقي	108
05	موقع مخطط شغل الأراضي R لمدينة أم البواقي	124
06	مخطط التجهيزات للتهيئة المقترحة لمجال الدراسة	129
07	مخطط السكنات المقترحة لمجال الدراسة	130
08	مخطط المساحات الخضراء المقترحة لمجال الدراسة	135
09	المساحات الشاغرة الصالحة للاستفادة الكاملة من مواد البناء النانوية	141
10	نسب الاستدامة الممكن تحقيقها في القطاعات باستخدام تقنية النانو	143

فهرس الصور:

الرقم	العنوان	الصفحة
01	تقنيتا تصنيع مواد النانو	47
02	تمثيل تخطيطي للأنابيب النانوية	47
03	تمثيل تخطيطي لأنواع مختلفة من الجسيمات النانوية	49
04	تمثيل تخطيطي مركبات البوليمر النانوية	48
05	الأفلام النانوية فائقة الرقة	48
06	رسم تخطيطي لأنواع قضبان النانو	49
07	تمثيل تخطيطي لتطور الخرسانة من mm إلى nm عبر السنوات	53
08	تمثيل تخطيطي لآلية التحفيز الضوئي للنانو تيتانيا	54
09	تمثيل تخطيطي لآلية التسخين الذاتي للخرسانة	56
10	متحف آرا باسيس، روما، إيطاليا	65
11	مطار ناريتا الدولي بطوكيو، المبنى رقم 1، تشيبا، اليابان	67
12	ملعب إم إس في أرينا لكرة القدم، دويسبورج، ألمانيا	68
13	Science to Business Center Nanotronics & Bio, Marl,	69
14	مركز كفاءات كالديوي أهلين، ألمانيا	70
15	كنيسة اليوبيل، روما، إيطاليا	71
16	ممرات منفصلة لوقوف السيارات في Leien of Antwerp مع كتل الرصف التحفيزية الضوئية	72
17	شقق Seitzstraße المزودة بألواح معزولة بتفريغ الهواء، ميونيخ، ألمانيا	74
18	ملحق مدرسة، لندن، إنجلترا	75
19	إسكان "سور فالفينج" لكبار السن، دومات / إمس، سويسرا	76
20	Deutsche Post HQ Germany	79
21	New Centre Ulm, Ulm, Germany	80
22	غرفة العمليات، جوسلار، ألمانيا	82
23	سكن فردي في مدينة أم البواقي	109
24	المساكن الاستعمارية والتقليدية لمدينة ام البواقي سنة 1963.	109
25	سكن نصف جماعي في مدينة ام البواقي.	110
26	سكن جماعي في مدينة ام البواقي.	110

27	ندرة المساحات الخضراء في المدينة	119
28	اهمال تسيير النفايات في المدينة	119
29	اقتراحات لتطبيقات تقنية النانو يمكن استخدامها في مجال الدراسة	147

فهرس الجداول:

الرقم	العنوان	الصفحة
01	قيمة احتمالية استنزاف الأوزون، وقيمة المشاركة في الاحتباس الحراري لبعض المركبات الناتجة عن مواد البناء والإنشاء	34
02	بعض القيم التقديرية للطاقة الإجمالية الكامنة لبعض مواد البناء والإنشاء	35
03	قيمة المعيار المرن والكثافة والطاقة المستهلكة لإنتاج وحدة الكتلة لبعض مواد البناء والإنشاء	36
04	أكثر مواد العزل استخداما وخواصها المختلفة	38
05	نقاط القوة والكثافة لمواد البناء المشتركة	55
06	استخدام تأثير اللوتس	65
07	استخدام التحفيز الضوئي لطلاء التنظيف الذاتي	67
08	استخدام التحفيز الضوئي للزجاج ذاتي التنظيف	68
09	استخدام الاسطح سهلة التنظيف -السيراميك-	69
10	استخدام الاسطح سهلة التنظيف -الفولاذ-	70
11	استخدام خاصية تنقية الهواء- الاسمنت التحفيزي-	71
12	استخدام خاصية تنقية الهواء-بلاط الرصف-	72
13	استخدام الواح العزل الفراغي	73
14	استخدام الهلام النانوي	75
15	استخدام مواد تغيير الطور	76
16	استخدام خاصية مقاومة الحريق -زجاج-	78
17	استخدام خاصية مكافحة الكتابة على الجدران	79
18	استخدام التحفيز الضوئي مع تأثير مضاد الجراثيم	82
19	بعض النتائج المتعلقة بجزيئات النانو SiO2	84
20	التوزيع العام للمساكن حسب النوع	110
21	حالة المساكن	111
22	مواد البناء الأكثر شيوعا وقطاعات تواجدها في مدينة أم البواقي	112
23	تجهيزات مدينة ام البواقي	113
24	أبعاد وحالة الطرق في مدينة أم البواقي	114
25	اهم الخطوط ونقاط التوقف المستغلة في مدينة ام البواقي	116
26	نسبة المساحات الخضراء في مدينة أم البواقي	117
27	حصيلة المساحات الخضراء في مدينة أم البواقي	118
28	تغيرات كمية النفايات المنزلية لمدينة أم البواقي	119
29	التغيرات الشهرية لكمية النفايات المنزلية لمدينة أم البواقي	125
30	أهم الارتفاقات لمجال الدراسة " مخطط شغل الأراضي ر"	128
31	التجهيزات المتوقعة	131
32	مواد البناء المتوقع استخدامها.	131

33	تحليل المواد النانوية في منتجات البناء في سياق الاستدامة	139
34	التقنيات والمواد الممكن الاستفادة منها في المساحات الشاغرة في مدينة أم البواقي	140
35	مصفوفة اختبار وتقييم مواد النانو	142

فهرس الأشكال:

الرقم	العنوان	الصفحة
01	ترتيب أعلى مواد البناء استهلاكا للطاقة خلال عمر المبنى	42
02	ترتيب لأعلى مواد البناء تأثيرا على ظاهرة الاحتباس الحراري خلال عمر المبنى	42
03	مبادئ العمارة النانوية	58
04	دائرة نسبية تمثل نسب مكونات النفايات المنزلية لمدينة أم البواقي.	120

الفصل التمهيدي

مقدمة عامة:

برز خلال السنوات الأخيرة مجال علمي فريد ألقى بوزنه على العالم ليصبح موضع اهتمام للبشرية أجمع ألا وهو علوم وتقنيات النانو، التقنية التي ربطت الخيال بالحقيقة ربطا منطقيا لا تشـــكيك فيه، حيث ان التعامل بهذه التقنية يمنحنا وبكل بساطة القدرة على صنع أي شيء يمكن للخيال رسمه، فالتعامل على مستوى مقياس النانومتر يفتح ابوابا جديدة لمختلف العلوم ويلغي الحدود الفاصـلة بين المعقول واللامعقول، كأن تصـنع مثلا اسـطولا نانويا من الروبوتات الطبية ، فتحقن هذه الأخيرة في دماء المرضـى فتكون المقاتل المنتصـر على الجلطات الدموية أو الخلايا السرطانية الفتاكة أو غيرها مما استعصـى على الطب معالجته، اذ نجد على المستوى النانوي تغيرا جذريا للخواص الكيميائية والطبيعية والبيولوجية للمادة نفسـها بالنسـبة للمقاييس الأخرى، إضـافة الى تغير سـلوك هذه المواد على المستوى الجزيئي، وتقنية النانو هي تقنية تخريبية تسمح بالتحكم بموضع ذرات و جزيئات المواد بحرية لتشكيل مواد جديدة بخصـائص جديدة وغير مسبوقة، ولك أن تتخيل كمية المواد التي يمكن انتاجها باستخدام هذه التقنية في مختلف المجالات بشـكل عام ، وفي مجال العمارة بشـكل خاص، اذ ان عالم البناء والانشـاء، الزحف العمراني والتعمير، عالم قائم بذاته ويمكن القول أنه أكثر المجالات تنوعا في مواده، تخيل ان يصـمم العلم خشـبا له خصـائص اسـمنتية من قوة تحمل، كثافة ومرونة، لا تسـتعجب فهذا امر ليس ببعيد، ناهيك عن التغيرات التي يمكن احداثها في الاســمنت بذاته، الزجاج، المعادن، البلاســتك وكل ما يمكن أن يكون له علاقة بمجال البناء والانشاء بمراحله المختلفة ومستوياته المتباينة.

تعد تقنية النانو قفزة تكنولوجية هائلة أثرت على الفكر الإنساني والمعماري على حد سواء، وقدر أظفر عن التطور الحاصــل في مجال علوم وتكنولوجيا النانو مواد وأنظمة بنائية وإنشــائية جديدة ذات مميزات وخصــائص مطورة ملائمة للغرض المصــنوعة لأجله، هذا ما ســاهم في ظهور عمارة النانو التي مكنت من انشــاء تحف معمارية معاصرة من خلال دمج التصميم البيئية بالتكنولوجيا الذكية باستخدام مواد وأنظمة النانو تكنولوجي.

ظهرت مخاوف علمية من تقنية النانو ادت الى التمهل والابطاء في طريق استخدامها، خوفا من أضرارها الجانبية التي يمكن أن تؤثر على الإنســان والبيئة، ما فتح بابا جديدا يتجه نحو التأكيد على إمكانية تحقيق اســتدامة من خلال اســتخدام تقنية النانو في مجال العمران مع تجنب أثارها الجانبية على الإنســان والبيئة وفعلا ابتدئ البحث في هذا الاتجاه والوصـول إلى نتائج مبشـرة الى حد كبير فيما يخص تحقيق مسـتقبل أفضـل للعمارة، والتأمل في بناء مدن ذكية، خضراء ومستدامة قائمة أساسا على تقنية النانو والمواد التي تنتجها هذه التقنية.

ويمكن القول بأن تقنية النانو ليست غاية بحد ذاتها، بل هي وسيلة وصل إليها العلم بعد البحث المستمر وتعاظم الطلبات لابتكار تقنيات جديدة خادمة للإنسانية.

الإشكالية:

بعد فشـل العديد من العلوم والتقنيات في تقديم حلول ناجعة ومسـتديمة للكثير من المشـاكل والتحديات التي تواجه البشــرية اليوم في مجال حماية البيئة والحفاظ عليها وارتباطه بالعمران وتأثره به ، وبالرغم من الوصـول لعمران مسـتدام ذو خصـائص وتقنيات التصـميم الواعي بالبيئة والذي اهتم بالجوانب الأسـاسـية لمبادئ الاستدامة من حفاظ على الطاقات وتقليل من الاثار السلبية لمختلف الانشاءات على البيئة إلا أنه

تبقى هناك ثغرات تحول دون الوصـــول الى الاســـتفادة المثلى من هذا التوجه، لتأتي أحد ابداعات ما بعد الصـــــناعة بحلول مســـــتديمة وناجعة لمواجهة تلك الثغرات والتحديات ألا وهي علوم وتقنيات النانو والتي تعتبر لغة المستقبل لما لها من قدرات عالية على فهم المشاكل والتصدي لها مبكرا وحلها على المستوى الذري والجزيئي ، لتمتد تصاعديا من مستوى لبنات بناء المادة مجهريا الى تجسيد أبعاد الاستدامة بفاعلية في العمارة ، حيث تبشر تقنية النانو في مجال العمران و الهندسة الحضرية بنتائج فعالة للمشاكل المتعلقة به وذلك حال دمجها بالخصـائص الأسـاسـية للعمران، اذ تعتمد هذه التقنية على تطوير مواد بناء جديدة بخصائص فريدة تقلل من التأثيرات البيئية لإنتاج الاسمنت و الخلطات الخرسانية أيضا تخفيض انبعاثات الغازات الدفيئة خاصـــة غاز CO_2 إضـــافة إلى توفير ما يفوق 25% من اســـتهلاك الطاقة في البناءات كذلك تشتيت أكثر من 80% من أشعة الشمس فوق الحمراء قريبة المدى NIR وذلك بإعطائنا القدرة على التحكم المباشـــر في المواد بتغيير طريقة تموضـــع الذرات فتنتج مواد لها خصـــائص وظيفية متميزة مثل العزل وقوة الشد والتنظيف الذاتي والخصائص المغناطيسية. **وعليه ما مدى الاستدامة التي يمكن الصول اليها في مجال العمران بالاعتماد على تكنولوجيا النانو؟**

وتحت هذا التساؤل الرئيسي تندرج بعض التساؤلات الفرعية مفادها:

- كيف تؤثر تكنولوجيا النانو على مجال العمران؟
- ما العلاقة التي تجمع تكنولوجيا النانو بالاستدامة؟
- هل يمكن تفعيل تطبيقات النانو في مدينة أم البواقي؟
- كيف يمكن الاستفادة من تقنية النانو بأقصى قدر في مدينة أم البواقي؟

الفرضيات:

✓ يمكن أن تؤثر تقنية النانو على مجال العمران عن طريق تطوير مواد البناء وتحسين آليات انتاجها واستخدامها وبالتالي تحقق نسبة استدامة معتبرة.

أهداف البحث:

- التعرف على تقنية النانو وتطبيقاتها.
- تحديد العلاقة بين النانو تكنولوجي والاستدامة في مجال العمران.
- الوصول الى مدينة مستدامة لأقصى قدر ممكن باستخدام تقنية النانو.
- فتح مجال دراسة علمية جديدة من شأنها أن ترسم آفاق واسعة لعالم العمران.

أسباب اختيار الموضوع:

أسباب موضوعية:

- الأهمية العلمية التي تحظى بها تقنية النانو عالميا.
- قلة الدراسات العلمية الخادمة لهذا النوع من المواضيع بصفة وعامة ولتقنية النانو بصفة خاصة.
- إبراز إمكانية ربط تقنية النانو وتطبيقها في مختلف النطاقات.

أسباب ذاتية:

- الميول والفضول الذاتي المتعلق بعلوم النانو وتقنياته.
- محاولة إضافة شيء جديد والمساهمة في اثراء بنك أبحاث علوم النانو وتقنياته.
- الرغبة في اســـقاط تطبيقات تقنية النانو على مدينة أم البواقي لقلة الدراســـات لهذا النوع من المواضيع فيها.

سبب اختيار حالة الدراسة – مدينة أم البواقي –:

- كون مدينة أم البواقي مدينة متوسطة، شهدت تطورا عمرانيا هائلا مؤخرا ولايزال هذا التطور قائما الى حد الساعة.
- مدينة ذات موارد طبيعية محدودة ومشاكل عمرانية عديدة.

سبب اختيار مجال الدراسة – مخطط شغل الأراضي R–:

- الموقع الهام الذي يحتله هذا القطاع المتواجد على ضفاف مدخل المدينة الغربي.
- كون القطاع فارغ فيمكن تهيئته بحرية.
- إمكانية تطبيق تقنيات النانو على المشاريع المقترحة للقطاع من لبنات البناء الأولى.

صعوبات البحث:

- المصادر الشحيحة المتاحة لهذا الموضوع.
- قلة الدراسات الخادمة في هذا المجال.

منهجية البحث:

من أجل الوصـــول إلى الأهداف المرجوة من هذا البحث، كان لابد من الاعتماد على المنهج الوصـــفي التحليلي، كونه الأنسب في مثل هذه الدراسات، وذلك عبر المراحل التالية:

- **المرحلة الأولى: (البحث النظري):**

بعد تحديد الإشـــكالية، تم الاطلاع على عدد من المراجع المتعلقة بموضـــوع البحث من كتب ومقالات علمية ورسائل ماجيستير ودكتوراه، وذلك لتحديد الإطار النظري للموضوع وارفاقه بخلفية علمية واضحة.

- **المرحلة الثانية: (البحث الميداني):**

وفي هذه المرحلة تم القيام بالخرجات الميدانية قصـد التعرف والالمام بمجال الدراسـة، إضـافة إلى التقرب والتواصل مع مجموعة من الإدارات المختلفة والهيئات المختصة منها:

- مديرية البناء والتعمير (DUC) بولاية أم البواقي.
- مديرية التخطيط والتهيئة العمرانية لولاية أم البواقي.
- مديرية السكن والتجهيزات العمومية DLEP لولاية أم البواقي.
- الديوان الوطني للإحصاء (ONS).
- مديرية النقل لولاية أم البواقي.
- المصالح التقنية للبلدية لولاية أم البواقي.
- مديرية السكن، الهندسة المعمارية والتعمير لولاية أم البواقي.

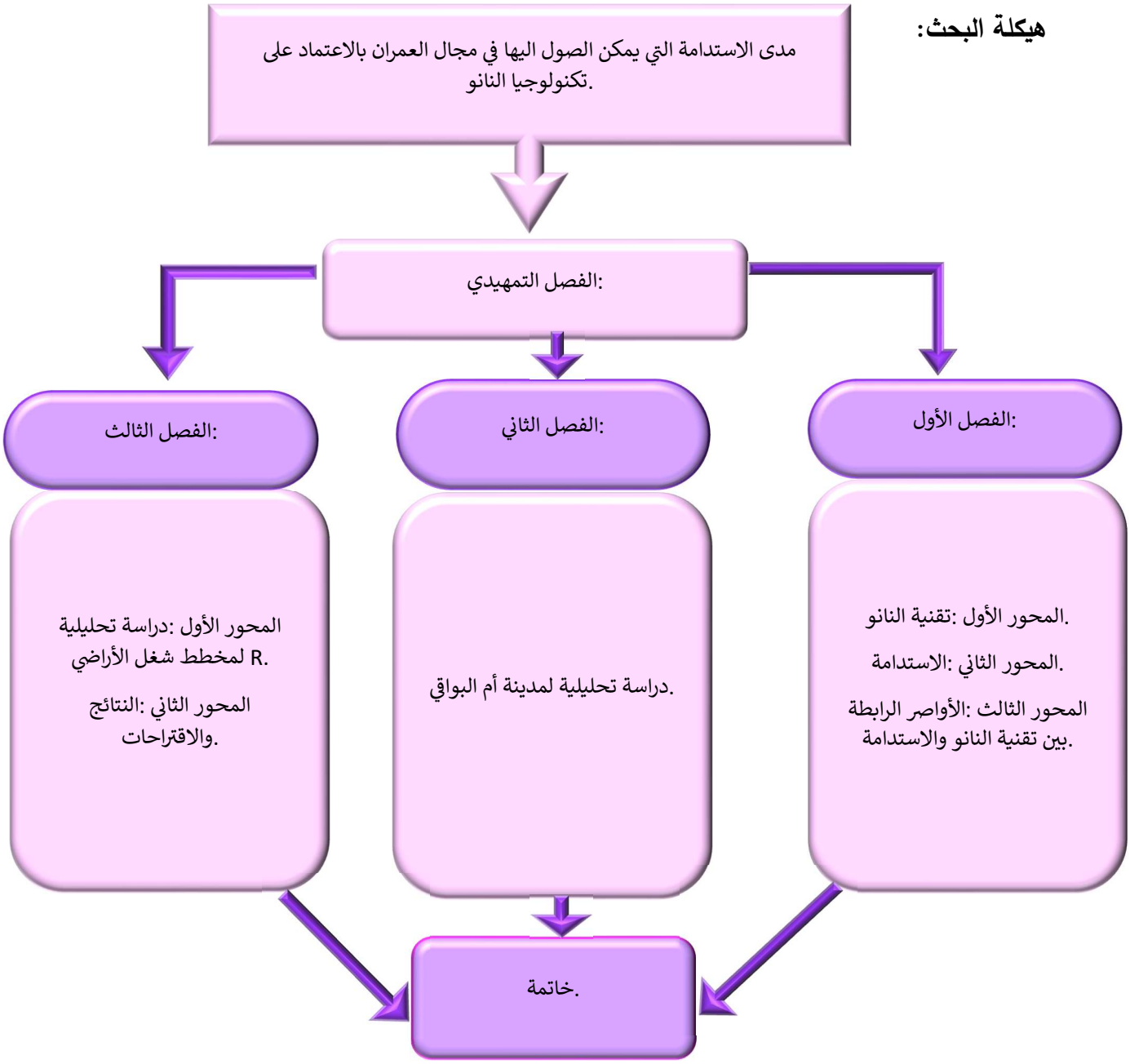
- **المرحلة الثالثة: (المعالجة والتحليل):**

وتم في هذه المرحلة فرز المعلومات وتحليلها وتمثيلها في خرائط وأشكال وجداول ووصفها والتعليق عليها.

- **المرحلة الرابعة: (توصيات واقتراحات):**

في هذه المرحلة تم تقديم نتائج واقتراحات لتجسيد تطبيقات التقنية، التي تتماشى مع مخطط شغل الأراضي R والمدينة.

هيكلة البحث:



الفصل الأول

الاستدامة وتكنولوجيا النانو في العمران

مقدمة:

إن الشـــغل الشـــاغل للعالم في يومنا هو محاولة الوصـــول إلى رقي اجتماعي ورفاه اقتصـــادي مع احترام التوازن البيئي، أي تحقيق اســـتدامة كفيلة لضـــمان حياة مريحة، وبعيدة عن الاختلالات البيئية الحاملة لمخاطر هائلة، وكل قد شحذ الهمم لتحقيق ذلك بما يتوافق مع مجال تخصصه، ومما نجده جليا هو توافق العديد من المجالات فيما يخص هذه الغاية، ومن بين هذه التوافقات نجد تقنية النانو المهتمة بالصـــغيرة قبل الكبيرة وفي مختلف المجالات، وارتئينا في هذا الفصـــل أن نبرز علاقة تكنولوجيا النانو بتحقيق الاستدامة حسب تطبيقاتها في مجال العمران.

المحور الأول: الاستدامة.

تمهيد

ان الاستدامة مصطلح يحمل بين طياته حبلا وثيقا يربط الحاضر بالمستقبل، الموجودة بالغائب، المنتهي بالاستمرارية، كما يتسع هذا المصطلح ليشمل بذاته كل مجالات الحياة، وعليه وجب التطرق اليه وجوبا لا مفر منه، ودراسة أبعاده فيما يخص الجانب العمراني.

1. مفاهيم خاصة بالاستدامة:

- يمكن تعريف الاستدامة بأنها العمليات والإجراءات المطبقة من قبل الجنس البشري لتجنب استنفاد الموارد الطبيعية، والحفاظ على التوازن البيئي المسؤول عن الحفاظ على جودة الحياة في المجتمعات الحديثة، وكلمة الاستدامة مشتقّة أصلًا من الفعل مستدام sustainable بمعنى تقديم الدعم، أو الصمود، أو التحمل، أو المواكبة، إذ طبق مفهوم الاستدامة بسبب المشاكل البيئية والاجتماعية التي تواجهها المجتمعات في كثير من المجالات والقضايا، كالاستغلال المفرط للموارد الطبيعية، وعمليات التصنيع المتمثلة في استخدام الطاقة والمنتجات الفرعية الملوثة للبيئة، والاستهلاك الخطي للمنتجات علمًا أن الاستدامة ترتكز على ثلاث ركائز أساسية وهي الاقتصاد، والمجتمع، والبيئة.[1]

حسب لجنة بريندتلاند التابعة للأمم المتحدة:

- عرفت الاستدامة عام 1987م على أنها " تعني تلبية حاجات الحاضر دون المساس بقدرات الأجيال المستقبلية على تلبية حاجاتها الخاصة". ويوجد اليوم في عالمنا حوالي 140 دولة نامية تبحث عن سبل لتلبية حاجاتها التنموية، ولكن يستصحب ذلك تهديد متزايد للتغيير المناخي، لذا وجب شحذ الجهود لضمان أن التنمية اليوم لا تؤثر سلباً على الأجيال المستقبلية[2].
- تعرف الاستدامة بأنها دراسة كيفية عمل الانظمة الطبيعية، والتنوع وإنتاج كل ما تحتاجه البيئة الطبيعية لكي تبقى متوازنة. كما تقر الاستدامة بأن الحضارة البشرية توفر مصادر لاستدامة طريقة عيشنا المعاصرة. وتأخذ الاستدامة بالاعتبار كيف نعيش باتساق مع الطبيعة وحمايتها من التدمير والإتلاف[3].

---

[1] Sustainability – What Is It? Definition, Principles and Examples", youmatter, 4/11/2020, Retrieved 23/1/2021.

[2] الموقع الرسمي للأمم المتحدة UN https://www.un.org/ar / تاريخ زيارة الموقع 23/03/2022

[3] د. سعيد سلمان الخواجة "آفاق البيئة والتنمية"، عن مركز العمل التنموي "معا"، العدد 84، عمان، أيار 2016.

- منذ قمه الارض عام 1992 اصـبحت الاسـتدامة مدرسـه فكريه تنتشـر في انحاء العالم المختلفة وخصـوصـا في اوروبا والولايات المتحدة الأمريكية وتتبناها مجموعه من المؤسسات والهيئات الرسمية والأهلية وتعمل من اجل تطبيقها ويرى البعض ان الاسـتدامة هي عباره عن كيفيه تحقيق النمو الذي يأخذ بعين الاعتبار ويراعي الجانب الانسـاني بكل ابعاده الاقتصـادية والاجتماعية والأخلاقية ولن يتم ذلك دون القضـاء على كل اشـكال الاختلالات والفوارق سـواء كانت داخل نفس المجتمع اي بين مختلف الفئات التي تشكله وكذلك بين دول الشمال والجنوب او بين مختلف الاجيال وتعرف الاستدامة على انها فقط ما يجب تركه كارثه من الاجيال المقبلة الطبيعة ترك المجال لهم مفتوحا حول كيفيه التصـرف فيها من اجل تلبيه احتياجاتهم وهناك من يسـتنبط من تعريف ومنهجيه لجنة بورتلاند تعريفا اخر للاستدامة ويراها انها استمراريه الانماط الاستهلاكية الحالية سواء في الشمال او الجنوب عرض عنها بأنماط اسـتهلاكيه وانتاجيه مسـتدامه وبدون تحقيق مثل هذه التطورات لتطبيق حقيقي لمفاهيم التنمية المستدامة الشاملة[4].

ومن اجل توضـيح اكثر لتعريف الاسـتدامة لابد من التعريج على مفهوم التنمية المسـتدامة والذي يرتبط ارتباطا وثيقا بفكر الاستدامة والمحافظة عليها حيث تعرف التنمية المستدامة على انها التنمية التي تلبي حاجات الاجيال الحاضـرة بدون التفريط في قدره الاجيال المسـتقبلية على تلبيه حاجاتها, كما ينظر للتنمية المستدامة على انها تركز على تحسين مستوى الحياه لكل سكان الارض بدون استنزاف المصادر الطبيعية وبدون الحاق الاذى بالبيئة أي السـعي للوصـول الى مسـتوى معيشـي مرضـي شـاملا التنمية الاقتصـادية والاجتماعية والحفاظ البيئي وبدون اسـتنزاف الارض، عندما تكون عمليه ما مسـتديمة فانه يمكن تكرارها مرات عديده بدون اثار سـلبيه على البيئة وبدون تكبد تكاليف باهظه ومسـتحيلة كما تعرف الاستدامة كذلك على انها محاوله لتوفير افضل النتائج للإنسان والبيئة الطبيعية الان وفي المستقبل[5].

2. التنمية المستدامة:

ظهر تعبير "التنمية المسـتدامة"، لأول مرة في عام 1980 في "اسـتراتيجية الحفظ العالمية"، وهي إحدى منشورات الاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة (IUCN) بعد بضـع سنوات، انتشـر في أعقاب نشـر تقرير اللجنة العالمية للبيئة والتنمية، مسـتقبلنا المشـترك، في عام 1987 (يسـمى أيضًـا تقرير بورتلاند،). ومن

---

[4] عبد الرحمان العايب، أسماء بن عبد الله. "استدامة المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في الجزائر: السياق والتحديات"، "الملتقى الوطني حول اشكاليه استدامه المؤسسات الصغيرة والمتوسطة"، جامعة الشهيد حمه لخضر، الوادي، 2017، ص4.

[5] محمد محمد عبد الحميد، "الاستدامة في مناهج التعليم المعماري"، مجلة جمعية المهندسين المصرية، المجلد 59، العدد02، جامعة الأزهر،2020، ص ص 31، 32

هذا التقرير، تم أخذ التعريف المعترف به اليوم: "التنمية التي تلبي احتياجات الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتهم.»[6]

عرفت لجنه برونتلاند التنمية المســـتدامة على انها التنمية التي تأخذ بعين الاعتبار حاجات المجتمع الراهنة بدون المساس بحقوق الاجيال القادمة في الوفاء باحتياجاتهم واتفقت دول العالم في مؤتمر الارض عام 1992 على تعريف للتنمية المســـتديمة في المبدأ الثالث الذي اقره مؤتمر البيئة والتنمية في ريو دي جانيرو البرازيلية عام 1992 على انها ضـرورة انجاز الحق في التنمية بحيث تتحقق على نحو متسـاوي الحاجات التنموية والبيئية لأجيال الحاضـر والمسـتقبل وعرفت على انها نتيجة تفاعل مجموعه في اعمال السلطات العمومية والخاصة بالمجتمع من اجل تلبيه الحاجات الأساسية والصحية للإنسان وتنظم تنميه اقتصـاديه لفائدته والسـعي الى تحقيق انسـجام اجتماعي في المجتمع بغض النظر عن الاختلافات الثقافية والدينية للأشخاص ودون رهن مستقبل الاجيال القادمة على تلبيه حاجيتها[7].

ومن اهم التعريفات ما وصـفه Kerry Turner [8]قائلا *ان التنمية المسـتدامة مبدئيا هي السـياسـة المثلى للنمو المسـتدام وذلك للحفاظ على معدل مقبول من النمو في نصـيب الفرد الحقيقي دون اسـتنزاف اصـــول المـخـزون الـرأســـمـالـي الـوطـنـي او اصـــول الـبـيـئـي الـطـبـيـعـي*[9] وقال Conway *ان التنمية المستدامة هي الحفاظ على الإنتاجية الصافية للكتلة الحيوية اي توازن ايجابي لـلـكـتـلـة فـي وحـده مســـاحـة فـي وحـده الـزمـن عـلـى مـدى قـرون مـن الـزمـن*"[10] وقال sen *"ان المجتمع المســـتدام هو قدره الشـــعوب على فعل يعتبرونه ســـببا وجيها لتعزيز قيمه الاستمرارية*"[11]

3. الفرق بين الاستدامة والتنمية المستدامة:

قد نتســـاءل عن الفرق بين مفهومي الاســـتدامة والتنمية المســـتدامة؟ إذ عُرِّفَت التنمية المســـتدامة Sustainable Development عالميًا عام 1987، وأوضـح التعريف أن التنمية المسـتدامة تركز على

---

[6] Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques Le Québec © Gouvernement du Québec, 2022 تاريخ زيارة الموقع 23 /2022/03

[7] عبد الرحمن العايب. "التحكم في الاداء الشـامل للمؤسـسـة الاقتصـادية في الجزائر في ظل تحديات التنمية المسـتدامة"، رسـالة دكتوراه، الجزائر، كلية العلوم الاقتصـادية والعلوم التجارية وعلوم التسـيير، جامعه فرحات عباس، سـطيف 2010 .2011

[8] هجيرة سعودي. "الاستدامة والمدينة الممارسات في العمران المعاصر حاله الجزائر"، رسالة دكتوراه، الجزائر، كلية العلوم والتكنولوجيا، قسم الهندسة المعمارية، جامعة محمد خيضر، بسكرة، 2012.

[9] Kerry Turner, R., 1988. Sustainable environmental management: principles and practice., Belhaven Press.

[10] Sen, A., 2001. Development as freedom, Oxford Paperbacks

[11] Conway, G.R., 1987. The properties of agroecosystems. Agricultural Systems, 24(2), pp.95–117

الرؤية طويلة المدى، على عكس الاستدامة التي تسعى إلى إبقاء الأمور فوق مستوى معين في اللحظة الحالية. أما فيما يخص الفرق بين ركائز الاستدامة الثلاث، فتهدف الاستدامة الاجتماعية إلى الحفاظ على رأس المال الاجتماعي، في حين تهدف الاستدامة الاقتصادية إلى الحفاظ على رأس المال العام سليمًا، أما الاستدامة البيئية فتهدف إلى تحسين رفاهية الإنسان بحماية رأس المال الطبيعي كالأرض والمياه والمعادن والموارد الطبيعية، وأُضيف إليها مجال آخر أو ركيزة رابعة وهي الاستدامة البشرية والتي تعني الحافظ على رأس المال البشري في المجتمع والسعي لتحسينه[12].

4. أبعاد الاستدامة:

في سنة 2005، حددت القمة العالمية للتنمية الاجتماعية ثلاث مجالات رئيسية تخص التنمية المستدامة. وهذه العناصر – وبحسب الكثير من المعايير الوطنية ومخططات الاعتماد، تشكل حجر الاساس للتغلب على اهم ثلاثة مشاكل تواجه العالم حاليا. ووصت لجنة Brundtland)) ذلك على أنه "التنمية التي نحتاجها حاليا بدون تقليل قدرة الاجيال القادمة على تلبية احتياجاتها". وبناء عليه، يجب أن ننظر إلى المستقبل عند اتخاذ قرارات حول الحاضر[13].

1.4. التنمية الاقتصادية

تعتبر التنمية الاقتصادية دليلا على أهم المشكلات التي تثير الخلاف بين الناس فيما يتعلق بالفكر السياسي وماهيته وليست من وجهة نظر اقتصادية وحسب، وكيف أن ذلك يؤثر على التجارة والشركات، والوظائف وتوفير فرص العمل. ويتعلق هذا بتوفير حوافز من الشركات وغيرها من المؤسسات للالتزام بتعليمات الاستدامة وبما يتجاوز التشريعات والقوانين. وإضافة إلى ذلك، فيجب تشجيع وتعزيز وزيادة الحوافز للأشخاص عند القيام بواجبهم وتحقيق هذه الأهداف، وتقليل التأثيرات السلبية لما يقوم به الإنسان، وبما يؤثر عليه وعلى البيئة.

وعلاوة على ذلك، فإن العرض والطلب في السوق استهلاكي بطبيعته حيث أن الحياة المعاصرة تتطلب الكثير من الموارد يوميا. ولغايات المحافظة على البيئة، فمن الضروري السيطرة على الأشياء التي نستهلكها. وترتبط التنمية الاقتصادية بإعطاء الناس ما يريدون بدون التأثير على جودة الحياة، وخاصة في عالم الدول النامية، مع ضرورة تقليل الأعباء المالية عند القيام بعمل الأشياء الصحيحة[14].

2.4. التنمية الاجتماعية

هناك الكثير من العناصر التي ترتبط بهذا الجزء، والمهم في الأمر هو الوعي بالتشريعات التي تهدف إلى المحافظة على الصحة ومنع التلوث وغيرها من النشاطات الضارة التي تقوم بها الشركات والمؤسسات

---

[12] عبد الله علي، "مفهوم الاستدامة"، موقع حياتك. كوم تاريخ زيارة الموقع 2022/03/24

[13] د. سعيد سلمان الخواجة "آفاق البيئة والتنمية"، عن مركز العمل التنموي "معا"، العدد 84، عمان، أيار 2016.

[14] د. سعيد سلمان الخواجة، مرجع سابق.

والمصـــانع. ففي امريكا الشـمالية وأوروبا وبقية عالم الدول المتطورة، يتم إجراء تفقدات قوية وبرامج للتأكد من الالتزام بالتشريعات وضمان صحة الناس وحسن عيشهم والمحافظة على هذه المكتسبات. كما أن ذلك يتعلق بالمحافظة على توفير الموارد الاساسية دون التأثير على جودة الحياة. ويتمثل التحدي الاكبر حاليا في اسـتدامة توفير المنازل للناس وكيف يمكن بناء هذه المنازل من مواد مسـتدامة. أما العنصـر الأخير فهو التثقيف والتعليم وتشجيع الناس على المشاركة في الاستدامة البيئية وتوعيتهم بتأثيرات المحافظة على البيئة وحمايتها، والتحذير من المخاطر إذا لم نستطع تحقيق هذه الاهداف[15].

3.4. الحماية البيئية:

إننا ندرك ما نحتاج الى عمله لحماية البيئة، سواء عن طريق إعادة التدوير، أو تقليل استهلاك الطاقة أو عن طريق الخروج في رحلات قصـيرة بدلا من اسـتقلال الحافلة. وتعمل الشـركات على منع التلوث وتقليل مسـتوى انبعاث الكربون. وهنالك حوافز مقابل تركيز مصـادر طاقة متجددة في منازلنا وشـركاتنا. ويعتبر عنصـر حماية البيئة العنصـر الثالث وموضـع اهتمام لمسـتقبل البشـرية. وهو يحدد كيف يتوجب علينا دراســـة وحماية نظام البيئة الطبيعية، وجودة الهواء، وتوفير الموارد التي تركز على المحافظة على البيئة. كما أن مسـألة حماية البيئة تهتم بالتكنولوجيا التي سـوف تحسـن من معيشـتنا المسـتقبلية وتجنب مخاطر استخدام التكنولوجيا.

تعتبر التنمية المسـتدامة انها عملية تلبية احتياجات الأجيال الحالية والمسـتقبلية دون التقليل من شـأن مرونة الخصـائص الداعمة للحياة أو تكامل وتماسك النظم الاجتماعية. توسـيعاً لنطاق هذا التعريف لأبعد من ذلك، نفرق بين أربعة أبعاد للاستدامة على النحو التالي[16]:

- ✓ النظم الإيكولوجية
- ✓ النظم الاقتصادية وغيرها من الأنشطة الاجتماعية
- ✓ الحكم والنشاط السياسي
- ✓ الأداء والقدرات المؤسسية

ليصـبح النظام الاجتماعي مسـتداماً، يجب أن يتميز بأربعة "شـروط منهجية لا يمكن لأي نظام أن ينطلق نحو الاستدامة إلا وفقط إذا تم الالتزام بها ".

- ✓ نظم إيكولوجية تثبت التوازن والمرونة.
- ✓ الاقتصاد والأنشطة الأخرى التي لا تقلل من شأن النظم الايكولوجية.
- ✓ الحكم الذي يعكس المشاركة والاستجابة.
- ✓ الأداء المؤسسي الذي يظهر في التكيف والنتائج.

---

[15] د. سعيد سلمان الخواجة، مرجع سابق.

[16] (النظام العالمي للتنمية المستدامة) GSSD تاريخ زيارة الموقع 2022/03/23

- الحفاظ على سلامة البيئة لضمان صحة وسلامة المجتمعات البشرية والحفاظ على النظم البيئية التي تدعم الحياة.
- ضـمان العدالة الاجتماعية لتمكين التنمية الكاملة لجميع النسـاء والرجال، وتنمية المجتمعات واحترام التنوع.
- تهدف لتحقيق الكفاءة الاقتصادية لخلق اقتصاد مبتكر ومزدهر ومسؤول بيئيًا واجتماعيًا.[17]

5. اهداف الاستدامة:

إن شـبكة التنمية المسـتدامة تفكر وتتصـرف على المسـتوى العالمي. ففي العام 2012، عقدت الامم المتحدة مؤتمرا للتنمية المستدامة لمناقشة وتطوير مجموعة من الأهداف التي يجب العمل على تحقيقها؛ وهي تتوافق مع أهداف الالفية الثالثة للتنمية، وتدعي النجاح في تقليل الفقر على المسـتوى العالمي وفي نفس الوقت تعتبر بأن هنالك المزيد الذي يجب القيام به. وتوصـلت الامم المتحدة إلى قائمة تتكون من 17 مادة، ومنها[18]:

- ✓ إنهاء المعاناة من الفقر والجوع وقلة الموارد الشحيحة.
- ✓ معاير أفضل للتعليم والصحة وجودة المياه والتنظيف الصحي.
- ✓ تحقيق المساواة الاجتماعية.
- ✓ التنمية الاقتصادية المستدامة وفي نفس الوقت توفير فرص عمل وخلق اقتصاديات قوية.
- ✓ التغلب على تأثيرات التغير المناخي، والتلوث وغيرها من العوامل البيئية التي تضر بصحة العامة حاضرا ومستقبلا.
- ✓ الاستدامة التي تشمل صحة الأرض، والهواء والشبكة المائية.

6. خصائص التنمية المستدامة:

- هي تنميه تمثل ظاهره عبر جيلية، اي انها عمليه تحويل من جيل لآخر وهذا يعني ان التنمية المستدامة لابد ان تحدث عبر فترة زمنيه لا تقل عن جيلين وتراعي حق الاجيال القادمة ومساواتها مع حقوق الاجيال الحاضرة (العدل).
- هي تنميه تقوم على التعاون بين الافراد في تحقيق اهدافها المشـتركة وكذا التعاون بين الدولة والقطاع الخاص والمجتمع المدني وكذا التعاون بين الدول وتنسيق جهودها والتأكيد على التوعية والتواصل.

---

[17] Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques Le Québec © Gouvernement du Québec, 2022 تاريخ زيارة الموقع 23/03/2022

[18] د. سعيد سلمان الخواجة، مرجع سابق.

- هي تنميه تشمل المجال الاقتصادي والبيئي والاجتماعي.
- هي تنميه تحدث في مستويات عدة (عالمي محلي...) ومع ذلك فإن ما يعتبر مستداما على مستوى الوطني ليس بالضرورة أن يكون كذلك على المستوى المحلي.
- هي تنميه تراعي الحفاظ على المحيط الحيوي في البيئة الطبيعية من خلال عناصره الأساسية كالهواء والماء والتربة والموارد الطبيعية.
- هي تنميه تراعي الحفاظ على القيم الاجتماعية والاستقرار النفسي والروحي للفرد والمجتمع.
- هي تنميه متكاملة تقوم على التنسيق والتكامل بين سياسيات استخدام الموارد واتجاهات الاستثمار والاختيار التكنولوجي والشكل المؤسسي مما يجعلها جميعا تعمل بتفاهم وانتظام.
- هي تنميه طويله المدى تتطلب:
  - ✓ الاهتمام بالتنمية البشرية التي تضمن وجود عنصر بشري قادر على تحقيق استمرار التنمية.
  - ✓ استخدام تكنولوجيا لا تدمر وتفسد البيئة وهذا من خلال اختيار وسائل تقنيه ذات نفايات محدودة مثلا.
  - ✓ اقتصاديه لا تتنافى والتنمية البيئية وأيضا التنمية الاجتماعية.
  - ✓ نظم اجتماعيه ومؤسسيه قادرة على الإدارة البيئية السليمة للموارد الطبيعية المتجددة وغير المتجددة وكذا نظم انتاجية تحافظ على موارد بيئية صالحة للتنمية.
  - ✓ نظام سياسي يضمن المشاركة الفعالة للمواطنين في اتخاذ القرار.
  - ✓ نظام اقتصادي يضمن تحقيق فائض ويعتمد على الذات ونظام دولي يعزز التعاون وتبادل الخبرات في مشروع التنمية.
- الإنتاجية:
  - ✓ حيث أن النمو الاقتصادي والتطور المطرد في انتاج الثروات وتحسين الإنتاجية هي من شروط الأساسية لتحقيق التنمية المستدامة.
  - ✓ التعلم من الآخرين ونقل التطبيقات والممارسات المثلى لتحسين البيئة[19].

[19] منى هرموش، "مقارنه دور تنظيمات المجتمع المدني في التنمية المستدامة"، رسالة ماجستير، الجزائر، كليه الحقوق، جامعه الحاج لخضر، باتنة 2009 2010.

7. التنمية العمرانية المستدامة:

ظهرت فكره التنمية العمرانية المستدامة في مؤتمر قمه الارض الذي عقد في ريو دي جانيرو سنة 1992 بشان البيئة والتنمية: الحق في التنمية ضرورة ينبغي تحقيقها بحيث يمكن تحقيق المتطلبات التنموية والبيئية للأجيال الحاضرة والقادمة بشكل منصف، كما عرض مؤتمر urban 21 المنعقد في برلين عام 2000 امثله لأفضل الممارسات في تطبيق التنمية العمرانية المستدامة في المدن حول العالم موضحا ان تحسين نوعيه الحياه Quality of life في مدينة تتضمن –الى الجانب العمراني– الجانب البيئي، الثقافي، السياسي، المؤسسي، الاجتماعي، والاقتصادي دون ترك أعباء للأجيال القادمة هذه الاعباء هي نتيجة استنزاف الموارد الرئيسية والتوصل الى المبدأ الذي يقوم على أساس التوازن بين الموارد والطاقة والمخرجات المالية التي تؤدي دورا مهما في جميع القرارات المستقبلية للتنمية بالمناطق العمرانية[20].

8. مفاهيم عامة:

1.8. التخطيط العمراني المستدام:

البيئة العمرانية المستدامة هي عمران يخطط وينفذ وتتم إدارته بأسلوب يضع البيئة في اعتباره، مع الأخذ في الحسبان تقليل استهلاك الطاقة والموارد مع تقليل تأثيرات الإنشاء والاستعمال على البيئة وتحقيق الانسجام مع الطبيعة. لذلك فان العمران المستدام لا يعمل فقط على خفض استهلاك الطاقة وتقليل الأثر البيئي، ولكنه أيضا يقلل من تكاليف الصيانة، ويخلق بيئة عمل مبهجة ومريحة، ويحسن من صحة المستخدمين ويرفع من معدلات إنتاجيتهم، ويرفع من قيمة العقارات وعائدات البناء. لذلك فان التخطيط العمراني المستدام هو جزء لا يتجزأ من منظومة التنمية المستدامة والتي هي البحث والتنفيذ لخطط جذرية تمكن المجتمع النجاح في تفاعله وبشكل متوازن وإلى أجل غير مسمى مع المنظومة الطبيعية من خلال الحفاظ على نظام معين يسمح بتجديد مواردها. فهي عملية مكتملة الجوانب تضمن للبيئة الطبيعية والنظام الاقتصادي وسياق الحياة الاجتماعية نظام آمن مستدام ورفاهية المجتمع، ولإنجاح ذلك لابد من تضافر كل الجهود في كافة التخصصات للوصول إلى الاستدامة والمحافظة على البيئة[21].

---

[20] فاديه عثمان عبد الحليم. "مفاهيم الاستدامة كركيزة لدعم الحياة بالحيز الحضري"، مجلة جامعة الأزهر، المجلد 12، العدد 45، معهد اكتوبر العالي للهندسة والتكنولوجيا السادس من أكتوبر، 2017، ص 02.

[21] د. فريد صبح القيق. "مفاهيم الاستدامة كمنهجية شاملة لتقييم المخططات العمرانية– قطاع غزة كحالة دراسية–"، كلية الهندسة، الجامعة الإسلامية بغزة، 2010.

2.8. التصميم العمراني المستدام

تعتمد الحضـارة البشـرية على عمليات الانشـاء والبناء والتعمير المتواصـل للحفاظ على بقائها، لكن قدرة الكوكب والطبيعة على دعم هذه العمليات آخذة في التراجع بسبب الزحف الشديد على الاراضـي والتدمير المتواصـل للبيئات الطبيعية، والاسـتنزاف الحاد للموارد والاسـتهلاك المتزايد لمصـادر الطاقة المختلفة ومن هنا تنبع أهمية تحقيق التخطيط والتصـــميم العمراني لمبادئ الاســـتدامة كحل بديل لتصـــميم وتخطيط التجمعات الحضرية البشرية[22].

وذكر مـاثيو كـارمونـا في كتـابـه بعنوان public places Urban spaces the dimension of Urban design مفهوم التصـميم العمراني على انه فن خلق الاماكن للناس حيث يشـمل طريقة تصـميم هذه الأماكن وتحقيق الأماني للمجتمع فضـــلا عن الناحية الجمالية هذا إلى جانب بعض الأمور الاخرى والمتعلقة بالربط الاجتماعي والحركة والشكل الحضـري والفراغات الطبيعية والمعالجات التي تضـمن نجاح المدن.

3.8. التصميم المستدام:

ويسـمى أيضـا: (التصـميم البيئي، التصـميم المسـتدام بيئيا، والتصـميم البيئي الواعي) هو فلسـفه تصـميم الاشياء المادية والبيئة العمرانية والخدمات تتوافق مع مبادئ الاستدامة الاجتماعية والاقتصادية والبيئية.

4.8. العمارة الخضراء:

هي فلسـفه العمارة التي تدعو لاسـتخدام مصـادر الطاقة المسـتدامة والحفاظ على الطاقة وإعادة الاسـتخدام لمواد البناء وتحديد مواقع البناء مع النظر في تأثيرها على البيئة فالمسؤولية الرئيسـة هي ان العمارة ليست لانتقاء أفضل حل ولكن لدمج جميع الخيارات التي قد تولد حلول عملية.

5.8. الانشاء المستدام:

هو الانشاء والإدارة المسؤولة لبيئة مشيده صحية تعتمد على كفاءة الموارد والمبادئ الايكولوجية الفعالة.

---

[22] فاديه عثمان عبد الحليم، مرجع سابق.

6.8. البناء الأخضر:

عادة ما تتدرج التعريفات من حيث كون المبنى ليس سـيئا من حيث تأثيره على البيئة وصـولا الى كون المبنى أفضل كخطبة للتجديد والتطور والحفاظ على الموقع وموارده البيئية[23].

9. أهداف العمارة المستدامة:

هناك هدفين رئيسيين لتحقيق مبدأ الاستدامة في العمارة، وتذكرها كما يلي:

- الحد من اسـتهلاك الموارد الغير قابلة للتجديد وتجميل البيئة الطبيعية، والإزالة أو الحد من اسـتخدام المواد السـامة، وتطبيق هذه المبادئ يقلل التأثير السـلبي على البيئة الطبيعية والمشـيدة من حيث المباني ومحيطها المباشر والإقليمي والعالمي.
- فاعلية الموارد وفاعلية الطاقة والوقاية من التلوث والتوافق مع البيئة والأعمال النظامية والمتكاملة. ويمكن تطبيق هذه الأهداف وتوقيع النتائج على محاور الاسـتدامة الثلاثة البيئي والاجتماعي والاقتصادي وعلى المستويات العالمي والمحلي، وتحقيق المستوي المحلي بالعدالة في وحدة الإنشاء بالمواد البنية التحتية ومن النتائج تغيير المناخ وتغيير المواد البيئية الداخلية والمواد البيئية الخارجية البرية والفقر والأقلية والمدن الداخلية والنقل والاتصالات والمكسب والعمل على إثراء قيمة المباني الموجودة والمكونات الرئيسية لمحاور الاستدامة وفروعها ونتائجها المتوقعة في البيئة العمرانية.

10. مبادئ العمارة المستدامة:

ترتكز العمارة المسـتدامة على مجموعة من المبادئ من أجل تحقيق أهدافها بإنشـاء وتشـغيل المباني المشيدة الصحية ولتحقيق أهدافها تعتمد على كفاءة المصادر والتصميم البيئي، وتمثل هذه المبادئ الركائز التي يجب أخذها في الاعتبار من أجـل تحقيـق عمـارة مستدامة، وتعتمد على الترشيد في استهلاك المصـادر من الطاقة والمياه ومواد البناء وغيرها، إلى جانب الاهتمام بالبيئة من خلال تصـميم المباني المتجانسـة مع البيئة المحيطة وعدم الحاق الضـرر بها والسـعي إلى تحقيق بيئة داخلية أفضـل توفر مستويات الراحة لمستخدميها، وهذه المبادئ يمكن توضيحها في العناصر التالية[24]:

1.10. احترام المستعملين للمبنى: الهدف الأسمى للعمارة المستدامة هو سلامة الإنسان والحفاظ عليه، لذلك يسـتلزم على المصـمم أن يدرس التأثير الفعلي لمواد البناء على جودة المبنى، ومن جوانب احترام مستعملي المبني أن يكون المبني مشيد ليجابه بعض الكوارث البيئية.

2.10. الحفاظ على الطاقة والاعتماد على الطاقة المتجددة : يجب أن يصـمم المبنى بحيث يتم الاستعانة فيه بقليل من الوقود الأحفوري والاعتماد بصورة أكبر على الطاقات الطبيعية، وفي تقرير لقسم

---

[23] فاديه عثمان عبد الحليم، مرجع سابق.

[24] محمد محمد عبد الحميد، مرجع سابق.

الطاقة بالمملكة المتحدة عام 1988م اقترح بأن يكون ، 5% من اعتماد المملكة المتحدة في الطاقة على الطاقة المتجددة.

3.10. التكيف مع المناخ: هذا المبدأ يحث المصممين على تكييف مبانيهم التي يصممونها مع المناخ، فحين الانتهاء من انشـــاء المبني يصـــبح جزء من البيئة ويصـــبح معرض لعوامل المناخ المختلفة فإن استطاع المبنى مواجهة المشاكل والضغوط المناخية مع استغلاله لجميع الموارد المناخيـــة والطبيعية لتحقيق الراحة للإنسان داخل المبني يطلق على هذا المبنى المتوازن مناخيا.

4.10. احترام موقع البناء وما يحيط به: يهدف هذا المبدأ إلى جعل المبني يطأ بأســلوب لا يحدث أي تغييرات جوهرية في الموقع، هذا المبدأ يدعوا المعماريين إلى تصـــميم المبنى بأقل تغييرات ممكنة في الموقع وخاصة عمليات الحفر أو الردم أو انتزاع بعض عناصر البيئة الطبيعة.

5.10. التقليل من اســتخدام الموارد الجديدة: يحث هذا المبدأ المصــممين إلى تقليل اســتخدام الموارد الجديدة في المباني التي يصممونها، وانشاءها بأسلوب يجعلها هي نفسها أو بعض عناصرها في نهاية عمر المبني موردا لمباني أخرى، ومن طرق تقليل استخدام الموارد الجديدة هو اعادة تدوير بقايا المواد.

6.10. التصــميم الشــامل: يجب على المصــمم أن يراعي في عملية التصــميم للمبني تطبيق العمارة المستدامة، وربما يكون من الصعب تحقيق كل مبادئ العمارة المستدامة، ولكن ليس مستحيل فـــي ظـــل الدراسة الدقيقة مع إقناع المجتمع بهذا الفكر.

11. القضايا البيئية المرتبطة بمواد البناء والانشاء وتأثيرها على الاستدامة:

1.11. مواد البناء والإنشاء واستنزاف طبقة الأوزون والاحتباس الحراري:

من أهم القضايا البيئية المرتبطة بالاستخدام غير المناسب لمواد البناء والإنشاء هي ظاهرة استنزاف طبقة الأوزون، حيث ان مواد البناء تتســبب في إصـــدار مركبات الكلوروفلوروكربونات (CFC) والهيدروكلوروفلوروكربونات (HCFC)، والهالونات (Halons) المســـتنزفة للأوزون، وتقاس هذه العملية الحاصلة بتأثير المادة بمعيار يسمى "**احتمالية استنزاف المادة للأوزون(ODP)**"، وتقدر قيمته بـــ 1 لمركب الكلوروفلوروكربون CFC، ويعتبر هذا الأخير جزيء عضـــوي يحتوي على ذرات الكلورين والفلورين، ويعرف باســـم **(المبرد 11)** أو (Refrigerant R11)، وتنتمي قيمة (ODP) لبقية المبردات إلى القيمة التي يمثلها المركب (R11)، اذ **كلما اقتربت القيمة من الصـــفر كلما كان المركب أفضـــل للبيئة**[25].

[25] ايهاب محمود عقبة،"التصميم البيئي لمواد البناء والانشاء"، جامعة الفيوم، القاهرة، مصر، 2007 ص 02.

تســاهم هذه المبردات أيضــاً في إحداث ظاهرة الاحتباس الحراري نتيجة انتاج وإصــدار الغازات المختلفة المســـببة لهذه الظاهرة، وتقاس قيمة تأثير المادة على هذه الظاهرة **بمعيار احتمالية الاحتباس الحراري (GWP)**.

الجدول رقم (1) قيمة احتمالية استنزاف الأوزون (ODP)، وقيمة المشاركة في الاحتباس الحراري (GWP) لبعض المركبات الناتجة عن مواد البناء والإنشاء.

المادة	النوع	الرمز الكيميائي	احتمالية استنزاف الأوزون (ODP), R11= 1	احتمالية الاحتباس الحراري (GWP), CO_2= 1
R11	CFC	CCl_3F	1	1500
R22	HCFC	$CHClF_2$	0.05	510
R113	CFC	CCl_2FCClF_2	0.8	2100
R114	CFC	CCl_2FCClF_2	1.0	5500
R123	HCFC	$CHCl_2CF_3$	0.02	29
R125	HFC	CHF_2CF_3	0	860
R134a	HFC	CF_3CH_2F	0	420
R141b	HCFC	CH_3CCl_2F	0.08	150
H1211	Halon	CF_2ClBr	3.0	لم تحسب بعد.
H1301	Halon	CF_3Br	10.0	5800

المصدر: Anon (1991)، "CFCs and buildings", BRE, Garston, BRE, Digest 358

- ويوضـح الجدول مقدار المشـاركة في الاحتباس الحراري لبعض المبردات والهالونات الناتجة عن مواد البناء وذلك مقارنة بقيمتها المكافئة بالنسـبة لغاز ثاني أكسـيد الكربون والتي تسـاوى الواحد الصـحيح، حيث أن كمية هذه المبردات التي تنطلق في الجو أقل نسبياً من كمية ثاني أكسيد الكربون مما يجعلها **تؤثر بنســـبة 10%** في إحداث ظاهرة الاحتباس الحراري، أما الهالونات Halons فهي مركبات هيدروكربونية منتجة للفقاعات عادة ما تسـتخدم في مقاومة الحريق، تعتبر عالية التأثير السـلبي على ظاهرة استنزاف طبقة الأوزون.

2.11. مواد البناء والإنشاء والطاقة:

أشـــكال الطاقة المســـتهلكة في المباني تتنوع ما بين **الطاقة الإجمالية الكامنة** في مواد البناء والإنشـــاء المكونة له، **والطاقة المســـتخدمة في تشـــغيله**، وغالبا ما تكون قيمة الثانية أكبر من الأولى بالرغم من وجود اختلافات في تقدير قيمة هذه الطاقة نظراً لصعوبة توحيد مقاييس لها واختلاف تكلفة ومصدر الوقود في كل دولة[26].

[26] Howard, N. and Sutcliffe, H. (1993), "Embodied energy, the significance of fitting-out offices", BRE 180/22/9, BRE, Garston.

- الطاقة الإجمالية الكامنة أو الطاقة المندمجة: هي الطاقة المستخدمة في استخراج المواد الخام وتحويلها إلى مواد بناء أو منتجات أو مكونات داخل المبنى بالإضافة للطاقة اللازمة لنقل هذه المواد الخام والمنتجات الوسيطة والنهائية، وتلك المستهلكة أثناء عملية البناء، ولا تشمل هذه الطاقة أعمال الصيانة وإعادة الاستخدام أو التخلص النهائي.

الجدول رقم (2) بعض القيم التقديرية للطاقة الإجمالية الكامنة لبعض مواد البناء والإنشاء.

مواد عالية الطاقة جدا		مواد عالة الطاقة		مواد متوسطة الطاقة		مواد منخفضة الطاقة	
المادة	قيمة الطاقة GJ/Ton	المادة	قيمة الطاقة GJ/Ton	المادة	قيمة الطاقة GJ/Ton	المادة	قيمة الطاقة GJ/Ton
ألومينيوم	250-200	صلب	60-30	جير	5-3	رمل وزلط	< 0.5
بلاستيك	100-50	رصاص + زنك	+25	طوب طفلي	7-2	رماد الفرن	< 0.5
نحاس	+100	زجاج	25-12	بياض مصيص	4-1	تربة	< 0.5
صلب لا يصدأ	+100	اسمنت	8-5	خرسانة	8-0.8		
		ألواح جصية	10-8	طوب رملي	1.2-0.8		
				خشب	5-0.1		

المصدر: Spence, R. (1991)، "Energy for Building"، United Nations Centre for Human Settlement Nairobi.

- يعتمد الجزء الأكبر من مواد البناء والإنشاء الأساسية المستخدمة في المباني السكنية على عدد قليل من المواد، ونسبة الاحتياج للمواد ذات الطاقة العالية جداً والعالية قليلة.
- تعتمد نسبة مشاركة مواد البناء في الطاقة الإجمالية الكامنة المستهلكة في المبنى على نوع المبنى.
- الطاقة الإجمالية الكامنة المستهلكة في المواد الداخلة في الأنظمة الميكانيكية والكهربية وأنظمة المرافق المختلفة من صرف صحي وتخلص من المخلفات، والتخلص من مياه الامطار داخل المبنى فتختلف حسب نوع المبنى أيضا، وتتراوح قيمة هذه **الطاقة ما بين 5-10%** من الطاقة المندمجة الإجمالية للمبنى.
- توجد عدة طرق للتقليل من الطاقة المندمجة لمواد البناء والإنشاء داخل المبنى والتي تتمثل فيما يلي:
  - اختيار مواد بناء ذات طاقة مندمجة منخفضة.
  - التصميم الجيد الذي يأخذ في الاعتبار تحقيق طول العمر للمواد المستخدمة.
  - الاستخدام الاقتصادي للمواد مع تقليل إنتاج المخلفات والاتجاه نحو تدويرها.

3.11. المعايير البيئية لاختيار مواد البناء والإنشاء بالمبنى:

اختيار مواد البناء والإنشاء الرئيسية يعتمد على مجموعة من العوامل أهمها:

- ومقاومة الحريق.
- ملاءمتها للغرض المستخدمة من أجله.
- الثبات والمتانة
- التكلفة.
- التأثير على البيئة وصحة الإنسان.
- المقاومة الميكانيكية.

وفيما يلي بعض المعايير البيئية التي تحكم اختيار المواد الأساسية للبناء والإنشاء:

1.3.11. المواد المستخدمة في العناصر الإنشائية للمبنى:

يغلب على اختيار مواد الإنشاء المستخدمة في العناصر الإنشائية للمنشآت معيار الصلابة، ويسمى المعيار الذي يحدد هذه الصلابة بالمعيار المرن elastic modulus E.

الجدول رقم (3) قيمة المعيار المرن والكثافة والطاقة المستهلكة لإنتاج وحدة الكتلة لبعض مواد البناء والإنشاء.

المادة	المعيار المرن E MN/m^2	الكثافة Kg/m^3	الطاقة KJ/Kg
الخشب	11000	500	1170
الخرسانة العادية	14000	2400	720
الطوب	30000	1800	2800
الخرسانة المسلحة	27000	2400	8300
الحديد	210000	7800	43000
الألومينيوم	70000	2700	238000

المصدر: Spence, R. (1991)، "Energy for Building"، United Nations Centre for Human Settlement Nairobi.

- كلما زادت قيمة E كلما زادت صلابة المادة، كما تعتبر أيضاً قيمة الطاقة المستهلكة مؤشراً للتكلفة المستهلكة لإنتاج وحدة الكتلة من مادة الإنشاء، وتستخدم معظم المباني الكبيرة المهمة مادة الخرسانة المسلحة والحديد في هياكلها وكذلك الطوب في حوائطها لما لهذه المواد من صلابة عالية مطلوبة لعناصر الإنشاء.

2.3.11. مواد إنشاء الأسقف والحوائط والأسطح:

- تختلف الطاقة المستهلكة في إنشاء الاسقف تبعا للمادة المستخدمة في الإنشاء، فالإنشاءات الخشبية مثلا في الدول التي تتوافر بها مصادر الأخشاب المستدامة (كالمملكة المتحدة) تكون أقل استهلاكا للطاقة عن انشاءات الخرسانة المسلحة والحديد.
- كما تختلف الطاقة المستهلكة في الحوائط الخارجية تبعا لنوع الحائط، حيث تستهلك الحوائط من مواد الإنشاء الخفيفة الوزن طاقة أقل من الإنشاء بالطوب العادي. أما الحوائط الداخلية والفواصل فتختلف الطاقة المستهلكة فيها بناء على قوتها الإنشائية المطلوبة ودرجة عزلها الحراري والصوتي وكونها معمرة أم لا.

- وتختلف الطاقة المستهلكة في إنشاء الاسطح النهائية أيضا تبعا للمواد المستخدمة في إنشائها ومدى توافرها في الدول التي يقام بها المبنى، أي يعتمد ذلك على كون المواد محلية أم لا.

3.3.11. مواد العزل الحراري:

- تمثل مواد العزل مجالاً هاماً للتطوير من أجل الحفاظ على الطاقة، ويعتمد النقل الحراري في الحوائط على مستوى العزل بها[27].
- ولكن لا يعتبر مستوى العزل هو العامل الوحيد المحدد لاستهلاك الطاقة في المبنى من خلال مواد العزل، فهناك عوامل عديدة أخرى منها ما يتعلق بـ:
  - مساحة أدوار.
  - الشكل.
  - حجم للمبنى.
  - التوجيه.
  - مستخدمي المبنى وعددهم.
  - التعرض للظروف المناخية.
  - طبيعة استخدام المبنى.
  - خصائص المبنى.
- ترتبط معايير اختيار مواد العزل الحراري في المبنى بمجموعة اعتبارات البيئية وسهولة الاستخدام:

أ. الاعتبارات البيئية:

تختلف هذه الاعتبارات حسب نوع مادة العزل المستخدمة،

- يتمثل معيار الاختيار في مواد العزل البلاستيكية مثلا في التأكد من عدم استخدام وسائط تحتوي على CFCS أو HCFCS أثناء تصنيعها، فعلى سبيل المثال نجد أن البوليسترين الممدد Expanded Polystyrene أصبح الآن خاليا" من هذه المركبات، بينما لا يزال البوليسترين المبثوق Extruded Polystyrene يحتوي على هذه المركبات.
- أما المواد العازلة ذات الألياف كالألياف الزجاجية والمعدنية، فمشكلتها البيئية الرئيسية في خطرها المتزايد على صحة الإنسان لتسببها في سرطان الرئة والالتهاب الشعبي، وترتبط هذه المشكلة بأمور فنية للغاية تتعلق بقطر الألياف وطولها والتكوين الكيميائي لها. فعلى سبيل المثال نجد مثلا أن الصوف الصخري Rockwools تتراوح قطر الباقة من 5-4 ميكرومتر وقد اثبتت بعض الدراسات الحديثة بأنه لا يوجد خطر صحي من استخدام هذه المواد[2].
- وفيما يتعلق بالطاقة المندمجة، يتضح من الجدول (4) المدى الواسع في القيم للطاقة المندمجة المستهلكة في كل نوع عزل، فالمواد العازلة المشتقة من الألياف المعدنية مثلا" تحتاج إلى طاقة كلية أقل من عدد كبير من مواد العزل الأخرى، وبالتالي يتسبب عنها إصدارات أقل من غاز ثاني أكسيد الكربون.

---

[27] Burek, S. and Fairbairn, A. (1993), "Analysis of energy use data and building characteristic", Proceedings of First International Conference on Environmental Engineering, De Montfort University, Leicester.

[2] Anon (1994), "Insulation and Energy", Architecture Today, 45, 37-8

ب. اعتبارات سهولة الاستخدام في المباني:

يهتم بعض المعماريين عند اختيار مواد العزل الحراري بقابليتها للتفتيت كما هو في المواد العازلة ذات الألياف فضـــلاً عن التأكد من مطابقتها للمواصـــفات اللازمة لغرض الاســـتخدام، بينما يجد الكثير منهم ملاءمة الصـوف الصـخري لتصـميماتهم المختلفة بما يجعلهم حريصـين على توصـيفها في مشـروعاتهم. أيضا يفضل الكثير من القائمون على عملية البناء استخدام فوم البوليسترين المبثوق بسبب مقاومته الجيدة للمياه، وسهولة استخدامه.

الجدول رقم (4) أكثر مواد العزل استخداما وخواصها المختلفة.

مادة العزل	التوصـــيـل الحراري W/mK	الكثافة Kg/m^3	المـقـاومـة الحرارية mK/W	الطاقة المندمجة KWh/m^3	الطـاقـة المنـدمجـة / المقاومة الحرارية KWh/m^4K
1. ألواح البولسترين الممدد	0.035	25	28.6	1125	39.2
2. البولسترين المبثوق	0.030	38			
3. لفات الالياف الزجاجية	0.040	12			
4. ألواح الألياف الزجاجية	0.035	25			
5. ألواح الالياف المعدنية	0.035	30	28.6	230	8.0
6. فوم الفينول	0.020	30			
7. ألواح البولي يورثان	0.025	30			
8. فوم اليوريـا فور مـالـد هايد	0.040	10			
9. ألواح السيليلوز	0.035	25	28.6	133	4.7

المصدر: Doggart, J. (1992)، Insulation in buildings, Energy Management, July/August, 16-17.

4.3.11. الزجاج:

يوفر الزجاج من خلال النوافذ إمكانية الحصـــول على الاطلالة المحيطة بالمبني، بالإضـــافة إلى تحقيق الاكتساب الحراري من خلال الإشعاع الشمسي، فضلا عن توفير الإضاءة الطبيعية.

تزيد الطاقة المندمجة الكامنة للزجاج كلما تعقد تصـــميمه، حيث تعتبر أقل قيمه لها عند اســـتخدام نافذة ذات إطار خشـبي وزجاج نقي مفرد، وتزيد هذه الطاقة كلما تعددت الألواح الزجاجية، وتم فصـل الفراغات بينها بالغازات الخاملة كالأرجون والكريبتون وغيرها، أيضـــا اســـتخدام الطبقات قليلة الإنبعاثية للألواح واستخدام إطارات الألومنيوم ذات الحواجز الحرارية، أين ترتفع التكلفة بشكل واضح.

5.3.11. المواد المستخدمة في أنظمة المرافق الخدمية بالمبنى:

تختلف المعايير البيئية في اختيار أنظمة المرافق الخدمية بالمبنى حسب المواد المستخدمة في كل منها، فعلى سبيل المثال:

- تتكون أنظمة أعمال الصرف تحت الأرض عادة من مواسير فخارية، أو بلاستيكية.
- أما المواسير فوق الأرض قد تغيرت في الآونة الأخيرة من الحديد الزهر إلى البلاستيك.
- كما بدأ الاتجاه أيضا إلى استخدام المواسير البلاستيكية والمعدنية كالألومنيوم في أعمال صرف مياه المطر.

وكل هذه الأنظمة لها تأثيرات واضحة على إجمالي الطاقة المستهلكة في المبنى، فضلاً عن تأثيرات أنظمة التدفئة والتهوية والتكييف والإضاءة أيضا، والطريقة المثلى لتقليل التأثير البيئي السلبي لهذه الأنظمة هو التقليل من الاحتياج لها، إلا أن بعضها يصعب الاستغناء عنه.

- ففي أنظمة التدفئة مثلاً تستخدم المواسير الحديدية أو النحاسية، والدكتات من صاج الحديد المجلفن، وكلها مواد ذات تأثير واضح على الطاقة المستهلكة، أيضا مواد العزل المستخدمة في المواسير فيجب مراعاة خلوها من مركبات CFCS أو HCFCS.
- كذلك الكابلات النحاسية المستخدمة في أعمال الإضاءة المعزولة بعازل PVC والذي له تأثيرات بيئية وجب مراجعتها.

6.3.11. المواد المستخدمة في أنظمة الإضاءة:

- هنا يتم التركيز على المواد المستخدمة في أنظمة الإضاءة وتأثيرات المصادر التي تزودها بالقوى الكهربية.
- من المعروف أن كل لمبة فلورسنت تحتوي على 20 ملغ من الزئبق السام، مما يتسبب عند هلاكها في تراكم كميات ضخمة منه وجب التخلص منها بشكل آمن.
- ويتخلف عن وحدات الإضاءة المنتهية الصلاحية أيضاً كميات كبيرة من الكالسيوم والرصاص والنحاس والتنجستين وعدد من الملوثات.
- تستهلك أنظمة الإضاءة أثناء استخدامها كمية كبيرة من الطاقة، فضلاً عن إنتاج كمية كبيرة أيضا من ثاني أكسيد الكربون، وعدد من الملوثات الغازية الأخرى، فإنتاج الكهرباء من المحطات التي تعمل بحرق الفحم تنتج إصدارات كبيرة من الزئبق وعوالق أخرى ملوثة في الهواء، وهنا تكمن أهمية استخدام مصادر الضوء الصديقة للبيئة.

7.3.11. مواد النهو والتشطيب:

تتركز المشكلات البيئية الرئيسية لمواد النهو والتشطيب في تأثيراتها السلبية على البيئة والصحة.

- مواد النهو والتشطيب للأخشاب مثلا من ملمعات ودهانات يجب أن تكون ذات أساس ماني وزيوت وأصباغ نباتية مع تجنب المواد التي تحتوي على مضادات الفطريات والزرنيخ والمذيبات الضارة صحياً والرصاص.
- مواد نهو وتشطيب الأرضيات عند الاحتياج إليها فيراعى أيضا أن تكون من مصادر متجددة ما أمكن وذات محتوى قليل من الطاقة المندمجة.
- بالنسبة للحوائط والأسقف فيجب التفكير بداية في مدى ضرورة هذا التشطيب وإمكانية الاستغناء عنه، حيث أن كثيرا من مواد البياض والدهانات تكون من مصادر غير متجددة، وتحتاج إلى مدخلات خاصة من الطاقة، فضلا عن كونها غير قابلة للتدوير، وإلا فيجب أن يراعي في مواد البياض والدهانات للحوائط والاسقف تجنب المواد الضارة وذات الإصدارات الضارة بالصحة.

4.11. طرق تقييم التصميم البيئي لمواد البناء والإنشاء:

هناك طريقتين رئيسيتين للتقييم البيئي لمواد البناء والإنشاء، هما: تحليل دورة حياة المادة LCA والتصنيف الإيكولوجي أو البيئي للمواد Eco-Labelling.

1.4.11. تحليل دورة حياة المادة Life Cycle Analysis (LCA)

- يعمل هذا التحليل على اختبار التأثيرات البيئية للمادة أو المنتج خلال كل مرحلة من مراحل وجوده، اذ يبدأ هذا التقييم من استخراج المواد الخام، مرا بمراحل التصنيع، ثم التعبئة والشحن، ثم التركيب، بحيث يشمل دراسة التأثير على الهواء الداخلي، وكذلك تأثير طول عمر المادة وأدائها خلاله، وأخيراً مرحلة التخلص منها أو استرجاعها[1].
- ومن خلال تقييم المنتج بهذه الطريقة يمكن اختيار مواد بناء مستدامة قليلة التأثير السلبي على البيئة والصحة. وعلى الرغم من أن مفهوم التحليل لدورة حياة المادة قد بدأ في الستينات من القرن الماضي، إلا أنه لم يتسع انتشاره إلا في التسعينات من القرن العشرين، حيث بدأت تتطور المنهجيات المختلفة التي تتناوله لتشمل العديد من المقاييس الدولية، وقد أصبح الآن لهذا النوع من التحليل مدى واسع من التطبيقات ويتكون تحليل دورة حياة المادة (LCA) من مكونين رئيسيين:

أ. **تحليل وجرد لقائمة محتويات المنتج Inventory Analysis:**

ويتناول وصفا لدورات المادة والطاقة داخل النظام الخاص بالمادة أو المنتج، والذي يتكون من مجموعة العمليات والأنشطة طوال جميع مراحل حياة المادة بحيث تشمل عمليات الاستخراج المواد من مصادرها،

[1] ايهاب محمود عقبة، مرجع سابق.

والإمداد بالطاقة. وعمليات التصـــنيع، والاســـتخدام، والتخلص، والتدوير، وتكون نتيجة هذا التحليل قائمة بالمصادر والموارد المستهلكة والإصدارات الغازية الناتجة عن النظام وعمليته وانشطته المختلفة.

ب. **تحليل للتأثيرات البيئية Impact Analysis:**

يتناول هذا التحليل تقييماً للتأثيرات البيئية للمصـــادر والإصـــدارات الغازية التي تم رصـــدها في المرحلة الأولى من التحليل لقائمة محتويات المنتج، وقد تعددت مداخل التحليل لهذا المجال، بين الطرق البسـيطة التي اعتمدت على عدد محدود من المتغيرات إلى النظم المعقدة التي تغطي مدى واســـع من المتغيرات. ومن المؤشـرات الرئيسـية التي تسـتخدم في هذا النوع من التحليل لبيان التأثيرات البيئية هو مقدار الطاقة المستهلكة، وكمية إصدارات ثاني أكسيد الكربون التي تنتجها المادة خلال مراحل دورة حياتها.

2.4.11. التصنيف الإيكولوجي أو البيئي لمواد البناء Eco-Labelling:

هو محاولة للوصول إلى مقاييس متفق عليها للملاءمة البيئية للمواد والمنتجات وإعطائها درجات تعبر عن ذلك حيث أعدت المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO) تصنيف للمنتجات على أساس بيئي يشتمل على ثلاثة أنواع:

← النوع الأول:

ويمنح هذا التصـــنيف للمواد والمنتجات ذات الخصـــائص البيئية الأفضـــل والتي تقابل معايير معينة تم وضعها من قبل المنظمة (ISO 14024)، وذلك بناء على التحليل البيئي لدورة حياة المادة.

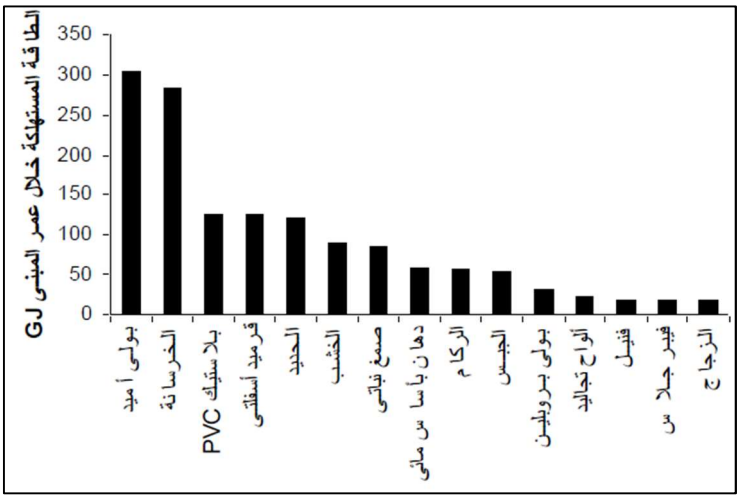
← النوع الثاني:

ويمنح هذا التصنيف للمواد والمنتجات التي تقابل معايير بيئية معينة يضعها المنتج ويلتزم بها في منتجاته والمواد التي ينتجها (ISO 14021).

← النوع الثالث:

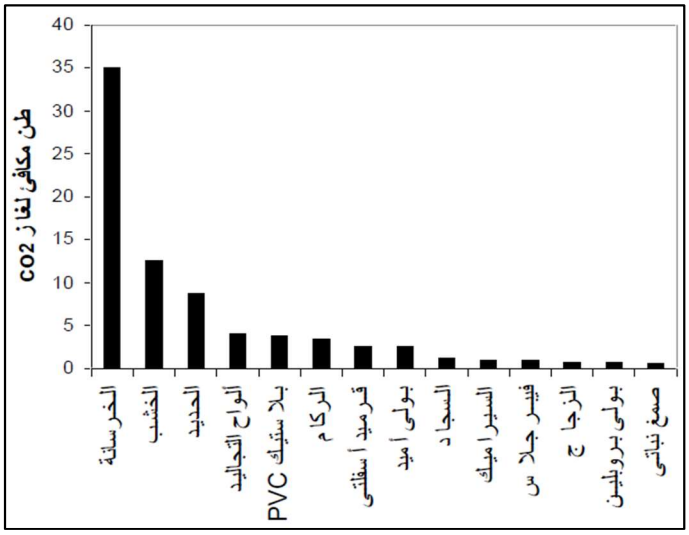
وفيه تتمتع المواد والمنتجات بالوضـــوح الكامل للمعلومات المرتبطة بالأداء البيئي لها طبقاً لتحليل دورة حياتها، وذلك بهدف تعريف المستخدم لها بتأثيراتها البيئية بشكل واضح من خلال معلومات رقمية عنها، واتخاذ القرار المناسب في التعامل معها سواء باستخدامها أو عدم استخدامها (ISO 14025).

شكل 01: ترتيب أعلى مواد البناء استهلاكا للطاقة خلال عمر المبنى.



المصدر: www.umich.edu/~nppcpub/research/lcahome:

الشكل 02: ترتيب لأعلى مواد البناء تأثيرا على ظاهرة الاحتباس الحراري خلال عمر المبنى.



المصدر: www.umich.edu/~nppcpub/research/lcahome

خلاصة:

مما سبق نجد أن للمواد الخاصة بالبناء والانشاء تأثير مباشر وغير مباشر على الاستدامة الساعي لتحقيقها العالم، وهذا عائد للتأثيرات السلبية لهذه المواد على البيئة سواء في مراحل تصنيعها او نقلها أو أثناء استخدامها أو حتى على طول عمرها الافتراضي في المباني والمنشآت، وبالتالي وجب إيجاد حلول فعالة للحد او التقليل من هذه التأثيرات الدائمة.

المحور الثاني: تكنولوجيا النانو:

1. تمهيد:

يتقاطع مجال علم النانو وتقنياته مع كافة مجالات العلوم والهندسة لما له من اتساع ومرونة في الاستخدامات، ومع التقدم السريع للعديد من المجالات والوصول إلى القدرة على التعاطي المباشر مع ذرات وجزيئات المواد أصبحت تقنية النانو مثار اهتمام وتركيز لمجموعات نامية من العلماء والمهندسين، وبالرغم من عدم القدرة على تحديد عصر أو حقبة معينة لظهور تقنية النانو، كما أنه لم يعرف بالضبط بداية استخدام الإنسان للمواد النانوية، لكن ذكر مفهوم تقنية النانو لأول مرة في عام 1876م عندما أجرى الفيزيائي جيمس ماكسويل(Maxwell Clerk James) تجربة ذهنية باسم "عفريت ماكسويل " Demon s'Maxwell ( )ولدت فكرة التحكم في تحريك الذرات والجزئيات. وتلاه العالم ريتشارد فيمان في عام 1959 حيث قال *"بأن المادة عند مستويات النانو وبعدد قليل من الذرات تتصرف بشكل مختلف عن حالتها عندما تكون بالحجم المحسوس"*، وفي عام 1974 ظهر مسمى تقنية النانو (Nanotechnology)عبر تعريف العالم الياباني نوريو تانيغوشي (Taniguchi Norio) حيث قال *"إن تقنية النانو ترتكز على عمليات فصل واندماج وإعادة تشكيل المواد بواسطة ذرة واحدة أو جزيء ".* لتتالى الاكتشافات بعدها وزاد الاهتمام بأبحاث تقنية النانو كما اكتشفت أجهزة جديدة ساعدت في تطور انتشار تقنية النانو ودخولها في كافة مجالات الحياة. وفي عام 2000م أعلنت الولايات المتحدة الأمريكية مبادرة تقنية النانو الوطنية NNIوالتي جعلت تقنية النانو تقنية استراتيجية وطنية. وفي عام 2003 تم معرفة أسرار هذه التقنية والتحكم بعالم المواد النانونية[1].

2. مفهوم النانو:

مصطلح نانو مشتق من الكلمة الإغريقية نانوس" Nanos" وتعني القزم وتعرف بأنها وحدة قياس مترية دقيقه ومتناهية الصغر وتعادل واحدا من ألف مليون من المتر أين يعادل عشرة اضعاف وحدة القياس الذري المعروفة بالأنجستروم وهي لا ترى الا تحت المجهر الالكتروني وتستخدم هذه الوحدة للتعبير عن ابعاد اقطار ومقاييس ذرات وجزيئات المواد والجسيمات المجهرية مثل البكتيريا والفيروسات.

---

[1] سبنا المرضي ابراهيم حبيب الله، " نحو عمارة ذكية ومستدامة باستخدام النانو تكنولوجي"، المؤتمر الدولي للعلوم التقنية (ICST2019)، جامعة بنغازي، بنغازي، 2019، ص ص 2-3.

3. مفهوم علم النانو:

تشـير علوم النانو إلى الاسـتخدام الفني الموجه نحو الأشـياء والبنيات ذات الاحجام المحدودة بين 1 و100 نـانومتر، أي التعامل مع المواد في مســـتواها الذري والجزيئي بمقياس لا يتعد 100 نـانومتر يعتني بدراســة وتوصــيف مواد النانو واكتشــاف وتعيين خصــائصــها وخصــالها الكيميائية والفيزيائية والميكانيكية مع دراسة الظواهر المرتبطة الناشئة عن تصغير احجامها.[1]

4. مفهوم تقنية النانو:

تقنيه النانو تشمل الابحاث والتطورات التقنية على المستويات الذرية والجزيئية في مجال طولي لا يتعد 100 نانومتر لتوفير فهم اسـاسـي للظواهر والمواد على مقياس النانو وهي التي تصـنع وتسـتخدم تركيبات لديها خصائص فريدة نظرا لصغر حجمها.

5. أساس تقنية النانو:

أساس هذه التقنية هو إنتاج أشياء جديدة من مكونات المادة الأساسية (الذرة، الجزيء) ...وبما أن كل المواد هي عبارة عن ذرات متراصــة وفق ترتيب معين فإننا نســتطيع أخذ ذرة ووضــعها إلى جانب أخرى بطريقة مختلفة عما هما عليه في الأصل مما ينتج مواد جديدة بخواص كيميائية مختلفة كليا ولون مختلف أيضا.

6. مميزات تقنية النانو:

- مواد ناتجة أكثر دقه من تلك المصنوعة بالطرق التقليدية.
- ارتفاع درجه نقاوة المواد أكثر من السابق.
- توحيد نوعية وجودة المواد.
- تقليل تكلفة الانتاج وخفض الطاقة المستهلكة في التصنيع والتشغيل.[2]

[1] أحمد نبيه المنشاوي،" **تقنية النانو كمدخل للعمارة الخضراء**"، مجلة العلوم البيئية جامعة عين شمس معهد البحوث والدراسات البيئية، المجلد 37، الجزء الثاني، مارس 2017، ص4.

7. المواد النانوية:

الفئة المتميزة من المواد المتقدمة التي يمكن انتاجها بحيث تتراوح مقاييس ابعادها او ابعاد حبيباتها الداخلية بين 1 الى 100 نانومتر، قد تكون مواد عضويه او غير عضويه طبيعية او مصنعه، تسلك تلك المواد سلوكا مغايرا لسلوك المواد التقليدية.

تذوب المواد النانوية بطرق مختلفة، وتأخذ خصائص مغناطيسية مختلفة، وتتفاعل بشكل مختلف مع المواد الكيميائية، أو تعكس الضوء بشكل مختلف عن الطريقة التي يمكن أن تكون في الحجم الطبيعي.

8. خواص المواد النانوية[1]:

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

1.8. الزيادة النسبية للمساحات السطحية: المواد النانوية لها مساحة سطح أكبر عندما تقارن بنفس المواد في الحيز الاكبر، وهذا يجعل مواد أكثر نشاطا يؤثر في قوتها او خواصها الكهربائية واصبحت مواد النانو تستخدم كمواد محفزه

2.8. التأثيرات الكمية: وهي تبدأ في التحكم في تصرفات المادة في حيز النانو، لأن هذه المواد لم تعد تخضع لقوانين الفيزياء الكلاسيكية نظرا لأبعادها الصغيرة التي تقترب من الابعاد الذرية لذا فإنها تخضع لقوانين فيزياء الكم والذي ينعكس على خواصها منها القدرة على تغيير اللون والشفافية والصلابة الكبيرة والقدرة كبيره على التواصيل والعزل.

9. تقنيات تصنيع المواد النانوية[2] (Nanomanufacturing):

تجدر الإشارة أولاً إلى أنه عند تصنيع مواد النانو، فإن الحجم الصغير ليس هو الهدف النهائي، فهناك خصائص ومظاهر أخرى تهم مصنعي المواد الثانوية، هي:

- **حجم المواد (Size):** فالحجم مهم عندما تتعامل مع المواد الثانوية، فمثلاً السيليكون الثانوي عندما يكون حجم الجريئات 1 نانوميتر، فإن السليكون يشع لون أزرق، بينما إذا كان حجم جزيئات السيليكون 3 نانوميتر، فإنها تشع اللون الأحمر، وما بينها بشع اللون الأخضر، على عكس المواد

[1] سبنا المرضي ابراهيم حبيب الله، مصدر سابق، ص ص 3 4

[2] صفات سلامة، منير نايفة. " النانو تكنولوجي–مقدمة في فهم علم النانو. الطبعة الأولى، بيروت، الدار العربية للعلوم ناشرون، 2009 ص 32 33.

عندما تكون bulk (المواد في حالتها الطبيعية أي صـلبة) فالحجم غير مهم أي لا تتغير خصـائص المادة مع اختلاف حجمها.

- **شكل المواد (Shape or Morphology)**: يجب أن تكون المادة المنتجة ذات شكل محدد وموحد، فعندها ينعم شكل المواد فإن خصائصها 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 Composition)**: ويعني أن يكون التركيب النانو، الكيميائي لمادة النانو المنتجة متجانساً.
- **درجة التكتل (التجمع)** : **Degree of Particle Agglomeration** هل هي متباعدة أم متقاربة، حيث يجب ألا يحدث تكتل لمادة وفي حالة حدوثه فإن خصائص المادة سوف تتغير.

هناك عدة طرق لتصـنيع المواد النانوية، وقد تم تصـنيفها الى طريقتين رئيسـيتين، يندرج تحت كل منهما عدد لا نهائي من طرق التصنيع وهما:

1.9. تقنية الهبوط في تصنيع منتجات النانو من الاعلى الى الاسفل top-down method:

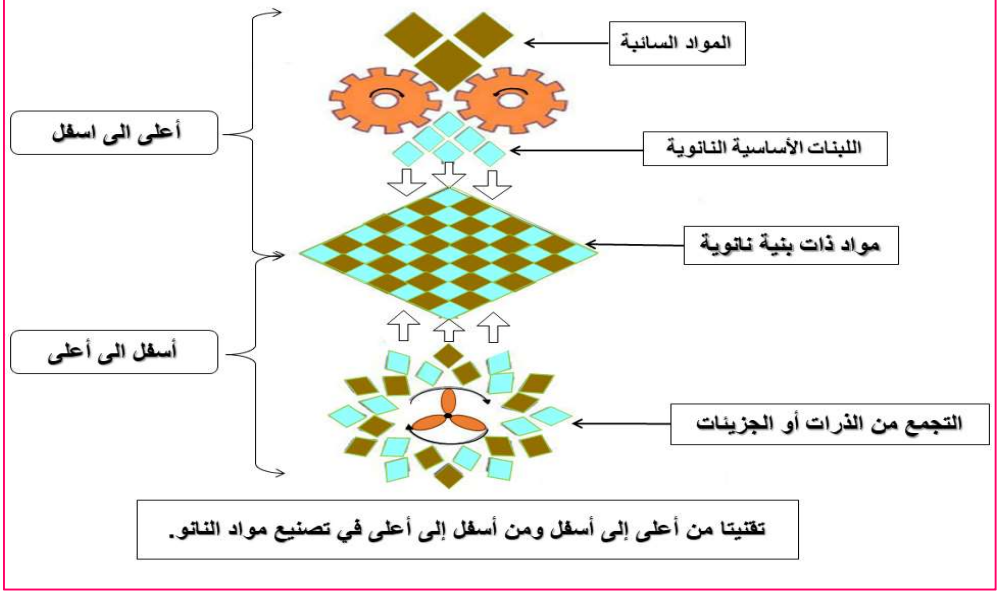
يمكن تكوين مواد النانو هبوطا تنازليا بالتقسيم Top down عن طريق تقنية إنتاج بنيات صـغيرة جدا من الأجزاء الكبيرة من المواد حيث تبدا من مادة كبيرة (جسـم مادى) حتى نصـل الى الشـكل والحجم المطلوب، وتقوم على تكسير المواد الكبيرة وتحويلها الى مواد ذات بعد نانوي، فهي تبدا من bulk (المادة في حالتها الطبيعية اي صـلبة) ثم يتم تكسـيرها او تصـغيرها حتى تصـل الى قطع صـغيرة جدا من مرتبة النانو، باسـتخدام طرق ووسـائل فيزيائية ميكانيكية مثل الطحن milling ، او وسـائل كيميائية مثل بعض الاحماض acids.وتسـتخدم هذه الطريقة في صـنع الرقائق الالكترونية ,وتسـتخدم فيها تقنيات الطباعة الحجرية الضوئية أو الإلكترونية.

2.9. تقنية الصعود في تصنيع منتجات النانو من الاسفل الى اعلى Bottom up method:

وهي معاكسـة تماما للطريقة السـابقة حيث تبدا انطلاقا من الذرات او الجزيئات يمكن اسـتخدام تقنية الصـعود من أسـفل إلى أعلى Bottom up بتجميع ذرة مع ذرة أو جزئ مع جزئ حيث يتم فصـلها عن بعض ثم تجميعها لتصـل الى مرتبة النانو والحجم والشـكل المطلوب باسـتخدام التفاعلات الكيميائية او باستخدام طريقة تبادل المواد (اي مادة تتشكل منها مادة اخرى),ومن إحدى طرق القيام بذلك هي التجميع الذاتي Assembly - Self وفيها ترتب الذرات أو الجزيئات نفسـها إلى بنية تعتمد على خصـائصـها

الطبيعية، ويبين نمو بلورات صناعة أشباه الموصلات مثالا للتجميع كما تفعل ذلك المركبات من الجزيئات الكبيرة.

الصورة رقم 01: تقنيتا تصنيع مواد النانو.



المصدر: Transportation Research Circular E-C170: Nanotechnology in Concrete Materials

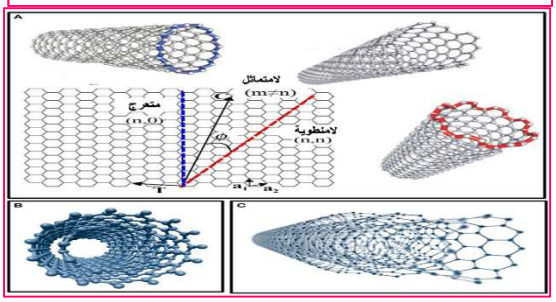
10. اشكال مواد النانو[1]:

من الممكن بناء وتصميم مواد النانو على هيئه اشكال مختلفة ومتعددة منها ما يلي:

1.10. انابيب النانو nanotubes:

عبارة عن انابيب مجوفة يبلغ قطر كل انبوب اقل من 100 نانومتر، وقد يصل طولها الاف النانومترات، ومن امثلة انابيب النانو، انابيب الكربون النانوية، وانابيب السيليكون، وانابيب التيتانيوم.

صورة 02: تمثيل تخطيطي للأنابيب النانوية



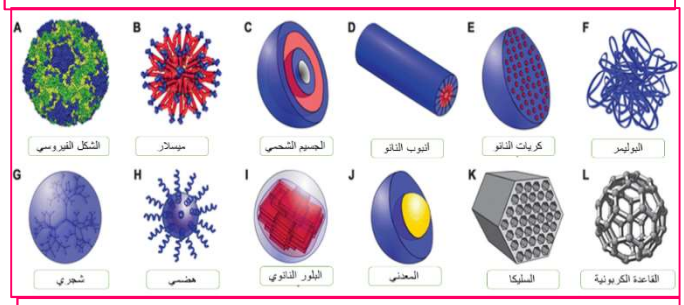
المصدر: موقع
https://www.researchgate.net/publication/284067990_Carbon_Nanotube_Biosensors

[1] صفات سلامة، منير نايفة، مرجع سابق ص34.

2.10. جزيئات النانو(حبيبات) nanoparticles:

وهي على عدة اشكال ويكون أحد ابعادها اقل من 100 نانومتر قد تكون على شكل مكعب او كروي او بيضاوي او نجمي.

الصورة 03: تمثيل تخطيطي لأنواع مختلفة من الجسيمات النانوية

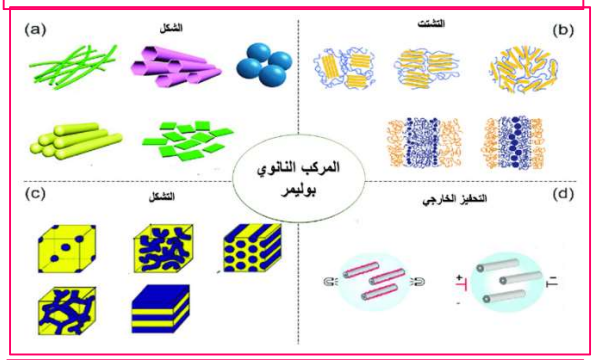


المصدر: موقع
The Royal Society of Chemistry 2016

3.10. مركب النانو (مركب من مواد النانو) nanocomposite:

وينتج من عملية توزيع او انتشار مواد النانو داخل مواد عادية، على سبيل المثال يتم توزيع ونشر انابيب الكربون النانوية داخل بعض المواد البلاستيكية، ليتم الحصول على نانو مركب له خصائص فائقة.

صورة 04: تمثيل تخطيطي مركبات البوليمر النانوية

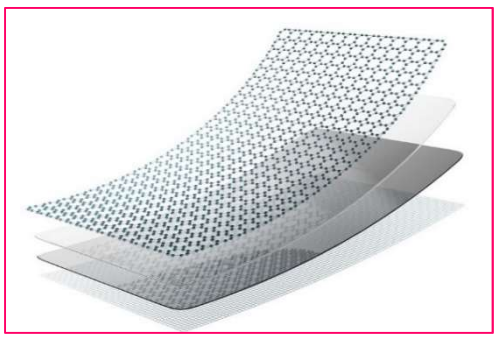


المصدر:
https://www.researchgate.net/figure/Research-topics-in-polymer-nanocomposites-where-a-shape-b-dispersion-c_fig1_331321446

4.10. الافلام(الأغشية) الرقيقة thin films:

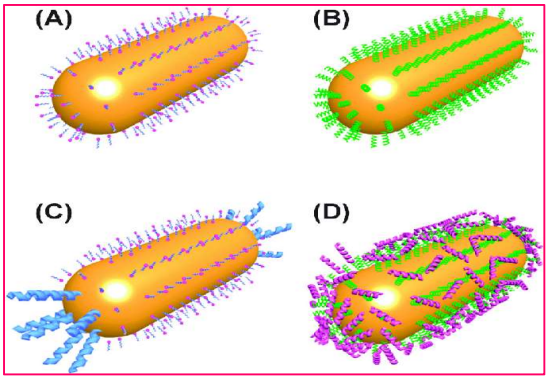
عبارة عن طبقة رقيقة من مادة معينة، يبلغ سمكها اقل من 100 نانو متر، اما طولها وعرضها فقد يكون بالميكرومتر، وتستخدم هذه الطبقات الرقيقة في مجال اشباه الموصلات مثل السيليكون وسبائك الذهب.

صورة 05: تمثل الأفلام النانوية فائقة الرقة:



المصدر: موقع
https://www.azonano.com/article.aspx?ArticleID=5243

صورة 06: يمثل رسم تخطيطي لأنواع قضبان النانو



المصدر: موقع
https://www.researchgate.net/figure/Schematics-of-A-CTAB-bilayer-capped-Au-nanorods-B-functionalized-Au-nanorods-with_fig3_232916898

5.10. قضبان النانو nanorods:

وتشبه انابيب النانو، الا انها مصمتة وأقصر منها، ومن امثلتها قضبان الذهاب والبلاتين واكسيد الخارصين.

11. جسيمات النانو[1]: Nanoparticles

يمكن تعريف جسـيمات الناتو "Nanoparticles" بأنها التراكيب التي تكون أحد أبعادها على الأقل ضمن مدى مقياس النانو (أقل من 100 نانوميتر)، من العلم بانه لم يتم الاتفاق رسميا على تعريف محدد لها حتى الآن، ولكن التعريف اعلاه هو أكثر التعاريف قبولاً في الأوسـاط العلمية، والجدير بالذكر أن هناك الكثير من جسيمات النانو (الطبيعية والصناعية) استحوذت على اهتمام الباحثين والمتخصصين في المجالات العلمية المختلفة.

وجسيمات النانو تأتي في أشكال متعددة، منها

- الألياف النانويةNanolibres
- الاسلاك النانويةNanowires
- القشرة الثانوية Nanoshells
- النقاط الكمية.Quantum dots
- الفلورين.Fullerene
- الكرات النانوية.Nanoballs
- انابيب الكاربون النانوية Carbon Nanotubes

[1] فؤاد نمر الرافعي، "مفاهيم اساسية في تقنية النانو" جامعة ذي قار، كلية العلوم، العراق، 2015-2016 ص 12،13

ومن الجدير بالذكر أن جسيمات النانو يمكن ان تكون جسيمات طبيعية موجودة أصلاً في الطبيعة مثل جسيمات النانو الطينية nanoclay والياف السليلوس النانوية cellules nanofibers وكذلك جسيمات السليكون ومركباته مثل .nanosilicon carbide وفي أغلب الحالات يتم معالجة هذه الجسيمات لتصبح ملائمة للاختبارات العملية والتطبيقات الصناعية.

كما يمكن الحصول على جسيمات النانو صناعياً ومن أمثلتها جسيمات النانو من الذهب nanogoldوالفضة nanosilver وأنابيب الكربون النانوية carbon nanotube، والنقاط الكمية quantum dot وغيرها

12. طرق وأساليب التعامل مع المواد في مقياس النانو[37]:

تستخدم في العادة ثلاث وسائل أساسية للتعامل مع المادة على مستوى قياس النانو الذي يتراوح بين واحد إلى مائة نانومتر وهذه الوسائل هي:

- التقاط الجزيئات ونقلها pick up and move
- تشكيل الجزيئات بالحفر أو عن طريق الطباعة الحفرية الحجرية Lithography
- استخدام التجميع الذاتي self -assembly.

1.12. التقاط الجزيئات ونقلها pluck up and move :

يستخدم مجهر القوة الذرية AFM (Atomic Force Microscope) في ذلك وهو مجهر يمكن الرؤية به عن طريق قياس قوى التجاذب Attractive forces بين عينة من السطح وجزء دقيق جدا very sharp tip

- كلما انتقل الجزء الصغير على السطح فإنه يشاهد السطح عن طريق قياس التجاذب attraction أو التنافر repulsion بينه وبين السطح ويوضع الجزء الصغير على عارضة cantilever تشبه لوح الغوص وتقاس حركة انتقال العارضة عن طريق شعاع ليزر، ويتمكن مجهر القوة الذرية AFM من قياس اختلافات تصل إلى واحد من عشرة أجزاء من النانومتر.

2.12. التشكيل بالحفر Lithography:

تصنع غالبية المكونات الإلكترونية في قياس النانو بما يمكن تسميته النقش بالحفر Lithography ، وقد اكتشف ألويس سينيفلدر Alios Senefelder المبادئ الأساسية لهذه الطريقة بالطباعة على الحجر عام 1798 وتعتمد هذه الطريقة على فكرة أن الماء والنفط لا يمتزجان، ومن هنا يمكن Enfolder تشكيل الأشكال على السطح عن طريق رسمها بمادة نفطية مثل أقلام الشمع كصورة مرسومة، وسوف يتكون الحبر المخلوط بالماء ويلتصق بالأماكن الخالية من المادة النفطية فقط، كما يمكن أيضا تغطية السطح كله بالمادة

[37] صفات سلامة، منير نايفة، مرجع سابق ص34،35.

النفطية ثم خربشة اماكن الرسم لوضع الرسم بالخربشة، وقد سميت هذه الطريقة في بعض الأحيان بألواح الخربشة.

3.12. التجميع الذاتي Self−assembly:

التجميع الذاتي للجزيئات Molecular Self−Assembly هو من إحدى العمليات المستخدمة في معالجة الجزئيات لترتيب الجزيئات بطريقة سابقة الإعداد للخروج بمواد لها الخصائص الفريدة، ومن بين تطبيقات هذه العملية تصنيع المطاط المعدني وهي مادة لها خصائص المعدن الموصل بمرونة خواص المطاط.

13. اهمية تقنية النانو في البناء والعمارة:

تقنية النانو في البناء: استنادا الى أوراق مراجعة أنور خطاب ومحمد يوسف:[38]

قبل اختراع الجرافين، كان الفولاذ يُعتبر أقوى مادة بناء حيث تبلغ كثافته $7.85 g/cm^{-3}$ بقوة إنتاجية تبلغ 250 MPa وقوة قصوى تبلغ 400 −550 ولحسن الحظ، حل الجرافين الآن محل الفولاذ. اذ أن الجرافين هو أنحف مادة تم اختراعها على الإطلاق، ويتكون من طبقة أحادية فقط من ذرات الكربون يتم ترتيبها في نمط سداسي ويزن فقط $0.77\ g/m^2$ ، حاليا يتم استخدام الجرافين في شكل أنابيب نانوية كربونية ، يتم اختصارها باسم CNTs أو ألياف الكربون النانوية المختصرة باسم CNFs، يتم تصنيع أنابيب النانو كربون عن طريق ترتيب شبكة سلكية ذات مقياس ذري من الجرافين في شكل أسطواني ، ويتم تصنيع ألياف النانو كربون أيضًا عن طريق ترتيب ذرات الكربون الجرافيت في شكل ألواح موضوعة واحدة فوق الأخرى ، لا تقتصر خصائص الجرافين فقط على وزنه الخفيف إنه أقوى 100 مرة من الفولاذ بنفس السماكة، أفضل من النحاس في توصيل الحرارة والكهرباء ، وله خصائص بصرية وميكانيكية استثنائية.

في مواد البناء، يهتم المهندسون المدنيون دائمًا بالكثافة والقوة، ولسوء الحظ فإن العلاقة التي تجمعهما طردية حيث ترتبط القوة الأعلى أيضًا بكثافة أعلى ما يزيد من الوزن الساكن للبنية، لكن للجرافين رأي آخر اذ يمتلك هذا الأخير إمكانات هائلة ليكون العمود الفقري المستقبلي للهندسة المدنية بسبب كثافته المنخفضة وقوته الممتازة، ولا تقتصر أهمية تقنية النانو على الجرافين و CNTs و CNFs فقط فهناك مجموعة أخرى من الأبحاث جارية أيضًا لاستخدام مواد البناء نفسها على مستوى النانومتر اذ تم إدخال الاسمنت النانوي في السوق وقد خطت مجموعة Bodome النمساوية خطوة إلى الأمام في هذا الصدد حيث أدخلت النانو على النطاق التجاري، والأكثر شيوعًا أن جزيئات الأسمنت التجارية الحالية تختلف في

[38] Anwar Khitab and Muhammad Tausif Arshad, **"NANO CONSTRUCTION MATERIALS: REVIEW"**, Department of Civil Engineering, Mirpur University of Science and Technology, Allama Iqbal Road, Mirpur, Azad Kashmir, Pakistan, 2014 p p 2,6

الحجم من 1 إلى 100 ميكرومتر، إن الدقائق النانوية لها مساحة سطح أكبر لكل وحدة حجم، وهو أمر مهم للغاية في تكنولوجيا الأسمنت والخرسانة اذ تظهر مساحة السطح الكبيرة للمادة الرابطة بقوة أعلى مبكرا ونهائيا بسبب تفاعلات الترطيب الأسرع والأكثر فعالية.

يتم أيضًا تطوير العديد من مركبات الأسمنت الجديدة من خلال دمج جزيئات التيتانيا (TiO_2) والسيليكا (SiO_2) والطين والألومينا (Al_2O_3) ذات الأحجام النانوية فيها أيضا يتم تطوير الدهانات النانوية التي تعزز بشكل كبير مقاومة الدهانات والطلاءات ضد البيئات العدوانية او الدخيلة، وقد وجدت الدهانات التي تحتوي على نانو تيتانيا وCNTs فعالة للغاية ضد الملوثات الصناعية وأدخنة السيارات.

مع معرفة أهمية تقنية النانو في الهندسة المدنية سنذكر تاليا المواد النانوية المهمة للصناعات الانشائية والبناء والتشييد التي تم تطويرها خلال السنوات القليلة الماضية:

14. مواد النانو المتميزة للصناعة الإنشائية:

1.14. نانو سيليكا Nano silica:

تضاف أبخرة السيليكا الدقيقة في الخرسانة لملء الفراغات وتقليل قلوية الخرسانة وزيادة مقاومتها للهجوم الكيميائي اذ يخضع الأسمنت والماء لتفاعلات كيميائية تُعرف باسم رد الفعل المائي hydration reactions ، يعرف ان جسيم الأسمنت يتكون من أربعة مركبات كيميائية وهي: كبريتيد ثلاثي الكالسيوم (C3S) وكبريتيد ثنائي الكالسيوم (C2S) وألومينات ثلاثي الكالسيوم (C3A) وتتراكالسيوم ألومينو–فيريت (C4AF)، يؤدي ترطيب أول مركبين بالماء إلى تكوين هلام سيليكات الكالسيوم (CSH) وهيدروكسيد الكالسيوم (CH) المعروف أيضًا باسم بورتلاند كما هو موضح في التفاعلات التالية:

$$C_3S + H_2O \rightarrow CSH + Ca(OH)_2 + Heat\uparrow, \qquad (1)$$

$$C_2S + H_2O \rightarrow CSH + Ca(OH)_2 + Heat\uparrow. \qquad (2)$$

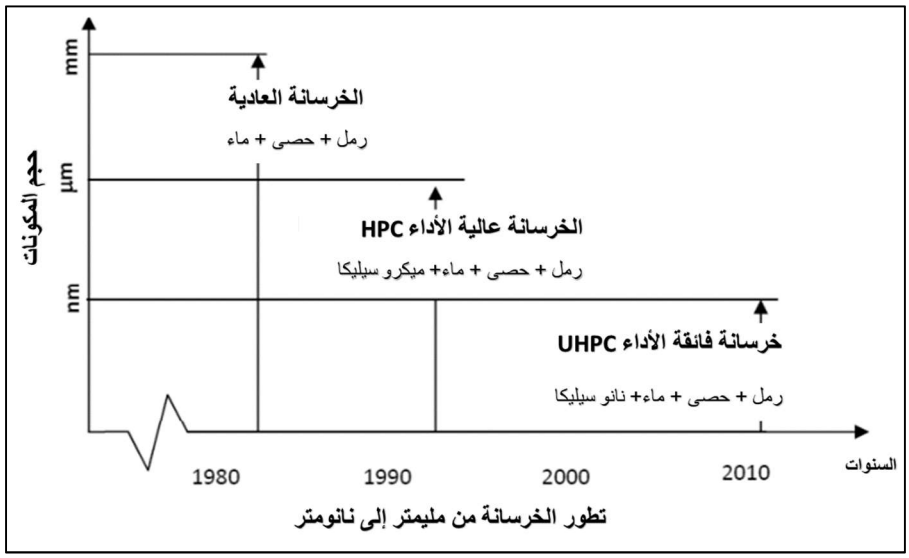
هلام سيليكات الكالسيوم CSH عبارة عن رابط قوي ويشكل اتصالًا قويًا بين جزيئات الخرسانة، من ناحية أخرى فإن بورتلاند CH منتج قابل للذوبان ويتسرب في الماء، إذا فهو رابط ضعيف بين جزيئات الخرسانة وتؤدي إضافة جزيئات السيليكا في خليط الخرسانة إلى تحويل CH الضعيف إلى CSH أقوى وتعمل أبخرة السيليكا على تنقية خصائص الخرسانة بطريقتين:

- حجمها الدقيق يملأ الفراغات بين جزيئات الأسمنت والفراغات بين جزيئات الأسمنت والركام.
- تعطي رد فعل باتزولاني مع CH لإنتاج هلام CSH، مما يزيد من جودة الارتباط ويقلل من المسامية الشعرية للخرسانة

وبالتالي استثبت أن أبخرة السيليكا تزيد من قوة الخرسانة وتنتج مصفوفة أكثر كثافة وتجانسًا وقد تم إثبات تأثير دخان السيليكا من خلال قياسات المجهر الإلكتروني.

أبخرة السيليكا هي جزيئات دقيقة وكان من المعتقد أن جزيئات السيليكا النانوية ستكون أكثر فعالية إذا تم استخدامها بدلاً من أبخرة السيليكا الدقيقة، تصل نسبة الزيادة في مقاومة الانضغاط للخرسانة من خلال دمج جزيئات النانو سيليكا إلى 70٪ ، خلط 0.75٪ جسيمات نانو سيليكا بكتلة الاسمنت سجل زيادة بنسبة 7.5٪ في مقاومة شد الانحناء للخرسانة و خلط 3.8٪ من جسيمات النانو سيليكا بكتلة الأسمنت وسجل زيادة بنسبة 21.5٪ في مقاومة شد أسطوانة التشقق للخرسانة في 28 يومًا وزيادة بنسبة 13٪ في مقاومة الانضغاط عند 91 يومًا، إحدى المعلومات المثيرة للاهتمام هي أنه في حين أن الخرسانة المرجعية لم تظهر أي تحسن في مقاومة الانضغاط لأكثر من 28 يومًا ، زادت الخرسانة النانوية من قوتها بنسبة 15 ٪ من 28 إلى 91 يومًا وثبت تحسن في الخرسانة التي تحتوي على السيليكا النانوية مقابل تطوير قوة تحسين مسام الهيكل وتكثيف منطقة الانتقال البينية، ويعود كل هذا إلى مساحة السطح الكبيرة لجزيئات النانو سيليكا.

صورة 07: تمثيل تخطيطي لتطور الخرسانة من mm إلى nm عبر السنوات:



المصدر:

Anwar Khitab and Muhammad Tausif Arshad, "NANO CONSTRUCTION MATERIALS: REVIEW", Department of Civil Engineering, Mirpur University of Science and Technology, Allama Iqbal Road, Mirpur, Azad Kashmir, Pakistan, 2014

2.14. نانو تيتانيا:Titania

المعروف أيضًا باسم أكسيد التيتانيوم وهو أكسيد التيتانيوم الذي يحدث بشكل طبيعي ، وله الصيغة الكيميائية TiO_2 ، منذ عام 1921م يتم استخدامه كصبغة في الدهانات والطلاء لتوفير البياض والسطوع والعتامة، يحتوي ثاني أكسيد التيتانيوم على خصائص مقاومة للأشعة فوق البنفسجية (UV) وغالبا ما يستخدم كواقي من الشمس في مستحضرات التجميل وقد أعلنت جمعية الغذاء والدواء الأمريكية (FDA)

أن مادة التيتانيا الدقيقة والكليّة آمنة للاستخدام في الأغذية والأدوية ومستحضرات التجميل، ومع ذلك ، اشارت بعض الدراسات إلى أن جزيئات ثاني أكسيد التيتانيوم النانوية سامة.

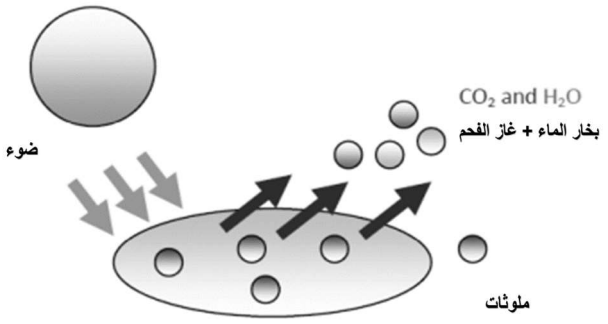
منذ العقد الماضي، يتم إنتاج جسيمات نانو تيتانيا بكثرة، وقد وجدت جسيمات النانو تيتانيا مستقرة ومضادة للتآكل ولها خصائص تحفيز ضوئي، وقد نسب العديد من الباحثين هذا النشاط التحفيزي لجزيئات التيتانيا إلى مساحة سطحها العالية.

يتم وضع طبقات نانوية من التيتانيا على زجاج النوافذ بحيث يتم تنظيفها ذاتيًا، وقد ثبت أيضًا أن مواد الطلاء التي تحتوي على مادة النانو تيتانيا سهلة التنظيف وتتمتع بعمر تصميم أطول بكثير.

بعيدا عن الدهانات، تمت إضافة جزيئات نانو تيتانيا أيضًا في الخرسانة، يتم تسمية الخرسانة المصنعة باسم الخرسانة ذاتية التنظيف أو الخرسانة التحفيزية الضوئية تُعرف هذه الخرسانة أيضًا باسم الخرسانة الخضراء نظرًا لخاصية التنظيف الذاتي فيها، تشمل تطبيقات الخرسانة النانوية الضوئية أيضًا تطهير التلوث البيئي والتطهير الذاتي، ميزة استخدام الضوء الشمسي ومياه الأمطار كقوة دافعة فتحت مجالًا جديدًا لمواد البناء الصديقة للبيئة.

يفكك TiO2 الملوثات العضوية إلى CO2 وماء غير ضار، في وجود الضوء ويمكن إزالة نواتج التفاعل بسهولة عن طريق المطر أو الشطف البسيط فتبقى الأبنية أنظف وأجمل آلية التفاعل موضحة في الصورة 08.

صورة 08: تمثيل تخطيطي لآلية التحفيز الضوئي للنانو تيتانيا



آلية التحفيز الضوئي نانو تيتانيا

المصدر:

Anwar Khitab and Muhammad Tausif Arshad, "NANO CONSTRUCTION MATERIALS: REVIEW", Department of Civil Engineering, Mirpur University of Science and Technology, Allama Iqbal Road, Mirpur, Azad Kashmir, Pakistan, 2014

تصدرت الخرسانة التحفيزية الضوئية عناوين الأخبار لأول مرة في عام 2007، عندما صنعت شركة إيطالية Italcementi الخرسانة المحفزة ضوئيًا على نطاق تجاري.

أحد العيوب الرئيسية لاستخدام TiO2 هو أن ضوء الأشعة فوق البنفسجية مطلوب لتنشيط التحفيز الضوئي والبدء في قتل البكتيريا والفيروسات وفي السنوات الأخيرة، أثبت الضوء المرئي الممتص للمحفزات الضوئية مع Ag / AgBr / TiO2 أنه أكثر نجاحًا في قتل الجراثيم.

3.14. أنابيب الكربون النانوية:

في الوقت الحاضر، تعتبر الأنابيب النانوية الكربونية أقوى المواد، يظهر الجدول 1 التالي نقاط القوة والكثافة لمواد البناء المشتركة بالمقارنة مع المواد السابق ذكرها،

الجدول 05: نقاط القوة والكثافة لمواد البناء المشتركة

المادة	معامل المرونة GPa	قوة الشد المطلق MPa	الكثافة $g.cm^{-3}$
الخرسانة العادية	25	5-2	2.4
الفولاذ	200	550	7.8
الحجر الجيري	55-15	8-5	2.7
الألومنيوم	70	70	2.7
نافذة زجاجية	90-50	90-50	2.6
الخشب	16	10-1	0.7-0.54

المصدر :

Anwar Khitab and Muhammad Tausif Arshad, "NANO CONSTRUCTION MATERIALS: REVIEW", Department of Civil Engineering, Mirpur University of Science and Technology, Allama Iqbal Road, Mirpur, Azad Kashmir, Pakistan, 2014

الأنبوب النانوي الكربوني له معامل مرونة يبلغ 1.8 TPa، وقوة شد تبلغ 63 GPa وكثافة $1.4g.cm^{-3}$، وبالتالي فإن الأنابيب النانوية الكربونية لها قوة 120 مرة من الفولاذ رغم انها مادة أخف بكثير، ولا يمكن أن تلتصق الطحالب والبرنقيل بالدهانات التي تحتوي على أنابيب الكربون النانوية (CNT) وبالتالي يمكن تطبيق مواد الطلاء المحتوية على الأنابيب النانوية الكربونية بنجاح في الموانئ. ونظرًا للقوة العالية لـ CNT، فقد تم عمل دهانات ذات صلابة أكبر ومقاومة للخدش كطلاء النانو المستخدم في جسر فورث الذي تم تشييده في اسكتلندا والذي أتاح فترة تمتد الى 25 عاما لإعادة طلاء الجسر. تم تصنيف الجسر الرابع على أنه تراث عالمي من قبل اليونسكو وغالبًا ما كان يُنظر إلى رسم الجسر الرابع على أنه مهمة غير منتهية أبدًا منذ افتتاحه في عام 1890، وقد أتاحت عملية إعادة الطلاء الأخيرة باستخدام طلاء النانو تمديد فترة إعادة طلائه.

يمكن دمج الأنابيب النانوية الكربونية في الجسور المعلقة، حيث تتكون الجسور المعلقة الحديثة من طرق وكابلات مصنوعة من آلاف الأسلاك الفولاذية الفردية بسماكة 0.1 بوصة، يمكن استخدام الأنابيب النانوية الكربونية التي تتمتع بقوة ضعف قوة الفولاذ مئات المرات في حبال الجسور المعلقة.

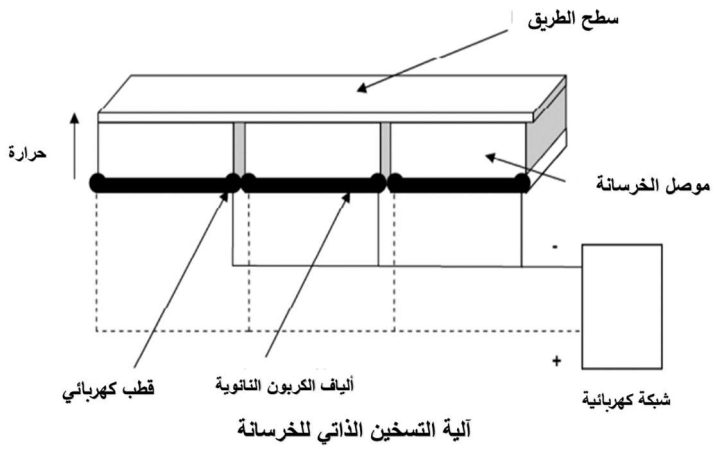
وبعيدا عن الدهانات ، يتم أيضًا دمج الأنابيب النانوية الكربونية في الخرسانة ، من خلال الفحص المجهري الإلكتروني (SEM) ، فقد تم اثبات أن الأنابيب النانوية الكربونية تملأ الفراغات المسامية في الخرسانة بشكل أكثر فعالية، ويمكن لأنابيب الكربون النانوية أن تجعل الخرسانة غير قابلة لاختراق الماء والأملاح ، وبالتالي تعزز بشكل كبير متانة الخرسانة، و إضافة 0.05 ٪ من أنابيب الكربون النانوية في الخرسانة الرغوية ينتج عنها كثافة أقل، وزيادة قوة الضغط ، وموصلية حرارية أقل ، وقطر مسام أقل ،

وبنية أكثر تجانسًا لجدار المسام ، ومع ذلك فإن تشتت الأنابيب النانوية الكربونية في مصفوفة خرسانية أمر معقد للغاية بسبب مساحة السطح العالية للغاية للجسيمات النانوية وبسبب قوى فان دير فال، وفي حالة عدم وجود تقنيات تشتيت مناسبة ، فإن CNT تصنع تكتلات وبالتالي يمكن أن تفقد فعاليتها، في دراسة أخرى ، تم الوصول إلى وجود إمكانية تشتيت الأنابيب النانوية الكربونية بفاعلية في مياه خلط الخرسانة باستخدام الطاقة فوق الصوتية وخافض التوتر السطحي، وفي هذا الصدد ظهر توجه آخر يقترح نهجًا جديدًا لربط أنابيب الكربون النانوية مباشرة على سطح جسيمات الأسمنت في مصفوفة خرسانية ، والتي تسمى مادة هجينة رئيسية أو CMH ادعت أن غرفة التبادل لها ضعف مقاومة الانضغاط ، و 40 مرة الموصلية الكهربائية للعجينة الصلبة بدون الأنابيب النانوية الكربونية.

4.14. ألياف الكربون النانوية:

ألياف الكربون النانوية (CNF)، وهي عبارة عن طبقات من الوحدات المصقولة مرتبة على شكل مخاريط أو أكواب أو ألواح مكدسة، تم تحديد التركيز الأمثل لـ CNFs للاستخدام في الخرسانة ، والذي لا يحسن فقط من قوة الانضغاط وكذلك الخواص الكهربائية، يعتبر CNF متفوقًا على الأنابيب النانوية الكربونية لأن هيكلها المكدس قد كشف عن حواف ذات مساحة سطح أكبر وخصائص ربط أفضل ويمكن إنتاج الألياف النانوية الكربونية بسهولة نسبيًا وبالتالي تكلفتها أقل بكثير من الأنابيب النانوية الكربونية ، وبالتالي فإن الألياف النانوية الكربونية أكثر جاذبية من الأنابيب النانوية الكربونية لمواد البناء.

صورة 09: تمثيل تخطيطي لآلية التسخين الذاتي للخرسانة



آلية التسخين الذاتي للخرسانة

المصدر:

Anwar Khitab and Muhammad Tausif Arshad, "NANO CONSTRUCTION MATERIALS: REVIEW", Department of Civil Engineering, Mirpur University of Science and Technology, Allama Iqbal Road, Mirpur, Azad Kashmir, Pakistan, 2014

تنتشر أملاح التذويب في المناطق الثلجية لإذابة الجليد على الطرق ولكن هذا الملح مسؤول عن تآكل قضبان التسليح الفولاذية المدمجة في الخرسانة، وأثر ذلك ظهر نظام التذويب المقاوم الكهربائي حيث أثبتت ألياف الكربون النانوية أنها تمتلك موصلية كهربائية عالية، وقدرة تسخين عالية عند الجهد المنخفض ومقاومة للتآكل.

الخرسانة ذاتية التسخين هي خرسانة موصلة للحرارة مدمجة بورق ألياف الكربون المقاومة (CNF). ورق CNF متصل بشبكة كهربائية، والتي تحول الطاقة الكهربائية إلى حرارة فتنتقل الحرارة إلى السطح وبالتالي يذوب الثلج، كما هو موضح في الصورة 09.

نظام إزالة الجليد الذاتي يلغي اســـتخدام الآلات الثقيلة والاملاح المزيلة للثلج من الطرق، تم إعداد نموذج العناصـــر الفيزيائية المحدودة لتقييم أداء النظام المقترح اذ انه يمكن أن يكون فعالًا للغاية في إزالة الجليد من الطرق ومع ذلك لازال بحاجة إلى تقييم ميداني للتحقق من فعاليته.

➢ **نانو المضافات الغذائية للخرسانة:**

يعد تآكل الفولاذ المضـمن في الخرسـانة المسـلحة قضـية سـاخنة في الهندسـة المدنية اذ يتم إنفاق مليارات الدولارات على إعادة تأهيل الهياكل المتضـررة من التآكل الناجم عن الكلوريد، في المعهد الوطني للمعايير والتكنولوجيا (NIST)، يجرى تطوير خرســـانة بالولايات المتحدة مدمجة مع نانو المضـــافات الغذائية تم تسمية هذه التقنية باسم VERDiCT (معززات اللزوجة التي تقلل الانتشار في تقنية الخرسانة)

من المعتقد أنه مع إضـافات النانو في محلول مسـامي خرسـاني، يمكن تحسـين لزوجة المحلول المسـامي الخرساني، مما يؤدي إلى إبطاء دخول الأنواع المدمرة لصلابة الفولاذ.

➢ **زيوت نانو الطبقات في الخرسانة المسلحة بالألياف:**

المقوى بالألياف هو نوع مركّز من الخرســـانة يتم فيه دمج ألياف قصـــيرة منفصـــلة من الألياف الاصـــطناعية أو الطبيعية، والألياف الهامة المســـتخدمة هي الفولاذ والبولي بروبيلين والزجاج والكربون. المركبات الأسمنتية المُهندسة (ECC) هي أيضًا خرسانة مسلحة بالألياف، تُعرف أيضًا باسم الخرسانة القابلة للانحناء أو المرنة، وهي من اختراع الدكتور فيكتور لي من جامعة ميشـــيغان بالولايات المتحدة الأمريكية وتعتبر ثورة أخرى في تكنولوجيا الخرسـانة، أصـبحت ممكنة من خلال اسـتخدام تقنية النانو في الخرسانة التقليدية فهي صلبة للغاية وهشة ولديها قدرة إجهاد بنسبة 0.1٪ فقط، ECC هو نوع خاص من الخرسانة المسلحة بالألياف التي تستخدم فيها الألياف النانوية مما يجعل الخرسانة تتمتع بقدرة التواء تزيد عن 3٪ أي يمكن ان تنحني مثل المعدن.

15. تقنية النانو في العمارة[39]:

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

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

ا. تصميم المواد الخاصة بالمعماري (المواد النانوية):

وهو مصـــطلح يشـــير الى قدرة المعماريين على أن يدخلوا الى الجزيئات ويتحكموا بشـــكل المواد التي توفر كمية هائلة من مواد البناء للتعامل معها والسيطرة على خصائصها لإنتاج مواد ثانوية، بالإضافة إلى

[39] علا حربة كلية العمارة. " العمارة في ظل تقنية النانو". مجلة جامعة البعث، المجلد 39، العدد 18، 2017 ص 7

إمكانية دمج هيكل المبنى الحامل مع الجدران الخارجية والداخلية الأمر الذي يؤثر على قرارات المعماريين وخياراتهم التصميمية، وأيضاً يعطى آفاقاً جديدة للمنفذين في تحقيق كل ما كان مستحيلاً.

ب. أجهزة وأدوات النانو:

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

16. عمارة النانو[40]:

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

- **المواد الطبيعية:** هي المواد الطبيعية المطلية بأغشية النانو للحفاظ على شكلها ولونها الطبيعي دون أن يتأثر بالعوامل الجوية المحيطة.
- **المواد المصطنعة:** هي الأسطح الاصطناعية التي يتم صنعها في المعامل، تشبه المواد الطبيعية وبالمواصفات المطلوبة ويتم تحسين مواصفاتها بتقنية النانو.
- **أسطح النانو التفاعلية:** هي أسطح تصنع في المعامل تعتمد على دمج المواد الطبيعية مع جزيئات النانو.

شكل03: مبادئ العمارة النانوية

17. أهداف عمارة النانو تكنولوجي:

- تقليل متطلبات استهلاك الطاقة والحد من التقشف.
- زيادة الراحة لدي الإنسان داخل الحيزات الداخلية من خلال الوصول لدرجات حرارة مناسبة فصليا.

[40] أ.م. سبنا المرضي ابراهيم حبيب الله، مرجع سابق، ص ص 3 4

- الاتجاه نحو تفعيل " صفر الطاقة "
- خفض قيمة ملكية المباني بتخفيض استهلاك الطاقة المبنى.
- الاتجاه إلى اسكان قليل استهلاك الطاقة.
- المحافظة على سلامة النظام البيئي من خلال التقليل من كمية انبعاثات غاز CO_2 في البيئة.
- الحصول على مبنى يتحكم في درجات الحرارة والرطوبة حسب الظروف المناخية السائدة.
- الحصول على مبنى خفيف الوزن وأكثر قوة ومتانة ويقاوم التصدعات والتشققات ويراقب الأعطال والأضرار ويصلحها بنفسه.
- الحصول على مبنى ينظف نفسه ذاتياً.
- تحسين الأداء البيئي والاقتصادي للإسمنت والخرسانة.

18. تطبيقات عمارة النانو:

تدخل تقنية النانو في إنتاج مواد البناء لتحسين خصائصها ووظائفها، مثل المواد المستخدمة في الدهانات والمواد المضافة للخلطات الخرسانية مثل السيليكا ورمال السيليكا أو ثاني أكسيد السيليكون، والمواد الأسمنتية، والجبسية، والبلاط، والسيراميك، وتحسين صناعة الزجاج وصناعة الأخشاب وصناعة الحديد والصلب ورفع كفاءة الطاقة في المباني وغيرها، لتجعلها خفيفة الوزن وأكثر قوة ومتانة ومقاومة للتصدعات والتشققات والتآكل، ولتفيد في حماية الأسطح والجدران من التصاق الغبار و الملوثات، والمحافظة على ثبات درجات الألوان، والعزل الحراري، ومقاومة الأشعة فوق البنفسجية، ومقاومة الرطوبة، وتكون الضباب على الزجاج ستتمكن من تنظيف الأسطح بصورة ذاتية وتلقائية، ومساعدة مواد البناء في التقليل من كمية انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في البيئة، وبالتالي المحافظة على سلامة النظام البيئي.

1.18. الانشـــاء: يمكن لتقنية النانو زيادة معدل الإنشاءات عن طريق سرعة التشييد وبسعر أقل وأكثر تنوعاً، حيث قد تتيح تقنية النانو عملية التشغيل الآلي للإنشاءات التي تمكن من إنشاء هياكل وبنايات تتنوع من المنازل المتقدمة إلى ناطحات السحاب الهائلة وذلك بصورة أسرع وبتكلفة أقل بكثير.

2.18. الطاقـة: تتمثل في أكثر المشروعات تقدما والمرتبطة بمجال الطاقة في مراحل التخزين، التحويل وتحسينات التصنيع، بالإقلال من المواد المستخدمة ومعدلات العملية التصنيعية، وتوفير الطاقة من خلال طرق أفضل للعزل الحراري، وكذلك توفير مصادر متجددة للطاقة، وفيما يلي توضيح استخدام تقنية النانو في الطاقة.

- **تقليص استهلاك الطاقة:** من خلال تطبيق أفضل أساليب العزل، عن طريق استخدام الإضاءة الكافية وأساليب الاحترار باستخدام مواد أقوى في الإضاءة لتستخدم في قطاعات التشييد ونحوه وتستهلك اللمبات الضوئية المستخدمة حاليا 5% فقط من الطاقة الكهربائية.

- **زيادة كفاءة إنتاج الطاقة:** تقنية النانو قد تساعد على زيادة كفاءة تحول الضوء من خلال استخدام الهياكل النانوية ذات استمرارية من: الحزم ذات الفجوات واستخدام أنظمة للطاقة أكثر صداقة للبيئة عن طريق استخدام خلية وقود تشتعل بواسطة الهيدروجين، والتي تنتج بصورة مثالية من الطاقات المتجددة، ولعل أفضل مادة نانوية مستخدمة بخلية الوقود تتمثل في المحفز المكون من جزيئات المعادن النبيلة.

3.18. الخامات:

- **المطاط المعدني:** هو مادة مرنة كالمطاط وناقلة ومتينة كالمعدن تم ترتيب جزيئاتها بتقنية النانو ومن مميزاته: اختراع مادة تجمع خصائص اللدائن والمعادن معاً عن طريق اختيار مادة وسيطة كالزجاج، مثلا وتوضع في حوض به ايونات موجبة توضع بعد ذلك في حوض به ايونات سالبة وتكون عملية الغطس بالتناوب بين الحوضين ازالة المادة الوسيطة من بين الطبقات المتكونة حيث تكون مادة مرنة وناقلة.
- **الزجاج العازل للحرارة:** هو طبقات رقيقة تحتوي على ذرات نانونية تتحول للون الداكن عند تعرضها لأشعة الشمس ومن مميزاته أنه زجاج شفاف يمنع دخول حرارة الشمس وبالتالي توفير الكهرباء لتبريد المباني عن طريق تسليط تيار كهربائي على مواد نانونية داخل الزجاج وكلما زادت شدة التيار زاد تعتيم الزجاج. [41]

19. تقنية النانو في البناء[42]:

1.19. تقنيات النانو للخرسانة:

الخرسانة مادة كبيرة تتأثر بشدة بخصائصها النانوية، يمكن لإضافة النانو سيليكا (SiO_2) إلى المواد القائمة على الأسمنت أن تتحكم في تحلل تفاعل سيليكات الكالسيوم الناجم عن ترشيح الكالسيوم في الماء، مما يمنع تغلغل الماء ويؤدي إلى تحسين المتانة.

يمكن أن تؤدي إضافة كميات صغيرة (1٪) من الأنابيب النانوية الكربونية إلى تحسين الخواص الميكانيكية لعينات خليط من الأسمنت البورتلاندي والماء. تُظهر الأنابيب النانوية المؤكسدة متعددة الجدران أفضل التحسينات في كل من قوة الانضغاط وقوة الانثناء مقارنة بالعينات المرجعية.

يمكن أن تؤدي إضافة المواد النانوية إلى الأسمنت إلى تحسين أدائه.

---

[41] أحمد نبيه، المنشاوي. مرجع سابق ص 7،

[42] Pravin Khandve Nanotechnology for Building Material International Journal of Basic and Applied Research Special Vol. 04 Dept.of Civil Engineering, Prof. Ram Meghe College of Engineering and Management, Badnera-Amravati January 2014 P P (146-151)

يمكن أن يؤدي استخدام nanoSiO2 إلى زيادة الضغط للخرسانة بشكل كبير، الذي يحتوي على كميات كبيرة من الرماد المتطاير، في سن مبكرة وتحسين توزيع حجم المسام عن طريق ملء المسام بين الرماد المتطاير الكبير وجزيئات الأسمنت على نطاق نانوي.

يتم استخدام مشتت / ملاط النانو سيليكات غير المتبلورة لتحسين مقاومة الفصل للخرسانة المضغوطة ذاتيًا.

تم الإبلاغ أيضًا عن أن إضافة كمية صغيرة من أنبوب الكربون (1٪) بالوزن يمكن أن يزيد من قوة الانضغاط والانثناء.

2.19. تقنيات النانو للصلب:

الصلب مادة بناء رئيسية، تعتبر خصائصه مثل القوة ومقاومة التآكل والقدرة على اللحام، مهمة جدًا للتصميم والبناء، من الممكن تطوير فولاذ جديد منخفض الكربون وعالي الأداء (HPS). اذ تم تطوير الفولاذ الجديد بمقاومة عالية للتآكل وقدرة على اللحام من خلال دمج جزيئات النحاس النانوية من حدود الحبوب الفولاذية.

تقلل إضافة الجسيمات النانوية للصلب، من عدم استواء السطح للصلب، مما يحد بعد ذلك من عدد من تصاعد الإجهاد ومن ثم تكسير الإجهاد، مما يؤدي إلى زيادة السلامة، وتقليل الحاجة إلى المراقبة واستخدام مواد أكثر كفاءة في البناء المعرضة لمشاكل الإجهاد.

تعمل جزيئات الفاناديوم والموليبدينوم النانوية على تحسين مشاكل الكسر المتأخر المرتبطة بالمسامير عالية القوة، مما يقلل من تأثيرات تقصف الهيدروجين ويحسن الهيكل الفولاذي الصغير.

تؤدي إضافة الجسيمات النانوية من المغنيسيوم والكالسيوم إلى زيادة صلابة اللحام.

3.19. تقنيات النانو للخشب

يتكون الخشب من الأنابيب النانوية أو "الألياف النانوية"، يمكن أن تفتح أسطح Lignocellulosic في المقياس النانوي فرصًا جديدة لأشياء مثل الأسطح ذاتية التعقيم، والإصلاح الذاتي الداخلي، والطلاءات شديدة المقاومة للماء التي تشتمل على جزيئات السيليكا والألومينا النانوية والبوليمرات الكارهة للماء مناسبة لاستخدامها في الخشب.

4.19. تقنيات النانو للزجاج:

يؤدي استخدام جزيئات TiO2 النانوية في الزجاج إلى ما يسمى بتقنية التنظيف الذاتي "تأثير اللوتس" بسبب تفاعلات التحفيز الضوئي للجسيمات النانوية، تتحلل الملوثات العضوية والمركبات العضوية المتطايرة والأغشية البكتيرية وبالإضافة إلى ذلك، فإن TiO2 كونه محبًا للماء، فإن انجذابه للماء يشكل قطرات ثم تغسل جزيئات الأوساخ المتحللة في العملية السابقة.

يتم الحصول على الزجاج الواقي من الحريق باستخدام جزيئات السيليكا المدخنة (SiO2) كطبقة داخلية شفافة محصورة بين لوحين زجاجيين يتحولان إلى درع ناري صلب وغير شفاف عند تسخينه.

5.19. تقنيات النانو للطلاء والدهان:

يتم تطبيق تقنية النانو على الدهانات من أجل ضمان الحماية من التآكل تحت العزل لأنها كارهة للماء وتصد الماء من الأنبوب المعدني ويمكنها أيضًا حماية المعدن من هجوم المياه المالحة.

تشـــير التطبيقات الأخرى إلى الطلاءات التي تتمتع بقدرات الشـــفاء الذاتي من خلال عملية "التجميع الذاتي".

بالإضـافة إلى طبقات الطلاء ذاتية التنظيف المذكورة أعلاه للتزجيج، يتم اسـتخدام الخصـائص الرائعة لجســيمات TiO2 النانوية كمواد طلاء على الطرق في الاختبارات حول العالم، يســتخدم TiO2 لطلاء الزجاج لما له من خصـــائص تعقيم ومقاومة للقاذورات. حيث يقوم TiO2 بتكســـير وتفكيك الأوســـاخ العضـوية من خلال تفاعل تحفيزي قوي، علاوة على ذلك، فهو محب للماء، مما يسـمح للماء بالانتشـار بالتساوي على السطح ويغسل الأوساخ التي سبق تكسيرها.

كما تم تطوير طلاءات خاصـــة أخرى، مقاومة للاحتكاك، والتحكم الحراري، ونشـــر الطاقة، والطلاء المضاد للانعكاس.

6.19. تقنيات النانو للعزل الحراري:

تعتبر مواد الهلام الهوائي الدقيقة والمتناهية الصـغر مناسـبة لكونها مواد أسـاسـية لألواح العزل بالفراغ ولكنها حســاســة للرطوبة، وكحل محتمل، تم إنتاج عازل جداري رقيق للغاية يسـتخدم هيكل هوائي نانوي كاره للماء.

تطبيق آخر من aerogels هو منتجات قائمة على الســيليكا للعزل الشـــفاف، مما يؤدي إلى إمكانية عزل النوافذ. توفر الأنظمة الكهروميكانيكية الدقيقة أو النانوية إمكانية مراقبة البيئة الداخلية للمباني والتحكم فيها، ما يؤدي إلى توفير الطاقة.

7.19. تقنيات النانو للحماية من الحرائق:

غالبًا ما يتم توفير مقاومة الهياكل الفولاذية للحريق من خلال طلاء يتم إنتاجه بواسطة عملية اسمنتية بالرش اذ أن الأسمنت النانوي المصنوع من جزيئات نانوية لديه القدرة على تكوين طلاءات صلبة، دائمة وعالية الحرارة. يتم تحقيق ذلك من خلال خلط الأنابيب النانوية الكربونية (CNT) مع المادة الأســـمنتية لتصنيع مركبات الألياف التي يمكن أن ترث بعض الخصائص البارزة للأنابيب النانوية مثل القوة.

تعتبر ألياف البولي بروبلين أيضًا وسيلة لزيادة مقاومة الحريق وهذا خيار أرخص من العزل التقليدي.

8.19. تقنيات النانو لتنقية المياه

تنقية المياه باســتخدام تكنولوجيا النانو تســتغل المواد النانوية مثل الأنابيب النانوية الكربونية وألياف الألومينا للترشيح النانوي. كما أنه يستخدم وجود مسامات في أغشية ترشيح الزيوليت، وكذلك المحفزات النانوية والجسيمات النانوية المغناطيسية. يكون امتصاص تركيز الكلور أعلى بكثير باستخدام تقنية النانو مقارنة بالطريقة التقليدية للتنقية. يتم استخدام امتزاز الكلور بوسائط مختلفة، مثل تلك القائمة على أسلاك

أكســـيد التيتانيوم النانوية أو جزيئات البلاديوم النانوية للكشـــف التحليلي عن الملوثات في عينات المياه. يمكن اســتخدامه لإزالة الرواســب والنفايات الســائلة الكيميائية والجزيئات المشــحونة والبكتيريا ومســببات الأمراض الأخرى.

الخلاصة:

من منطلق الدراســات والبحوثات تعد تكنولوجيا النانو ثورة الواقع والمســتقبل في اســتراتيجية البناء والعمارة إذ يسـهم في تغييرها وتطويرها فكرا وشـكلا من اجل خلق توازن بين العمارة الذكية والمسـتدامة في اطار تكنولوجي ويغلق الهوه التكنولوجية بينهما وذلك باسـتحداث مواد بناء وتجديدها تكون لها خصـائص ذكيــه ومســـتــدامــه لتتلاءم مع البيئــة ومن خلال تطبيقــات تقنيــة النــانو في ميــدان العمــارة نجد أنها تســـاهم في اســـتحداث وتحســـين مميزات واداء مواد البناء والاكســـاء وطورت كفاءتها البيئية والتشـــكيلية كما دعمت عمارة النانو ومفهوم الارتباط والتفاعل مع مختلف أطوار الذكاء فتغير غلاف المباني الثابت الى غلاف متفاعل بأسـلوب منظم ديناميكيا يتأقلم مع متطلبات البناء والمسـتخدم على حد ســواء كما ســاهمت عمارة النانو مســاهمة ايجابية بيئيا من خلال القضـــاء على التلوث البيئي الداخلي والخارجي وكذلك تلوث الهواء واســـتطاعت ان تعالج الواجهات وتنظيفها وعملت على التحكم في عملية التشميس اضافة الى كون المواد النانوية قابله للتدوير.

المحور الثالث: الأواصر الرابطة بين الاستدامة والنانو في العمران:

1. تمهيد:

بعد التطرق الى كل من الاستدامة والتنمية المستدامة والإشارة الى مختلف العناصر والخصائص التي تميزهما، وبعد التعرف على تقنية النانو بداية من مفاهيمها الأولية إلى أساليب التعامل معها وتضمين علاقة كلا المحورين بمجال العمارة والبناء، وجب ابراز الآصرة أو الأواصر التي تربط بين كل من الاستدامة والنانو تكنولوجي والتي تصب في بوتقة العمران.

2. وظائف وتطبيقات تكنولوجيا النانو في العمارة:[43]

1.2. التنظيف الذاتي:

1.1.2.تأثير اللوتس:.

واحدة من أشهر وسائل تصميم الأسطح غير الخامات لطالما ارتبطت عبارة "تأثير اللوتس" في الذاكرة بقطرات الماء المجمعة على سطح أوراق زهرة اللوتس لطبيعتها الطاردة للماء، غالبًا ما يتم الخلط بين تأثير اللوتس والأسطح "سهلة التنظيف" أو مع التحفيز الضوئي وهو أيضًا التنظيف الذاتي، وسطح اللوتس يكون:

- خشن مجهرياً، غير ناعمة
- كاره للماء أي سيلان المياه.

في سبعينات القرن الماضي تم فحص الأسطح ذاتية التنظيف من قبل عالم النبات فيلهلم بارثلوت حيث قام بفحص تأثير التنظيف الذاتي الذي يمكن ملاحظته في العديد من الاسطح ليس فقط في أوراق اللوتس والتي تظهر سطحًا خشنًا مجهريًا مغطى بمقابض أو مسامير صغيرة بحيث يكون سطح التلامس الذي يستقر عليه الماء ضئيل، وبسبب هذه البنية المجهرية، فإن الأسطح التي هي بالفعل كارهة للماء تكون أقل قابلية للبلل ويتم تعزيز تأثير السطح الخشن بشكل أكبر من خلال مزيج من الشمع (وهو أيضًا كاره للماء) على أطراف العقد الموجودة على أوراق اللوتس وآليات الشفاء الذاتي ، ما يعطي سطح مثالي التنظيف و شديد الكراهية للماء.

"أسطح اللوتس" الاصطناعية التي تم إنشاؤها بمساعدة تقنية النانو لا تتمتع بأي قدرات للشفاء الذاتي حتى الآن، ولكنها يمكن أن توفر وسيلة فعالة للتنظيف الذاتي عند تطبيقها بشكل صحيح، ويعتبر تأثير اللوتس أكثر ملاءمة للأسطح التي تتعرض بانتظام لكميات كافية من الماء ، كالأمطار وغالبًا ما تؤدي الكميات الصغيرة من الماء إلى تشكل "ممرات" قطرات الماء أو تجفيف البقع ، مما قد يجعل السطح يبدو أكثر اتساخًا وليس أنظف، اذن فاستخدام مثل هذه الأسطح لا معنى له بدون وجود الماء ، وبالتالي في

[43] Maged Fouad El-Samny, "NanoArchitecture Nanotechnology and Architecture", For the degree of Master of Science,eygpt, University of Alexandria, Faculty of Engineering, Department of Architecture, 2008.

جميع المناطق التي لا تخضـــع للتآكل الميكانيكي يقلل تأثير اللوتس بشـــكل كبير من متطلبات التنظيف حيث تظل الأسـطح التي تتعرض بانتظام للماء نظيفة، فتحقق مظهر أنظف وتقلل متطلبات الصـيانة إلى حد كبير.

- فيما يلي مثال على استخدام تأثير اللوتس الذاتي التنظيف المطبق على سطح المبنى من أجل استخدام أمثل أفضل وواجهات صيانة منخفضة:

جدول06: استخدام تأثير اللوتس

	متحف آرا باسيس، روما، إيطاليا:
المهندس المعماري	ريتشارد ماير وشركاه، مدينة نيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية
المنتج	لوتسان، دهان تنظيف ذاتي (تأثير اللوتس)
الشركة المصنعة	Sto
الافتتاح	2006

صورة 10: متحف آرا باسيس، روما، إيطاليا

المصدر:
https://www.hisour.com/ar/museum-of-the-ara-pacis-rome-italy-55839

الوصف:

بعد عشر سنوات من البناء والنقاش السياسي، أصبح متحف باسيس الآن موطنًا لأهم المعالم الأثرية في روما، حيث يعتبر هذا الأخير مجمع مباني ثلاثية ويتكون من صـالة عرض بالمدخل مع ساحة حضرية في المقدمة، والمبنى الرئيسي به المعارض وغرف المؤتمرات والمطعم بالإضـــافة إلى مناطق أخرى بها مســـاحة للمعارض المؤقتة والمكتبة والمكاتب.

النصـــب التذكاري "باكس أوغوســـتا"، موجود داخل جزء زجاجي شفاف من المبنى محمي من الأضرار البيئية.

يتميز مـا تبقى من المبنى بكتـل كبيرة من حجر جيري نموذجي لروما، والأســـطح مكســـوة باللون الأبيض كالهندســـة المعمارية النموذجية لماير وهنا تم دمج طلاء التنظيف الذاتي بشكل غير مرئي في الأسطح البيضاء لضمان متانة لونها لولا ذلك لما كانت ستحظى بفرصة كبيرة للبقاء بيضاء لفترة طويلة في مدينة شديدة التلوث كتلك.

2.1.2.التحفيز الضوئي:

من المحتمل أن يكون التنظيف الذاتي التحفيزي هو الوظيفة النانوية الأكثر استخدامًا في تشييد المباني، حيث ان هناك العديد من المباني حول العالم التي تستخدم هذه الوظيفة اذ ان تأثيره الأساسي هو أنه يقلل بشكل كبير من مدى التصاق الأوساخ على الأسطح، من المهم ملاحظة أن مصطلح "التنظيف الذاتي" في هذا السياق مضلل ولا يعني كما يُفترض عمومًا أن السطح لا يحتاج إلى التنظيف على الإطلاق وانما

يمكن تمديد الفترة الفاصلة بين دورات التنظيف بشكل كبير ، وهذا مرتبط خاصة بإدارة المنشأة والتي ستحتاج كمية اقل من المنظفات مما يؤدي إلى تقليل التلوث البيئي وتقليل تآكل المواد، أيضا دورات التنظيف القليلة تؤدي إلى توفير تكاليف التنظيف من منظفات و أجور عمال نظافة وحقيقة أن الأوساخ تلتصق بدرجة أقل تعني أنه من الأسهل أيضًا إزالتها.

وهناك ميزة أخرى تتمثل في تحسين نقل الضوء للزجاج والأغشية الشفافة حيث يقل حجب ضوء النهار بسبب الأوساخ السطحية والسخم وبالتالي تقليل تكاليف الطاقة المستخدمة للإضاءة وفقًا لذلك.

كي تعمل الخاصية، يعتبر ضوء الأشعة فوق البنفسجية الموجود في ضوء النهار العادي كاف لتنشيط تفاعل التحفيز الضوئي، فتتحلل الأوساخ العضوية الموجودة على سطح المادة بمساعدة محفز – عادة ما يكون ثاني أكسيد التيتانيوم–، والذي تم استخدامه في مختلف المنتجات اذ ان التيتانيوم في البعد النانوي لم يعد يبدو أبيضًا بل شفافًا، كما أنه محب للماء وغالبًا ما يتم تطبيق طلاءات الأسطح التحفيزية الضوئية على ألواح الواجهات المصنوعة من الزجاج أو السيراميك أو الأغشية، وعليه فإن ميزات التحفيز الضوئي تتمثل في:

لأسطح المحبة للماء.

- الأوساخ المترسبة تتكسر وتتساقط من على السطح.
- فيلم مائي يغسل الأوساخ.
- يتطلب ضوء الأشعة فوق البنفسجية والماء.
- يقلل من متطلبات الصيانة

ونظرًا لأن تأثير التنظيف الذاتي لا يعمل بدون الماء، يجب تصميم الأفاريز بطريقة لا تمنع وصول مياه الأمطار أو الندى إلى الواجهة ومن الضروري أيضًا في التزجيج الامتناع عن استخدام الأختام القائمة على السيليكون لأن الزيوت التي تحتويها تنتقل إلى الزجاج وكونه غير متوافق مع طلاء السطح يجعله كارهًا للماء جزئيًا فينتج عنه خطوط قبيحة.

يكون انتاج هذه الاسطح اقتصاديًا فقط للزجاج المنتج بكميات كبيرة حيث يتم عادةً تطبيق الطلاء في المصنع باستخدام ترسيب البخار الكيميائي (CVD) ، وهي تقنية طلاء بالفراغ التي يتم فيها تطبيق طلاء فائق الرقة في شكل بخار ولا يمكن تعديل هذه الطلاءات ، ومع ذلك فلا يقصر تطبيقه حصريًا على المباني الكبيرة، فيمكن أن يكون مناسبًا في المستنبتات الزجاجية والحدائق الشتوية يمكن أيضًا استخدام الطلاء الشفاف في مباني الطرق كحواجز الضوضاء اما البلاط المطلي بالطلاء المتين متاح للاستخدام في الداخل والخارج ويمكن أيضًا تجهيز الخرسانة بسطح التنظيف الذاتي ويمكن دمج زجاج التحفيز الضوئي مع وظائف نموذجية أخرى كزجاج الحماية من أشعة الشمس.

يتوسع سوق الطلاءات ذاتية التنظيف بسرعة أكبر في كابان –أرمينيا–، حيث أصبح ممارسة شائعة في كثير من الحالات للواجهات الزجاجية الجديدة ويمكن أيضًا استخدام التحفيز الضوئي لتحقيق خصائص تنقية الهواء وتنقية المياه وكذلك خصائص مضادات الميكروبات.

وأحد التطبيقات المثيرة للاهتمام هو استغلال تأثير التبريد لتبخير الماء، اللوحات القماشية والسقوف الفولاذية وكذلك نوافذ جناح المعرض التجاري في اليابان (إكسبو 2005) تم تجهيز بطلاء TiO2 المحفز ضوئيًا والذي يتعرض لتيار مستمر من الماء وبفضل الخاصية المائية للسطح، شكل الماء على الفور غشاء رقيقًا يتبخر سريعًا ويمتص في العملية الدفء المحيط وبالتالي يقلل درجة الحرارة الداخلية. تشير التقديرات الأولية إلى انخفاض محتمل في الطاقة بنسبة تتراوح بين 10–20٪ مقارنةً بتكييف الهواء التقليدي.

جدول07: استخدام التحفيز الضوئي لطلاء التنظيف الذاتي

	مطار ناريتا الدولي بطوكيو، المبنى رقم 1، تشيبا، اليابان:
المهندس المعماري	Nikken Sekkei Ltd., Japan
المنتج	طلاء افر فاين / TiO2 غشاء التنظيف الذاتي التحفيزي
الشركة المصنعة	مؤسسة Taiyo Kogyo
الافتتاح	2006
المساحة	$6.250m^2$

صورة 11: مطار ناريتا الدولي بطوكيو، المبنى رقم 1، تشيبا، اليابان

المصدر:
https://artravelers.com/tourism/ar/Japan/Chiba/attractions/narita-international-airport/1000003465

الوصف:

في عام 2006، خضع مطار ناريتا الدولي لعملية تجديد شاملة في عملية كبيرة كانت مغطاة بالمنسوجات، توفر الأغشية الحماية من الطقس وبالتالي تزيد من راحة المسافرين ونظرًا لأن الأغشية مزودة بطبقة تحفيز ضوئي ذاتية التنظيف، يتم تقليل تكلفة التنظيف والصيانة إلى أدنى حد. في المناطق الوسطى من طوكيو، كان استخدام المظلات ذاتية التنظيف ممارسة شائعة لعدة سنوات وقد أثبتت أنها تظل أنظف بكثير من نظيراتها التقليدية وعلى الرغم من أن مواد طلاء الأسطح التقليدية أو الزجاج أو PTFE أو ETFE هي أيضًا مواد ذاتية التنظيف، إلا أنها غير قادرة على منع تراكم رواسب الأوساخ.

جدول 08: استخدام التحفيز الضوئي للزجاج ذاتي التنظيف

	ملعب إم إس في أرينا لكرة القدم، دويسبورج، ألمانيا:
المهندس المعماري	ar.te. plan, Burkhard Grimm, Michael Stehle, Dortmund, Germany
المنتج	Pilkington Activ, زجاج تنظيف ذاتي التحفيز الضوئي
الشركة المصنعة	Pilkington Deutschland AG/Pilkington Group
الافتتاح	2004
المساحة	$18.0000m^2$ منطقة المرور

صورة 12: ملعب إم إس في أرينا لكرة القدم، دويسبورج، ألمانيا:

المصدر:
https://projects.pilkington.com/show/10372/MSV-Arena-Duisburg-Germany.aspx

← الوصف:

تم بناء ملعب كرة قدم جديد في وسط منطقة الروهر لإيواء 30.000 من مشجعي نادي دويسبورج لكرة القدم MSV. تم استخدام أكثر من 15.000 متر مكعب من الخرسانة، و3500 طن من حديد التسليح، وحوالي 30 برجًا فولاذيًا، وأخيراً وليس آخرا 7.500 متر مربع من العشب (يسخن من أسفل) وتم نصب حاجز كبير تقريبًا 40 مترًا.

احتيج 1.500 متر مربع من الزجاج للواجهة الرائعة من الزجاج والألمنيوم بعرض 120 متر. باستخدام زجاج التنظيف الذاتي التحفيزي الضوئي، يمكن إطالة فترة التنظيف بشكل كبير وبالإضافة إلى ذلك يوفر الجدار الزجاجي أيضًا الحماية من أشعة الشمس وخصائص عزل الضوضاء.

2.2. الأسطح سهلة التنظيف (ETC):

ما يسمى بالأسطح سهلة التنظيف (ETC) هي اسطح مقاومة للماء، وبالتالي غالبًا ما يتم الخلط بينها وبين وظائف التنظيف الذاتي الأخرى كتأثير اللوتس، لكنها على عكس الأخيرة، فإن الأسطح سهلة التنظيف تكون ناعمة وليست خشنة و تتمتع هذه الأسطح بقوة جذب سطحية أقل بسبب انخفاض طاقة سطحها، مما يؤدي إلى تقليل الالتصاق السطحي وهذا يتسبب في صد الماء، وتشكيل القطرات والجريان، وبالتالي فإن الأسطح سهلة التنظيف تكون كارهة للماء وغالبًا ما تكون كارهة للزيوت أيضًا وتُستخدم هذه الوظيفة لطلاء التركيبات الصحية الخزفية وزجاج مقصورة الدش. يمكن أيضا استخدام الطلاء المقاوم للماء في الخشب والمعدن والبناء والخرسانة والجلود وكذلك المنسوجات، الأسطح سهلة التنظيف أقل

عرضـة لتراكم الأوسـاخ عليها فهي طاردة للأوسـاخ وتتميز بتنظيف سـهل وخالٍ من الإجهاد يوفر الوقت والتكاليف، وتتميز هذه الاسطح ب:

- أسطح ملساء مع جاذبية سطحية منخفضة.
- مقاومة سطحية دون استخدام تأثير اللوتس.

قطرات الماء ليســت مفيدة دائمًا ويمكن أن يكون لها تأثيرات ضــارة فوقت التجفيف مثلا يكون أطول من المعتاد لذا وجب أخذ ذلك في عين الاعتبار بمناطق التطبيق ومن الضــروري النظر في أفضــل مكان وكيفية لاستخدام هذه الخاصية، فتلك القطرات تجف منفردة تاركة وراءها بقايا الاوساخ.

جدول 09: استخدام الاسطح سهلة التنظيف –السيراميك–

Science to Business Center Nanotronics & Bio, Marl, Germany:	
المهندس المعماري	Henn Architekten, Munich, Germany
المنتج	Ccflex ، نانو سيراميك، أغلفة الجدران
الشركة المصنعة	في وقت بناء ديغوسا، اليوم Evonik
الانهاء	2005

الوصف:

تم تصــميم وبناء مركز الأبحاث في ديغوســا وكريفيس. بواجهتها الشــفافة وأشــكالها الواضــحة ومفهومها المادي واللوني، تجسد الهندسة المعمارية فلسفة الشركة المتمثلة في نقل المعرفة العلمية إلى العملية.

تتميز الأجزاء المختلفة من منتجات ديغوســا الداخلية من الداخل بغطاء جداري قوي من الســيراميك النانوي المرن والمقاوم للصــدمات وفي ذات الوقت منفذ للبخار ومقاوم للماء هذا الغطاء يمكن تطبيقه على غرار ورق الحائط العادي وهو متوفر بشكل لفات، وبالإضافة إلى التطبيقات التقليدية، يمكن استخدامه أيضًا في المناطق التي يكون فيها ورق الحائط التقليدي غير مناســب، مثلا كبديل لبلاط الجدران في الحمامات. بحيث يكون السطح المقاوم للماء مع مادة لاصــقة مقاومة للماء لحماية الوصــلات مما يعني أنه يمكن اســتخدام هذا المنتج في جميع أنواع المناطق المعرضة للبلل وفي هذا الصدد، فإنه مفارق إيجابيا مع بلاط الجدران بفضل التلوين المرقط قليلاً وكون الوصلات غير مرئية عمليًا ما يعطي انطباعًا بسطح متجانس غير متقطع.

صورة 13: Science to Business Center Nanotronics & Bio, Marl, Germany

المصدر:
https://www.bba-online.de/allgemein/anregend/#slider-intro-1

جدول 10: استخدام الاسطح سهلة التنظيف –الفولاذ–

	مركز كفاءات كالديوي (KKC)، أهلين، ألمانيا:
المهندس المعماري	بولس + ويلسون، مونستر، ألمانيا
المنتج	Kaldewei مينا فولاذي مع تنظيف ذاتي "تأثير اللؤلؤ" ، سطح سهل التنظيف
الشركة المصنعة	Kaldewei
الانتهاء	2005

الوصف:

تعتبر Kaldewei فريدة من نوعها بين الشـركات المصـنعة للحمامات من حيث أن لديها مرافق تطوير وإنتاج طلاء حماية خاصـة بها ويكون تغليف المبنى بواجهة بغلاف أشـبه بعناصـر ألواح المينا الفولاذية الملونة، والتي تبرز مناطق الصـهر الموجودة خلفها وقد تم تلوين لوحات الواجهة المطلية بالمينا في لوحة الألوان النموذجية للشـركة وتجهيزها جزئيًا بطبقة طلاء سـهلة التنظيف ويتم اسـتخدام هذا الطلاء بطريقة أخرى في تصنيع أحواض الاستحمام لزيادة السهولة التي تمكن من تنظيف المواد القليلة الصيانة.

صورة 14: مركز كفاءات كالديوي (KKC)، أهلين، ألمانيا.

المصدر:
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kaldewei_Kompetenzcenter_2018.nnw.jpg

3.2. تنقية الهواء:

على الرغم من عدم القدرة على تنقية الهواء تمامًا، الا ان اسـتخدام المواد النانوية يجعل من الممكن تحسـين جودة الهواء حيـث يمكن القضـــاء على الروائح الكريهـة والملوثـات، اذ تعمـل تقنيـة النـانو على تحلـل الروائح كيميائيًا إلى مكوناتها غير الضـارة حيث تتشقق الجزيئات وينتج عنها البخار وثاني أكسيد الكربون.

في الداخل، يتم اسـتخدام تقنية تنقية الهواء بشـكل متزايد للمنســوجات والدهانات. وتجدر الإشـــارة إلى أنه على الرغم من أنه من الممكن تحسـين جودة الهواء الا ان هذا لا يجعله جيدا بالضـرورة كما أن هناك عوامل أخرى تساهم في ذلك كمستوى الأكسجين ونسبة الرطوبة لذا يجب عدم إهمالها عند استخدام منتجات تنقية الهواء تعمل هذه المنتجات كالآتي:

- تنقسم الملوثات والروائح إلى الأجزاء المكونة لها.
- لا يحل محل التهوية بل يحسن جودة الهواء.

في الهواء الطلق، يمكن ان توفر قدرة تنقية الهواء للخرسـانة الضـوئية مثلا، فهي وسـيلة ممكنة لمكافحة الملوثات المتطايرة، ومؤخرا يتم تجهيز واجهات المباني وأســطح الطرق وما شـــابهها بالطلاءات ذات

التركيبات المناسبة لمواجهة تأثير العوادم الصناعية وعوادم المركبات ويمكن ان تطبق أيضا على حجارة الرصف وأسطح الطرق والدهانات.

ان تطبيق تقنية تنقية الهواء خارجيا ليست سوى إجراء ووسيلة داعمة للحد من التلوث الموجود فهي لا تقضي على سبب التلوث ولكنها تستخدم لتقليل الضباب الدخاني وتحسين جودة الهواء الخارجي.

وفيما يتعلق بالحد من ملوثات الهواء، فينبغي إيلاء اهتمام أكبر لتجنب انبعاثها في المقام الأول لذلك سيستغرق الأمر وقتا قبل أن تتحقق أهداف حماية البيئة بالكامل والى ذلك الحين قد تقدم أسطح تنقية الهواء حلاً مؤقتًا محتملاً بعد اثبات فاعليتها.

يبقى أن نرى ما إذا كان الاستخدام المكثف لهذه الأسطح يومًا ما سيصبح ممارسة قياسية في التجمعات الحضرية.

جدول 11: استخدام خاصية تنقية الهواء – الاسمنت التحفيزي–

	كنيسة اليوبيل، روما، إيطاليا:
المهندس المعماري	ريتشارد ماير وشركاه، نيويورك، نيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية
المنتج	TX Millenium، TX Active ، الأسمنت التحفيزي
الشركة المصنعة	Italcementi
الانتهاء	2003

صورة 15: كنيسة اليوبيل، روما، إيطاليا:

المصدر:
https://www.northernarchitecture.us/portable-house/dio-padre-misericordioso-tor-tre-teste-rome-italy-19962003.html

الوصف:

ثلاثة أشرعة عملاقة يصل ارتفاعها إلى 36 مترًا في السماء تضفي على هذه الكنيسة والمركز المجتمعي مظهرًا لا لبس فيه. مصنوعة من الخرسانة الجاهزة عالية الكثافة، ويتم الحصول على لونها الأبيض بإضافة رخام كرارا وTiO_2 إلى الخليط، تُمكِّن المادة المضافة ذات التحفيز الضوئي ذاتية التنظيف من تحقيق لون أبيض ناصع في بيئة حضرية ملوثة بشدة بغازات السيارات العادمة فلا يظل المبنى نظيفًا فحسب، بل تساعد مساحة السطح الكبيرة للأشرعة أيضًا في مكافحة التلوث عن طريق تقليل كمية المركبات العضوية المتطايرة وأكسيد النيتروجين في الهواء بشكل كبير.

الجدول 12: استخدام خاصية تنقية الهواء –بلاط الرصف–

	تمهيد طريق شارع Leien، أنتويرب، بلجيكا:
المهندس المعماري	51N4E Space Producers, Antwerp, Belgium
المنتج	بلاط الرصف لتنقية الهواء
الشركة المصنعة	With integrated technology from Mitsubishi
المساحة	$48.000m^2$

الوصف:

تم تطوير بلاط رصف زخرفي لمركز أنتويرب مع شكل متعدد الزوايا شكل مستمد من أنماط مغاربية وتم تجهيز عنصر الرصف، بوظائف إضافية بمساعدة أشعة الشمس والتحفيز التأكسدي، فأصبح قادر على تحويل الملوثات البيئية مثل أكسيد النيتروجين إلى أيونات حامض النيتريك الخامل.

وهذه الطريقة يمكن استخدامها على مناطق واسعة من المجال الحضري فتصبح لديها القدرة على تقليل مستويات التلوث في المدن وعلى هذا النحو، يمثل بلاط الرصف مزيجًا مثاليًا بين الجمال والفاعلية.

صورة 16: ممرات منفصلة لوقوف السيارات في Leien of Antwerp مع كتل الرصف التحفيزية الضوئية

المصدر:

https://www.researchgate.net/figure/Separate-parking-lanes-at-the-Leien-of-Antwerp-with-photocatalytic-pavement-blocks_fig4_307837715

4.2. مكافحة الضباب:

بفضل تقنية النانو، أصبح من الممكن الآن الحصول على رؤية واضحة بشكل دائم دون استخدام الكهرباء، وذلك باستخدام طلاء فائق الرقة من TiO2 النانوي، والذي يُظهر طاقة سطحية عالية وبالتالي جذب أكبر للرطوبة. لتشكل الرطوبة على الأسطح المحبة للماء طبقة رقيقة جدًا بدلاً من قطرات الماء. ورغم استقرار الماء على السطح لكنه يظل غير مرئي وهذه الطبقة الشفافة، تخلق مظهرًا خالٍ من الضباب وتعتبر مرايا الحمام من المرشحين الواضحين لهذا الطلاء كذلك الأسطح الزجاجية في الغرف المكيفة في المناطق الاستوائية، والتي تميل إلى تصبح غائمة بمجرد تدفق الهواء الخارجي إلى الغرفة، ويمكن أيضًا استخدام الطلاءات المضادة للضباب على المواد البلاستيكية.

جميع الأنواع المكافحة للضباب لا توقف التكثيف نفسه وانما تظل شفافة وبالتالي تبدو غير مرئية والرؤية الواضحة ممكنة في جميع الأوقات، دون الحاجة إلى تدفئة أو مسح السطح.

5.2. العزل الحراري:

1.5.2. ألواح العزل الفراغي (VIPs):

تعتبر الألواح العازلة الفراغية (VIPs) مناسبة بشكل مثالي لتوفير عزل حراري جيد جدًا مع سماكة عزل أقل بكثير من المعتاد مقارنة مع مواد العزل التقليدية مثل البوليسترين، تكون الموصلية الحرارية أقل بعشر مرات. ينتج عن هذا مستويات أعلى بكثير من المقاومة الحرارية بنفس سماكة العزل أو يعني أن طبقات العزل الرقيقة مطلوبة لتحقيق نفس المستوى من العزل، بمعنى آخر، يمكن تحقيق أقصى قدر من المقاومة الحرارية بالحد الأدنى من رقة العزل. عند 0.005 W/mK، تكون الموصلية الحرارية لـ VIPS منخفضة للغاية. يتراوح سمك هذه يتراوح سمك ألواح العزل الفراغي هذه من 2 mm إلى 40 mm

يمكن استخدام الألواح العازلة الفراغية في إنشاءات المباني الجديدة وكذلك في أعمال التحويل والتجديد ويمكن تطبيقها على الجدران والأرضيات فهي تحقق:

- أقصى قدر من العزل الحراري.
- أدنى سمك للعزل.

يقدر عمر الألواح الحديثة عمومًا بما يتراوح بين 30 و50 عامًا. يمكن تطبيقه ليس فقط للمباني ولكن أيضًا لعزل خطوط الأنابيب والإلكترونيات والحزم العازلة، على سبيل المثال لنقل سلسلة التبريد للأدوية.

الجدول 13: استخدام الواح العزل الفراغي

	مبنى Seitzstrasse متعدد الاستخدامات، ميونيخ، ألمانيا:
المهندس المعماري	المهندسين المعماريين بول، مارتن بول، ميونيخ، ألمانيا
المنتج	لوحة عزل الفراغ (VIP)
الشركة المصنعة	Va-Q-tech, Würzburg, Germany
المساحة	$1.250m^2$

صورة 17: شقق Seitzstraße المزودة بألواح معزولة بتفريغ الهواء، ميونيخ، ألمانيا

المصدر:
http://pubs.sciepub.com/ajcea/8/3/3/figure/16

الوصف:

يعد المبنى السكني والتجاري متعدد الاستخدامات والمكون من سبعة طوابق في ميونيخ أول مبنى كبير الحجم يتم تغطيته بالكامل بألواح عزل مفرغة الهواء .(VIPs) الشكل المستطيل المضغوط للمبنى الأبيض المفتوح بنوافذ كبيرة ملتفة حول أركانه. مع كفاءة أكبر تتراوح بين 8 و10 مرات من مواد العزل التقليدية، فإن الواح العزل الفراغية النحيفة هي عوازل جيدة للغاية.

ولا تكمن ميزاتهم في تقليل استهلاك الطاقة فحسب، بل أيضًا زيادة المساحة المتاحة إلى الحد الأقصى نتيجة إنشاءات الجدران الرقيقة، حيث نتج عن ذلك زيادة في مساحة الأرضية بنسبة 10٪ من إجمالي مساحة الكلية.، كما تم استخدام VIPS في شرفة السطح وإنشاء النوافذ، يؤدي هذا المبنى إلى توفير الطاقة بالإضافة إلى زيادة العوائد الاقتصادية.

2.5.2.الهلام الهوائي:

يحمل الهلام الهوائي Aerogel حاليًا الرقم القياسي باعتباره أخف مادة صلبة معروفة وتم تطويره في عام 1931. إنه عادي نسبيًا فهو ببساطة رغوة غازية خفيفة للغاية تتكون تقريبًا من 100٪ من الهواء. المادة الرغوية المتبقية عبارة عن مادة تشبه الزجاج والسيليكا اما البعد النانوي ذو أهمية حيوية بالنسبة للفجوات المسامية للرغوة بالنسبة لجزيئات الهواء المحاصرة داخل المسامات النانوية الدقيقة فهي ذات حجم متوسط يقدر ب20 نانومتر فقط، وبالتالي فهي غير قادرة على الحركة، مما يمنح الهلام الهوائي خصائص عزل حراري ممتازة.

- عزل حراري عالي الأداء.
- رغوة نانوية خفيفة وجيدة التهوية.

يتم استخدام هذا الهلام الهوائي كمادة حشو عازلة في أنواع مختلفة من التجاويف بين الألواح الزجاجية أو الزجاج على شكل حرف U أو لوح زجاجي متعدد الجدران من الأكريليك وبالتالي فهو مناسب تمامًا للاستخدام في المغلفات الخارجية للمباني، وبهذه الطريقة يمكن أن يساعد الهلام الهوائي في تقليل تكاليف التدفئة والتبريد بشكل كبير، ونظرًا لأنه شفاف لديه ميزة أخرى هي نقل الضوء الجيد ونفاذية ضوء النهار،

فإنه يعرض نقلًا جيدًا للضوء وينشره بشكل متساوٍ ومريح، وبالإضافة إلى خصائص العزل الحراري، يعمل الهلام الهوائي أيضًا كعازل للصوت وفقًا لنفس المبدأ الأساسي.

بفضل خصائص العزل الحراري والصوتي فوق المتوسط ، يساهم الهلام الهوائي في تحقيق كفاءة الطاقة وهي خاصية وظيفية أساسية فهو عازل غير عادي عالي الأداء ومنتج جديد نسبيًا في السوق، ومن الناحية الجمالية، فإن وزنه الخفيف يجعل من الممكن إنشاء واجهات متجانسة ونحيلة.

الجدول 14: استخدام الهلام النانوي

ملحق المدرسة، لندن، إنجلترا:	
المهندس المعماري	**جاكوبس المملكة المتحدة المحدودة، غلاسكو، اسكتلندا**
المنتج	**كالوال + زجاج الهلام النانوي**
الشركة المصنعة	**Stoakes Systems Ltd.**

صورة 18: ملحق مدرسة، لندن، إنجلترا:

المصدر:
https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/9783764383213.128/pdf

الوصف:

امتداد لمبنى مدرسة قائم يحقق أقصى استفادة من ضوء النهار. الارتفاع الجنوبي، الذي توجد خلفه الفصول الدراسية وقاعة التجمع ومقهى إنترنت واستوديو الرقص، مغطى بالكامل بألواح شفافة مليئة بالهواء المضغوط بسماكة 70 نانومتر، يخفف ضوء النهار، ويوفر جوًا لطيفًا وخفيفًا في الداخل بينما يحجب الرؤية إلى الخارج، تؤدي خصائص العزل الحراري الممتازة إلى توفير الطاقة وتقليل تكاليف تشغيل المدرسة وتعويض الاستثمار الأولي اللازم لتمويل مثل هذه الأسطح الشفافة الكبيرة.

3.5.2.تنظيم درجة الحرارة: مواد تغيير الطور (PCMs):

يمكن استخدام الاحتفاظ الحراري الجيد لمواد تغيير الطور في كل من المباني الجديدة والقائمة كوسيلة للحد من تقلبات درجات الحرارة المسائية وتقليل درجات الحرارة القصوى، اذ يمكن استخدامه للتدفئة وكذلك للتبريد نظرًا لكون PCM قادرة على امتصاص الطاقة (الحرارة) دون أن يصبح الوسط نفسه دافئًا، فيمكنه امتصاص درجات الحرارة القصوى، مما يسمح للمناطق الداخلية بالبقاء أكثر برودة لفترة أطول ، مع الاحتفاظ بالحرارة في PCM واستخدامها لتسييل البارافين ويتم تخزين الطاقة بشكل كامن عندما تتغير المادة من حالة فيزيائية إلى أخرى ، سواء من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة أو من الحالة السائلة إلى

الغازية فيمكن اســـتخدام الدفء أو البرودة الكامنة ، التي تؤدي وظيفة العزل بشـــكل فعال لتنظيم درجة الحرارة حيث تضمن:

- تنظيم درجة الحرارة السلبي.
- تقليل الطلب على التدفئة والتبريد.

يتم تعريف درجة حرارة التبديل التي تتغير فيها المرحلة من حالة فيزيائية إلى أخرى في مواد تخزين الحرارة الكامنة المصـــممة للبناء، على أنها 25 درجة مئوية، فعندما تكون درجة حرارة الهواء الداخلي أعلى من هن هذه الدرجة فتعتبر دافئة بشكل مزعج، وبالاعتماد على PCM المستخدم، فلضبط زيادة درجة الحرارة بمقدار 5 درجات مئوية ، يلزم فقط 1 مم من مادة تغيير الطور مقارنة بـ 10−40 مم من الخرسانة حيث ان مواد تغيير الطور تتمتع بقدرة حرارية أكبر بكثير اذ انها تســخن الجدار الخرســاني بســرعة أكبر بينما تظل درجة حرارتها دون تغيير، أصـبحت PCMs متوفرة في شـكل إضـافات يمكن دمجها في مواد البناء التقليدية مثل الجص أو الألواح الجصـية أو كتل الخرسـانة المرشـوشـة مع خصـائص الاحتفاظ المحددة، إضـــافة إلى الحفاظ على الطاقة عن طريق تقليل الطلب عليها للتدفئة والتبريد، ايضـــا مواد تغيير الطور قابلة لإعادة التدوير وقابلة للتحلل بيولوجيًا.

الجدول 15: استخدام مواد تغيير الطور

إسكان "سور فالفينج" لكبار السن، دومات / إمس، سويسرا:	
المهندس المعماري	Dietrich Schwarz, GlassX AG, Zurich, Switzerland
المنتج	زجاج تخزين الحرارة الكامنة، PCM، زجاج بلوري
الشركة المصنعة	GlassX
المساحة	$148m^2$ GlassXcrystal glazing

صورة 19: إسكان "سور فالفينج" لكبار السن، دومات / إمس، سويسرا:

المصدر:
https://www.researchgate.net/figure/The-Senior-Citizens-Apartment-building-by-Dietrich-Schwarz-top-right-uncharged-and_fig2_264978140

الوصف:

مبنى يضم 20 عاجز يصل إلى شقق محمية في جبال الألب الســويســرية، جميع الشــقق بها مســاحات كبيرة من الزجاج المواجه للجنوب، يتم تدفئة هذه الشقق بشكل نشط أو سلبي اعتمادًا على الموسم.

يحتوي الجزء المركزي من ثلاثة تجاويف لعنصـــر زجاجي مركب بســـماكة 8 ســـم يحتوي عنصـــر الزجاج المركب الســـميك على مادة تعبئة هيدرات الملح التي تعمل كمخزن حراري كامن للحرارة الشـــمســـية وتحمي الغرف من الحرارة

الزائدة، ويتميز مخزن الحرارة الكامنة بقدرة امتصاص حرارية تعادل جدارًا خرسانيًا بسمك 15 سم، يكون اللوح الزجاجي شفافًا عند ذوبان مادة التعبئة عند التجميد، لذلك ينعكس تغيير حالة المادة على الفور في مظهر المبنى وتتيح وظيفة المخزن المؤقت لمخزن الحرارة الكامنة تنظيم درجة الحرارة الداخلية بشكل سلبي في الغالب ، مما يؤدي إلى توفير كبير في الطاقة للتدفئة (والتبريد).

6.2. الحماية من الأشعة فوق البنفسجية:

هناك نوعان من الحماية من الأشعة فوق البنفسجية وكلاهما عضوي ويستخدم الإضافات وعادة ما يستخدم كلاهما معًا، يتضمن أحدهما استخدام ماصات الأشعة فوق البنفسجية التي ترشح الأشعة الضارة في ضوء الشمس قبل أن تتلامس مع المادة نفسها لذا وجب أن تكون على طبقة علوية ويتم تطبيقها عادةً في شكل ورنيش واقي، ويستخدم النوع الثاني ما يسمى free-radical scavengers، والتي على عكس النوع الأول حيث يبدأ مفعولها في مرحلة لاحقة.

الشرط الأساسي للطلاءات الواقية هو أن تكون شفافة بحيث يتم الحفاظ على لون وبنية المواد الموجودة تحتها ولتحقيق ذلك، يجب أن تكون الجسيمات الفردية غير العضوية الماصة للأشعة فوق البنفسجية في المستحضر أصغر من 15 نانومتر فتحت هذا الحجم لن يبقى تشتت الضوء مرئيا فتصبح مرئية بشكل فعال فتحقق حماية دائمة وشفافة للغاية.

7.2. الحماية من أشعة الشمس:

قدم ظهور تقنية النانو وسيلة جديدة لدمج الزجاج الكهروضوئي في المباني ويتمثل الاختلاف الأساسي مما سبقه في أن التيار الكهربائي المستمر ليس ضروريًا اذ يمتاز بالخصائص التالية:

- وضوح الرؤية.
- لا حاجة للستائر.
- الزجاج يعتم تلقائيًا أو قابل للتحويل دون الحاجة إلى تيار كهربائي ثابت (تأثير الذاكرة).

لتغيير درجة انتقال الضوء من حالة إلى أخرى كل ما هو مطلوب هو مفتاح واحد، أي مفتاح للتغيير من الشفاف إلى الغامق وآخر للتغيير مرة أخرى اما الطاقة الكهربائية المطلوبة لتلوين الطلاء النانوي الرقيق للغاية ضئيلة وتستغرق عملية التبديل نفسها بضع دقائق.

الزجاج الفوتوكروماتيكي هو حل آخر لتعتيم الألواح الزجاجية، وفي حالته يعمل ضوء الشمس نفسه على تعتيم الزجاج تلقائيًا دون التبديل اذن جعلت تقنية النانو من الممكن توفير وسيلة تحقق كفاءة طاقوية وحماية من الشمس مع إمكانية دمجها مع وظائف الزجاج الأخرى.

8.2. مقاومة الحريق:

أنتجت شركة Degussa الألمانية مادة الهباء الجوي Aerosil وهي حمض السيليك البيروجيني المستخدم في عدد من الأغراض بما فيها صناعة الطلاء، يبلغ عرض الجسيمات النانوية البيروجينية أو السيليكا النانوية 7 نانومتر فقط، ومساحة سطحها الكبيرة نسبيًا تجعلها شديدة التفاعل، واعتمادًا على المدة

المطلوبة لمقاومة الحريق، يتم وضع مادة الحشو عالية الفعالية بين لوح أو أكثر من ألواح الزجاج بالنسبة للمنتجات القياسية عمومًا تتراوح بين 90 و380 مترًا مربعًا للجرام الواحد، تحقق هذه المواد:

- حماية عالية من الحرائق.
- خفيفة وشفافة.

المزايا الرئيسية هي الوزن الخفيف نسبيًا للزجاج، والبناء النحيف والمظهر المريح بصريا المصاحب بالإضافة إلى المقاومة الطويلة للحرائق،

- في حالة نشوب حريق، تتمدد الطبقة المقاومة للحريق على شكل رغوة تمنع انتشار الحريق وتحافظ على سهولة وصول المستخدمين ورجال الإطفاء على حدٍ سواء إلى طرق الهروب،
- لا تظهر الطبقة الإضافية أي غشاوة أو خطوط أو كسور وهي غير مرئية عمليًا ولها ميزة جانبية إضافية هي تحسين عزل الضوضاء.

تعتبر ألواح البناء خفيفة الوزن المقاومة للهب، والتركيبات المصنوعة من القش والقنب، تطبيقًا آخر مثيرًا للاهتمام من خلال طلاء المنتج بغطاء شفاف من الزجاج كالجزيئات، مما يجعله مقاومًا للعوامل الجوية ومقاوم للهب، ويعمل الطلاء الشبيه بالزجاج أيضًا كمواد لاصقة ولا يلزم إضافة مواد إضافية مثبطة للهب، يعتبر ذو أهمية خاصة للممرات والردهات وغرف الاجتماعات، أي حيثما تكون السلامة من الحرائق مهمة للغاية.

الجدول 16: استخدام خاصية مقاومة الحريق –زجاج–

	المقر الرئيسي لـ Deutsche Post، بون، ألمانيا:
المهندس المعماري	مورفي / جان، شيكاغو، إلينوي، الولايات المتحدة الأمريكية
المنتج	SGG Contraflam زجاج أمان ضد الحرائق
الشركة المصنعة	Vetrotech SaintGobain
الانتهاء	2005
المساحة	المساحة الإجمالية $90.000m^2$

الوصف:

- يستوعب برج المكاتب المرتفع الذي يبلغ ارتفاعه 160 مترًا في بون أكثر من 2000 موظف.
- واجهة الأبراج البيضاوية مليئة بالزجاج الشفاف عالي التقنية والمواد الشفافة المستخدمة أيضًا في جميع أجزاءها الداخلية
- الحاجز المزجج والسلالم المزججة والجسور المتصلة المزججة هي عناصر مركزية لمفهوم التصميم الداخلي .

- تم اختيار زجاج أمان من الحرائق ذو مظهر نحيف بشـــكل خاص للمشروع.
- تم تنســيق المســاحة والشــكل والبناء والمواد بعناية، مما أدى إلى مفهوم شامل متناغم.

صورة 20 : Deutsche Post HQ Germany

المصدر:
https://en.wikipedia.org/wiki/Deutsche_Post

9.2. مكافحة الكتابة على الجدران:

يُقصـــد بوظيفة مكافحة الكتابة على الجدران انها اجراء وقائي لتجنب الكتابة على الجدران القبيحة للمباني أو الإنشـــاءات مثل حواجز الضوضاء والجدران وأرصفة الجسور وقد قدمت تقنية النانو وسيلة جديدة لحماية نسيج مبنى متواجد بالفعل من خلال الطلاءات المضادة للكتابة على الجدران. هذه الطلاءات فعالة للغاية وتســـتخدم لجعل مواد البناء مقاومة للماء وتعني خصائصها الكارهة للماء أنه يمكن إزالة الرسومات على الجدران بسهولة أكبر باستخدام المنظفات المناسبة، ويمكن حماية المواد المسامية وعالية الامتصاص مثل الطوب والحجر الرملي والخرســانة وغيرها بكفاءة باســتخدام مثل هذه الطلاءات النانوية وعلى الرغم من أن الطلاء هو مانع فعال وعالي الامتصــاص عكس المنتجات الأخرى، إلا أنه لا يغلق مســام المادة، مما يسـمح للمادة بالاحتفاظ بنفاذية البخار ولأن المادة تبقى قابلة للاختراق فيمكن تجنب الضـرر المحتمل الناتج عن الرطوبة اذ تعتبر هذه الاسطح:

- أسطح نفاذة مع طلاء دائم مضاد للكتابة على الجدران.
- شديدة المقاومة للماء والأوساخ.

- تعمل طبقة الطلاء النانوية فائقة الرقة على تبليط المسام الشعرية دون إغلاقها.
- تتطلب المواد الأكثر كثافة مثل الخرسـانة المضـغوطة بشـكل عام مواد طلاء أقل. إضـافة لذلك يقلل الطلاء أيضًـــا من تراكم الأوســـاخ بشـــكل كبير، مما يجعل الطلاء قابلاً للاســـتخدام على أســـطح الأرضيات أيضًا.
- إن تأثير الطلاء المشرب ناتج عن عدة طبقات من الجزيئات.

الجدول 17: استخدام خاصية مكافحة الكتابة على الجدران

	New Centre Ulm, Ulm, Germany
المهندس المعماري	ستيفان براونفيلس المهندسين المعماريين، برلين، ألمانيا
المنتج	Faceal Oleo HD ، طلاء مضاد للكتابة على الجدران ومقاوم للأوساخ
الشركة المصنعة	PSS Interservice
الانتهاء	2006
المساحة	إجمالي المساحة الأرضية $6700m^2$

الوصف:

منذ الدمار الذي حدث خلال الحرب العالمية الثانية، ظلت الحالة الحضـــرية لشـــارع strabe في أولم دون حل، على جانب واحد يحدها مبنى اولم الوزاري ومبنى ريتشـــارد ماير الاداري، وعلى الجانب الآخر قاعة المدينة التي تعود للقرون الوســـطى ومبنى مكتبة مدينة، وفر إدخال مبنيين جديدين، مبنى بنك الادخار ومتجر Münstertor، تعريفًا أفضل للمساحة الحضرية المحيطة حيث يتكون البنك من جناحين متقاطعين يلتقيان لتشـــكيل فتحة زجاجية مقابل قاعة المدينة. الشـــكل المتناقص للمتجر متعدد الأقسام يتعلق بمقياس القرون الوسطى للمحيط.

- يحتوي كلا المبنيين على واجهات خرسانية مكشوفة
- تقدر أشكالها المقطوعة عندما تكون الأسطح نظيفة بشكل متساوٍ.
- تم طلاء الأسطح الخرسانية بطبقة نانوية عالية التقنية.
- هذه الأسطح المقاومة للأوساخ ومضادة للكتابة على الجدران مناسبة تمامًا للاستخدام في البيئات الحضـرية حيث تكون احتمالية التلوث غير المرغوب فيه كبيرة بشـكل خاص ونتيجة لذلك، يمكن تجنب الأضرار غير المرئية التي تلحق بالمباني.

صورة 21: New Centre Ulm, Ulm, Germany

المصدر:
https://www.db-bauzeitung.de/architektur/staedtische-skulptur-in-beton/#slider-intro-1

10.2. مضاد الانعكاس:

إن اسـتخدام الزجاج المضـاد للانعكاس لحل مشـكلة الانعكاس ليس شـيئًا جديدًا في حد ذاته في العمارة حيث انه يستخدم في تصميم المعارض للخزائن الزجاجية مثلا، يعد تصنيعها المعقد الذي يتضمن تطبيق عدة طبقات سببا يجعلها باهظة الثمن وهي تعمل أساسا على:

- تحسين نقل الطاقة الشمسية.

الهياكل السطحية النانوية الشفافة اين تكون الجسيمات أصغر من الطول الموجي للضوء المرئي، لا تقدم حلاً مبتكرًا فقط بل وفعالًا من حيث التكلفة ومضادًا للانعكاس،

- يتكون هيكلها من كرات من ثاني أكسيد السيليكون (SiO) كبيرة الحجم 30–50 نانومتر.
- يعتبر سمك الطلاء الذي يبلغ 150 نانومتر مثاليًا.

- تقل نسبة الضوء المنعكس من 8٪ إلى أقل من 1٪.
- هناك وسيلة أخرى فعالة من حيث التكلفة لإنتاج الأسطح المضادة للانعكاس هي تأثير عين العثة، حيث تظهر قرنية العثة التي تنشط في الغالب في الليل بنية تقلل الانعكاسات.
- يتم القضاء على عيوب التكنولوجيا التقليدية المضادة للانعكاس كالمنطقة الطيفية المحدودة وعملية الإنتاج المعقدة باستخدام تكنولوجيا النانو.

يمكن الآن استخدام الزجاج المضاد للانعكاس بكميات كبيرة في البناء من أجل الاستفادة من زيادة إرسال الطاقة الشمسية الناتجة عن الانعكاس الطيفي واسع النطاق ومن الأمور ذات الأهمية الخاصة زيادة كفاءة الأنظمة الكهروضوئية حيث يتم الآن نقل الطيف الكامل للطاقة الشمسية من 400 إلى 2500 نانومتر كما أن درجة الانتقال عند زوايا حدوث منخفضة أفضل بكثير مما كانت عليه قبل ذلك، مما يجعل مثل هذه الأنظمة أقل اعتمادًا على زاوية الشمس.

- عن طريق تقليل كمية الطاقة الشمسية غير المستغلة وبالتالي المفقودة. تم تحسين اكتساب الطاقة وكفاءة الأنظمة الكهروضوئية، مما أدى إلى مكاسب شاملة في الأداء تصل إلى 15٪.

11.2. مضاد للجراثيم:

أسطح التحفيز الضوئي لها تأثير جانبي مضاد للبكتيريا بسبب قدرتها على تكسير المواد العضوية في الأوساخ وهذا بمساعدة جزيئات الفضة النانوية لما لها من خصائص مضادة للميكروبات، اذ تمكن من تصنيع أسطح مصممة خصيصًا لتكون مضادة للبكتيريا أو مبيد للجراثيم بحيث تعمل على:

- استهداف البكتيريا والقضاء عليها.
- التقليل من استخدام المطهرات.
- دعم طرق النظافة خاصة في بيئات الرعاية الصحية

تتوفر بالفعل العديد من المنتجات تجارياً وتتنوع من أغطية الأرضيات إلى منتجات الألواح والدهانات إلى المنسوجات ذات اللمسات النهائية المبتكرة التي تجعلها خالية من الجراثيم.

ينتج التأثير المضاد للبكتيريا للفضة عن الانتشار البطيء المستمر لأيونات الفضة وتعني مساحة السطح العالية جدًا لنسبة الحجم للجسيمات النانوية أن الأيونات يمكن أن تنبعث بسهولة أكبر وبالتالي تقتل البكتيريا بشكل أكثر فعالية.

التأثير المضاد للبكتيريا بحد ذاته دائم فلا يزول بمرور الزمن.

نظرًا لأن اســـتخدام المطهرات أمر لا يمكن تجنبه، فمن المهم أن تكون الطلاءات والمواد مثبتة لتحمل التطهير الاعتيادي. اضافة إلى ذلك، يُنصح أيضًا بتجهيز الأسطح بوظيفة مقاومة الالتصاق لمنع تكون غشاء حيوي للبكتيريا الميتة يمكن أن تنمو منه البكتيريا الجديدة في النهاية.

الجدول 18: استخدام التحفيز الضوئي مع تأثير مضاد الجراثيم

	غرفة العمليات، جوسلار، ألمانيا:
المهندس المعماري	شفايتسر + شريك، براونشفايغ، ألمانيا
المنتج	بلاط "Hydrotect"، سطح تحفيز ضوئي مع تأثير مضاد للبكتيريا
الشركة المصنعة	Agrob Buchtal Architectural Ceramic, Deutsche Steinzeug AG
الانتهاء	2005

الوصف:

في كلا غرفتي العمليات، تم تكســية الأرضــيات والجدران بالبلاط التحفيزي الضــوئي، أين تعتبر النظافة ذات أهمية أساسية، كما أن التبليط المضـاد للبكتيريا يسـاهم في تقليل مخاطر الإصابة بالعدوى .

في عيادة في فريدريشــاين، ذهب المهندســون خطوة أخرى إلى الأمام وقللوا من كمية مفاصل البلاط، مما قلل من نقاط الضعف أين يمكن للبكتيريا أن تستقر، أيضا إضفاء مظهر أكثر هدوءًا على الغرفة. من الصــعب وضــع التبليط كبير الحجم، وقد تم اختيار تنســيق البلاط التقليدي للبلاط عالي التقنية المضـــاد للبكتيريا المســـتخدم في عيادات الراتنج ويتناقض الحشو ذو الألوان الفاتحة بشكل لطيف مع البلاط الأخضر الطازج.

صورة 22: غرفة العمليات، جوسلار، ألمانيا

المصدر:
http://materialsdatabasef10.blogspot.com/2010/09/architectural-applications-of.html

12.2. مكافحة البصمات:

يعد الفولاذ والزجاج من المواد الشـائعة في الهندســة المعمارية عند اســتخدامهما في الديكورات الداخلية، لكنها يعانيان من عيوب أهمها ظهور علامات بصـمات الأصـابع بوضـوح شـديد والتأثر باللمس المتكرر ويتلاشـى مظهر النظافة عندما تكون الأسطح مغطاة ببصـمات الأصـابع، يمكن أن يوفر الطلاء المضـاد لبصـمات الأصـابع حلاً مناسبًا لهذه المشكلة وفي بعض الحالات يجعل من الممكن اسـتخدام هذه المواد بشكل أساسي.

- بمساعدة هذه الطلاءات، أصبحت علامات بصمات الأصابع غير مرئية عمليًا.
- يغير الطلاء انكسار الضوء بنفس الطريقة التي تعمل بها بصمات الأصابع نفسها بحيث يكون لبصمات الأصابع الجديدة تأثير ضئيل.
- تجعل انعكاسات الضوء على الطلاء الأسطح الفولاذية أو الزجاجية تبدو ناعمة، مما يعطي انطباعًا عن النظافة.
- الطلاء نفسه رقيق للغاية ويمكن ثني الفولاذ المطلي في أي شكل بدون كسر أو تكسير الطلاء ويمكن أن يكون هذا مفيدًا لإنتاج تفاصيل معمارية معينة ويستخدم الطلاء بشكل أساسي في تطبيقات مثل المصاعد، الكسوة أو التأثيث الحضري.
- تستفيد إدارة المرافق من هذا بالإضافة إلى الطلاءات النانوية الأخرى لأنها تؤدي إلى تقليل تكاليف التنظيف.
- أحد الجوانب المهمة هنا، كما هو الحال مع عمليات النانو الأخرى، هو مقاومة الخدش الجانب الواجب تقييمه بعناية اعتمادًا على مكان استخدام المنتج.
- تعتبر الطلاءات المضادة لبصمات الأصابع مفيدة للفولاذ المقاوم للصدأ والزجاج المصقول بالرمل أينما يمكن للمرء أن يتوقع أن يلمسه الناس، أي حيث يوجد طلاء نانوي، يمكن استخدام الزجاج والفولاذ لسهولة الوصول إليه.

13.2. مقاومة للخدش والتآكل:

تتيح تقنية النانو تحسين مقاومة الخدش مع الحفاظ على الشفافية وتعتبر مقاومة الخدش خاصية مرغوبة للعديد من المواد ويمكن تطبيق الطلاء على مواد من أنواع مختلفة مثل الخشب والمعدن والسيراميك بحيث:

- تحسن مقاومة الخدش والتآكل.
- خلق أساس لقوة التحمل.

في السياق المعماري، من المستحسن استخدام الدهانات والورنيشات المقاومة للخدش، على سبيل المثال لحماية الأسطح الملمعة لأرضيات الباركيه أو أسطح الأسطح الأخرى المطلية بالورنيش اللامع.

تبدو الأسطح المقاومة للخدش إلى جانب الحماية من الأشعة فوق البنفسجية والخصائص سهلة التنظيف مزيجًا جذابًا بشكل خاص للعديد من المستخدمين، من أجل تقليل آثار الاستخدام. وبالمثل، فإن الأسطح

المصممة بشكل نظيف تحافظ على مظهرها بشكل أفضل من خلال استخدام الأسطح المقاومة للخدش والتآكل.

3. تحسين قوة الخرسانة المنتجة مع الأسمنت البورتلاندي المضاف إليه مواد نانوية لتطبيقات البيت النانوي:[44]

الخرسانة القائمة على الأسمنت البورتلاندي هي مادة متعددة الوظائف تتكون من الأسمنت والركام (الماء والحصى والرمل) وتكتسب هذه المادة الخصائص الميكانيكية عن طريق إضافة المواد النانوية مثل الأنابيب النانوية الكربونية والجرافين والألياف النانوية، حيث يتم تقوية المواد النانوية المختلفة مثل الألياف الطويلة واضافتها إلى قاعدة الأسمنت ويتم تحسين خصائص الخرسانة عن طريق تدعيم القاعدة بإضافة المواد النانوية اهم خواص الأسمنت، الواجهات وجوانب التماسك ومراحل الترطيب.

تتكون الخرسانة من عدد المراحل التي يتشكل فيها الأسمنت في الطور البلوري بإضافة مادة نانوية وأثناء تشكيل الخرسانة، يتم إجراء تفاعل داخلي بمقياس ميكرومتر ومقياس نانومتر ويتم تحضير الخرسانة القائمة على بورتلاند في شكل مركب نانوي وفي هذه العملية، يتفاعل الأسمنت مع الماء ويمكن استخدام المواد النانوية التالية مثل الأنابيب النانوية الكربونية والجرافين والشرائح النانوية وأكاسيد المعادن النانوية.

ستعطي إضافة هذه المواد النانوية إلى الخلطات الخرسانية خصائص ميكانيكية ومقاومة أفضل كما يمكن إجراء هذه الاختبارات في المعامل البحثية، وتشير بعض الدراسات إلى أن قوة الخرسانة تتحسن بخصائص nano-SiO2

الجدول 19: بعض النتائج المتعلقة بجزيئات النانو SiO2

الخصائص الهيكلية لجزيئات النانو- SiO2			
حجم الجسيمات بمستوى النانو (nm)	مساحة السطح	الكثافة	محتوى السيليكا (٪)
11.5-13.1	320-350	1.25	99.9

المصدر: Ammar Dahlan, "Smart and Functional Materials Based Nanomaterials in Construction Styles in Nano-Architecture.", Silicon, Saudi Arabia, King AbdulAziz University, Faculty of Environmental, Department of Architecture Design, Jeddah, August 2019.p p 3 4

- النانو سيليكا SiO2 يزيد من مقاومة الأسمنت البورتلاندي.
- تزداد قوة ضغط الأسمنت البورتلاندي حتى 18٪.

[44] Ammar Dahlan, "Smart and Functional Materials Based Nanomaterials in Construction Styles in Nano-Architecture.", Silicon, Saudi Arabia, King AbdulAziz University, Faculty of Environmental, Department of Architecture Design, Jeddah, August 2019.p p 3 4

- يمكن استخدام بعض المواد الواعدة مثل الأنابيب النانوية الكربونية والجرافين لإعداد الخرسانة النانوية القائمة على أســـاس مركب نانوي، من المعروف أنه يمكن تحســـين الخواص الميكانيكية للأنابيب النانوية الكربونية بالاعتماد على قطر وطول الأنابيب النانوية الكربونية، كما هو موضح في الجدول.

من ناحية أخرى، فإن الجرافين هو شـــكل متآصـــل من الكربون وله مقاومة عالية وهو عبارة عن طبقة أحادية مسطحة من ذرات الكربون.

قام كل من خاريسوفا وتوريس مارتينيز بإجراء بعض الدراسات حول الخواص الميكانيكية للأسمنت المقوى بالجرافين، لقد وجدوا أن قوة الأسمنت تتحسن بإضافة الجرافين إلى الأسمنت بجرعات بصرية من 0.005 إلى 0.5٪ بالوزن من وزن الأسمنت

تم تقييم وجود المزيد من البيانات حول تحســـين الخواص الميكانيكية للخرســـانة، يُقترح أن المواد النانوية مثل الأنابيب النانوية الكربونية والســـيليكا ونتريد البورون هي مواد واعدة لبيت النانو والبيت المائي في تطبيقات العمارة النانوية.

4. تحسين مواد الطلاء بالمواد النانوية:

يمكن تحســـين طلاء الأســـطح في العمارة وبناء النانو باســـتخدام المواد النانوية فمن المعروف أن الإضـــافات القائمة على المواد النانوية أخف وزنا وأكثر مقاومة للتآكل وأكثر نفاذية وهذه الخاصـــية من المواد النانوية تجعل منزل النانو منزلًا حديثًا حيث تعتبر المواد النانوية مفيدة لأســـطح وواجهات البيت النانوي كما أنها توسع إمكانيات التصميم للمهندسين المعماريين المعاصرين.

لطلاء أسـطح منزل النانو، هناك حاجة لطلاء طبقة تتكون من طبقة طلاء تتكون من طلاء واحد ومتعدد الركيزة، يتم تحضير مادة الطلاء باستخدام سائل ومسحوق وتستخدم لحماية سطح مباني النانو.

تعتبر مواد الطلاء القائمة على المواد النانوية أفضـــل من الطلاءات التقليدية لتطبيقات البيت النانوي، من ناحية المقاومة والمرونة العالية والتجفيف السـريع ونفاذية بخار الماء العالية ويمكن تحضـير مواد الطلاء التي لها خصائص التنظيف الذاتي باستخدام أكاسيد معدنية مختلفة مثل النانو تيتانيا TiO_2 فطلاء أكسيد التيتانيوم له خصائص تحفيزية ضوئية بالإضافة إلى تأثير مضاد للميكروبات.

يمكن اســـتخدام مواد طلاء أكســـيد التيتانيوم ذات البنية النانوية في المرايا والنوافذ ذاتية التنظيف وطلاء الجدران والبلاط والزجاج المســـطح، وقد تم تحســـين الطلاء النانوي باســـتخدام إضـــافات المواد النانوية لتحضير مثبطات اللهب المهلجنة، تحمي هذه الأخيرة سطح النانو من الحريق فعند نشوب حريق، تتشكل الطبقة العازلة المكونة لطبقة خزفية في غضون ثوان، وتوفر هذه الطبقة الحماية من الحريق. أيضًا، يمكن اســـتخدام المواد التي أســـاســـها الكربون مثل الجرافين والأنابيب النانوية الكربونية في الطلاءات المقاومة للحريق في تطبيقات المنازل النانوية.

5. المركبات النانوية الرئيسية المستخدمة في الهندسة المعمارية والصناعات الإنشائية:

يمكن استخدام المواد النانوية الجديدة لتطبيقات البناء لتحسين خصائصها الميكانيكية ويمكن إعطاء تطبيق المواد المركبة النانوية على النحو التالي:

- تحسين الخواص الميكانيكية للخرسانة القائمة على الأسمنت البورتلاندي مع الجسيمات النانوية لتطبيقات البيت النانوي.
- تحسين خصائص التآكل للخرسانة القائمة على الأسمنت البورتلاندي مع المواد النانوية لتطبيقات البيت النانوي.
- تحسين متانة وجودة مواد الطلاء بالمواد النانوية لتطبيقات النانو.

لهذا، فإنه يركز على كيفية تحسين الخواص الميكانيكية للخرسانة القائمة على الأسمنت البورتلاندي مع المواد النانوية لتطبيقات المباني.

6. أثر تطبيقات النانو تكنولوجي على العمارة[45]

أدى ادراج مواد النانو وتكنولوجيا النانو في عمليات التصميم والبناء الى تطوير التفكير المعماري ومقاومة التحديات المعاصرة خاصة بعد مرور مجال العمارة بفترات مثيرة ومتنوعة من التجارب والتغيرات في الأشكال والتوجهات المعمارية.

7. أثر تطبيقات النانو تكنولوجي في مواد الانشاء:

أدى دمج مواد البناء بتقنية النانو الى تحسين خواصها واكسابها إمكانيات أكثر من مادة في نفس الوقت، فأصبح المصممون لا يهتمون كيف سيتم البناء بقدر اهتمامهم بالتصميم في ذاته.

← وتاليا سنعرض تأثير الإضافات النانوية لكل مادة وأهم فوائدها:

1.7. Concrete الخرسانة :

هي من أكثر المواد إنتاجاً واستخداماً في العالم، تم إضافة نوعين من المواد النانوية إليها هما :

أ –الميكرو سليكا والنانو سليكا: هي أحد منتجات المواد الخام من السليكون

- .يتمثل تأثيرها على الخرسانة: بزيادة القوة والمتانة، مما أدى الى تغير في طريقة استخدام الخرسانة في النظم الإنشائية، وتم استخدامها في المباني الشاهقة بالارتفاع مثل برج خليفة – دبي حيث استخدمت في إنشائه خرسانة مع إضافات الميكرو سليكا والنانو سليكا مما اعطى قدرة عمى زيادة ارتفاع البرج بشكل كبير

ب– ثاني أكسيد التيتانيوم النانو: هو أكسيد يتكون طبيعياً من معدن التيتانيوم.

[45] سبنا المرضي ابراهيم حبيب الله، مرجع سابق، ص ص 5–10.

- يتمثل تأثيرها على الخرسانة: بزيادة القوة وتقنيات التشكيل، وبفضل عملية التحفيز الضوئي التي تجعله قادرا على منع تلوث الأسطح ومضاداً للبكتيريا ويساعد في تنقية الهواء وتستخدم في الأسطح الخارجية الواسعة في المناطق الملوثة) مثل كنيسة اليوبيل في إيطاليا– 2003م للمعماري ريتشارد ماير

➢ شكل المبنى مستوحى من فكرة الثالوث المقدس من خلال ثلاثة أشرعة بيضاء عملاقة ارتفاعها 36 متراً في السماء، والكنيسة واقعة في منطقة عالية التلوث بعوادم السيارات ودخان المصانع. فقد تم إضافة وثاني أكسيد التيتانيوم النانو الى الخليط الخرساني الذي حافظ على نظافة السطوح البيضاء، كما خفف من التلوث البيئي المحيط بالمبنى. [46]

التأثير على الشكل: إنشاء مباني ديناميكية انسيابية مرنة.

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

2.7. الفولاذ(Steel) :

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

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

ب. إضافة المواد المالئة النانويةNano–Fillers : التي تزيد من الخواص الفيزيائية والكيميائية للفولاذ وتزيد من قوة انحنائه.

- تؤثر الإضافات كثيرا في مقاومة الفولاذ للتأكل وقوته، وبالتالي تقليل كمية التسليح في الخرسانة، كما انه يقلل من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.
- يستخدم في إنشاء تصاميم جرة ومرنة وفي الفراغات الواسعة دون وجود اعمدة وتقليل كلفة الصيانة (مثل استاد استانا في كازاخستان – 2009)

➢ تم الاعتماد على فولاذ النانو المرن القابل للتشكيل والمقاوم للتآكل والحرارة في كامل هيكل المبنى ذو المجازات الكبيرة وعلى أربعة أقسام هي (سقف ثابت، سقف قابل للطي، الشرفة العليا، الجدران الجانبية)، مما أعطى شكلاً ديناميكياً للملعب مع فراغ داخلي خال من العناصر الإنشائية بالإضافة لتفاعله مع البيئة عن طريق السقف الفولاذي القابل للطي.

التأثير على الشكل: إنتاجه تصاميم حرة ومرونة تتمتع بديناميكية ساكنة وذلك تبعاً للتموج الناتج عن السطح.

التأثير على الأداء البيني: تقلل من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وحرية ومرونة في تشكيل الفراغات ذات مساحات كبيرة محررة من العناصر الإنشائية.

---

[46] علا حربة كلية العمارة. " العمارة في ظل تقنية النانو". مجلة جامعة البعث، المجلد 39، العدد 18، 2017 ص 7

3.7. الخشب(Wood):

يتكون الخشب من هيدرات الكربون واللجنين في هيكله الذي يمكن تدميره بفعل عوامل مختلفة مثل الأشعة فوق البنفسجية والفطريات والحشرات والمواد الكيميائية مما يقلل متانة الهيكل الخشبي حيث تم إضافة مواد نانوية لتحسين أداء الخشب أهمها:

أ. اكسيد الألومنيوم النانوي: يزيد من صلابة الخشب ومقاومته للتآكل والخدش.

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

ت. نانو السليكا تعمل على زيادة صلابة الخشب ومنع تسرب الماء وعدم نفاذية البخار. تؤثر الإضافات كثيرا في تحسين الأداء الهيكلي للخشب ومقاومته وزيادة عمره الزمني واستدامته بالإضافة الى سهولة تشكيل الخشب بالمقاطع والأشكال مطلوبة للتصميم.

- يستخدم كمادة الثانية في التصاميم العضوية المرنة ذات التشكيل الحر والمظلات
- يؤثر الخشب على أداء المدني في الحصول على فراغات داخلية ذات بيئة مريحة والقليل من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون وتقليل التكلفة الاقتصادية. (مثل مظلة متروبول الشمسية الملونة في اسبانيا – 2011 –)

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

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

4.7. الخرسانة الشفافة(Transparent Concrete) :

وتعرف أيضاً بالخرسانة الباعثة للضوء وهي مادة بناء جديدة مصنوعة من دمج الألياف البصرية مع الخرسانة والهدف الرئيسي منها هو استخدام ضوء الشمس كمصدر للضوء للحد من استهلاك الطاقة للإنارة.

- تستخدم في العمارة سواء لأغراض إنشائية أو جمالية في الفراغ الداخلي أو الخارجي.
- الشفافية النسبية للخرسانة الشفافة تعطي ضوء أكثر وانطباعاً عاماً بأن سمك ووزن الخرسانة سوف يختفي بالإضافة الى تحقيق واجهات شفافة حيوية وديناميكية متغيرة بالنسبة للزمن على طول النهار

وشـــكل الواجهات الخارجية في الليل تصـــبح امتدادا للفراغ الداخلي والعكس صـــحيح كما أن دمج الخرسانة الشفافة مع أضواء ال LED تعطي إمكانيات واسعة للتصميم المعماري الخارجي والداخلي وأيضاً استخدامها كوسيلة إعلامية بخلق واجهات شفافة حيوية وديناميكية متغيرة بالنسبة للزمن وفراغ داخلي حيوي مضاء من الخارج

- تعمل الخرســـانة الشـــفافة على تقليل اســـتهلاك الطاقة للإنارة. (مثل معهد أبحاث النســـيج في المانيا2012)

➢ استخدمت فيه الخرسانة الشفافة، بشكل جزئي في المبنى وذلك في الواجهة الرئيسية فقط، مما عمل على تغير الشكل الخارجي لها قبل غروب الشمس بساعة حيث يبدأ ظهور تأثير الخرسانة الشفافة وفي ساعات الليل يتم تشكيل واجهات جديدة تتمتع بالحيوية كل فترة، وعلى مدار الليل الى شروق الشمس وذلك بفضل مصابيح RGB الباعثة لضوء متعدد الألوان والقادرة على تبديل لونها.

التأثير على الشكل: إنتاج تصاميم شفافة حيوية وديناميكية متغيرة بالنسبة للزمن على طول النهار وعند دمج الخرسانة الشفافة بمصابيح LED تصبح الواجهات وسائل إعلامية ديناميكية متغيرة،

التأثير على أداء المبني: توفير أكبر قدر من الإضاءة الطبيعية.

8. أثر تطبيقات تقنية النانو في مواد الاكساء

أحدثت تقنية النانو تغيراً كبيرا في عالم الهندســـة المعمارية بدءاً من المراحل الابتدائية في التفكير الى وضـــع اللمســـات النهائية لمواد الإكســـاء خاصـــة في الاختيار الصـــحيح للمواد التي لا تنعكس فقط على التصـــميم بل أنها تؤثر بشـــكل كبير على منهجية التفكير المعماري وفقاً للعروض الجديدة والكثيرة التي توفرها تقنية النانو في مجال مواد الإكساء.

1.8. الزجاج: (Glass)

الزجاج من أهم مواد البناء الذي يعطي المباني شكلا أكثر شفافية من خلال مساحات الزجاج المستخدمة والتحكم بشـفافيتها. حيث تعمل المواد النانوية المضـافة الى الزجاج على تغيير خصـائصـها وتطبيقاتها وهي:

أ. يعمل أكسـيد الزنك مع ثاني أكسـيد التيتانيوم والنيتروجين المطعمة بنائي أكسـيد التيتانيوم على طرد المياه وتجعل الزجاج مضادا لانعكاس الأشعة الشمسية.

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

ت. تعمل الإضافات من NiO-V2O5-based based على تغيير اللون بالأمواج الكهربائية.

ث. يعمل ثاني أكسيد التيتانيوم النانوي على التنظيف الذاتي الضوئي.

هذه الإضافات أنتجت أنواعا مختلفة من الزجاج وهي:

1.1.8.الزجاج ذاتي التنظيف:(Self-Cleaning Glass)

هو زجاج معالج ضـد التصـاق الأوسـاخ به ويحتوي على طبقة رقيقة من ثاني أكسـيد التيتانيوم النانوي بسماكة 15 ميكرون حيث يتم ازالة الأوساخ عن طريق عملية التحفيز الضوئي أو عن طريق المياه مما يوفر الجهد والوقت والمال في عملية التنظيف.

2.1.8.زجاج الحماية من الشمس Solar Protection: Glass

حيث أتاحت الحلول المبتكرة لتقنيات النانو وسـيلة جديدة لدمج وتكامل الزجاج مع المبنى من خلال طريقتين هما:

- الطريقة الكتركرومية Electchromatic :

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

- الطريقة الفوتوكرومية :Photocromatic :

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

3.1.8.زجاج الحماية من الأشعة فوق البنفسجية (UV Protection Glass) :

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

4.1.8.زجاج متعدد الوظائف Multifunctional:

يستند إلى أنسجة النانو السطحية التي تنتج مجموعة واسعة من الميزات المخروطية معاً مثل زجاج يتمتع بالتنظيف الذاتي ويقاوم الضباب ومضاد للانعكاس، ويمكن استخدامها في جزء من المبنى او كغلاف سائر للمبنى مع تحقيق أكبر قدر من الاستدامة للتصميم.

- يؤثر الزجاج ذو الوظائف المتعددة على الهندسة المعمارية من خلال الشكل والأداء :

- **الشكل المعماري:**

1. واجهات معمارية ذات شفافية عالية ولا تعكس وظيفة المبنى والفراغات الداخلية.
2. واجهات شفافة ذات تناسق وترابط ضمن أسلوب واحد وايقاع موحد متناغم ومتلاحم بالإضافة الى البساطة والوضوح في تصميم الشكل الخارجي.
3. إعطاء الشكل الخارجي ديناميكية متغيرة تلقائياً أو يدوياً.

4. الحفاظ على الارتباط البصري ودمج الخارج مع الداخل في قطعة موسيقية واحدة.

- **أداء المبنى:**

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

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

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

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

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

ويؤثر الزجاج على شكل المبنى فيعطي شكلاً أكثر ديناميكية واندماجاً الطبيعة حيث يتغير لونه وفق أشعة الشمس فيعطي لوناً أبيض في الشتاء وشفافية مختلفة في الصيف.

ويحقق وظيفياً: زيادة المساحة عن طريق التقليل من سماكة الجدران، وعدم التقيد بالاتجاهات في عملية التصميمة.

5.1.8.الخرسانة المسلحة بالألياف الزجاجية(Concrete Fiber Carbon):

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

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

- وتفضـل في التصـاميم العضـوية والبارامترية ذات الواجهات المرنة بتشـكيلات انسـيابية حرة وذلك بسبب سهولة التصنيع والقولبة لإنتاج الأشكال والتفاصيل الدقيقة سواء المنتظمة أو المعقدة. (مثال مركز حيدر علييف في اذربيجان – 2013)

➢ يعتبر مركز حيدر علييف في أذربيجان –2013م أحد الأبنية التي اســـتخدمت فيها الخرســـانة المســـلحة بالألياف الزجاجية المرتكزة على الهيكل الفولاذي، حيث أعطت مرونة تشـــكيل ألواح الخرسـانة المسـلحة بالألياف الزجاجية للشـكل المعماري انسـيابية عالية، واسـتطاعت الوصـول الى الفكرة التعبيرية المسـتمدة من شـكل موجة البحر. كما أعطت اتسـاعاً كبيراً في المسـاحات الداخلية وساعد على ذلك لون الخرسانة الأبيض، وعملت أيضاً في الحفاظ على بيئة داخلية مريحة بسبب عكسها للحرارة.

التأثير على الشـكل: إعطاء تصـاميم عضـوية مرنة بتشـكيلات انسـيابية معقدة حرة التشـكيل أو منتظمة، بالإضافة الى إعطاء ديناميكية ساكنة للواجهات والتناسق والتناغم للشكل.

التأثير على أداء المبنى: تؤمن بيئة داخلية مريحة وتقليل التكلفة الاقتصـــادية لســـهولة التنظيف وســـهولة القولبة والتصنيع.

6.1.8.مادة (ETFE) Ethylene tetrafluoroethylene :

يسـميها الكيميائيون فلورو البوليمر، وهي وسـادة شـفافة مضـغوطة بالهواء، ويمكن أن تكون من طبقة واحدة أو طبقتين أو ثلاث طبقات، تشكل غلاف المبنى وتحاط بإطار من المعادن، تتمتع بعدد خصائص هي:

أ. توفر العزل الحراري العالي والحماية من الأشـعة فوق البنفسـجية وتتميز بالتنظيف الذاتي وغير قابل للاحتراق.

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

- تسـتخدم كغلاف خارجي لكامل المبنى وذلك لرفع أداء المبنى وإعطائه جمالية اضـافية كما تسـتخدم كتغطية للمظلات. وتعطى شفافية قائمة للمبني بتشكيلات مختلفة فهي غير شفافة في النهار وشفافة في الليل بالإضافة الى ديناميكية من خلال دمج أضواء LED معها فتصبح الواجهات وسائل إعلامية ديناميكية متغيرة بالنســـبة للمعطيات المدخلة وتعمل على خلق مســـاحات داخلية كبيرة خالية من العناصـــر الهيكلية ومنارة بشـــكل جيد بالإضـــافة الى بيئة داخلية مريحة، وإلى تقليل من التكاليف التشغيلية

➢ ومن الأمثلة الهامة على تطبيق هذه المادة مشـــروع عدن Eden Project في إنكلترا _2001م، حي ثيعد المشـروع من أهم الأمثلة المعاصـرة على محاكاة البيئات الطبيعية لنمو النباتات. المبنى مكون بالكامل من غلاف ETFE الذي يتألف من مئات الوســائد المحمولة بإطار من الفولاذ التي تأخذ أشكالاً سداسية وخماسية مكونة بطانة حرارية للمشروع.

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

7.1.8. بلاط السيراميك :(Ceramic Tiles)

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

أثر بلاط السيراميك على الشكل حيث:

- أعطاه إمكانيات جمالية عالية للاستخدام بشكل لمعقدة ا مفرط في الواجهات وبألوان وتشكيلات مختلفة جذابة انسيابية معقدة أو منتظمة أو غير منتظمة.
- وأعطاه ديناميكية غير ساكنة للواجهات حسب زاوية النظر وسقوط أشعة الشمس.
- وأعطاه إحساسا بالوحدة والتناسق والتناغم.
- تحويل الواجهات الى قشرة خارجية لا يوجد فرق فيها بين الجدران والسقف بسبب طريقة الإنشاء

➢ ومن الأمثلة على استخدام هذا السيراميك جناح آنكه معرض إكسبو العالمي في ايطاليا _2015م، حيث تم تغطية المبنى بشكل كلي ماعدا مدخل المبنى بغلاف من السيراميك الأرجواني المزجج 60 بشكل متلاحق، مما خلق واحدة من أكثر العناصر ابتكاراً ومذهلة للجناح بتحويل المبنى الى قطعة فنية ذات قشرة خارجية مفعمة بالحياة والحيوية. وتم استخدام طلاء الزجاج المعدني النانوي على السيراميك لإعطاء تأثير قزحي للألوان لجعل الكتلة تبدو أكثر ديناميكية ونابضة بالحياة.

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

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

التأثير على أداء المبنى: تؤمن بيئة داخلية مريحة.

9. انظمة دهانات النانو:

حيث تعمل أنظمة دهانات النانو على الحد من تراكم والتصاق الغبار والملوثات على الأسطح الخارجية للمباني، وكذلك العمل كمواد مضادة للرطوبة والحرارة والتأكسد والتشقق والأشعة فوق البنفسجية، والتغير المستمر في درجات الألوان والتقليل من نسبة الترسبات أو التكلسات، وبالتالي يتكيف المبنى مع الظروف المناخية المتغيرة الأمر الذي يطيل عمر المباني.

10. مواد العزل بتقنية النانو:

مواد بتكنولوجيا النانو ذات عزل مائي وحراري كاملين، مثل:

- مادة «SurfaPore»، وهي مادة عزل مائي كامل لجميع مواد البناء مثل الخرسانة والسيراميك.
- مادة «SurfaPore ThermoDry»، وهي مادة عزل حراري ومائي تقوم بخفض درجة حرارة الجدران، دون التأثير على لون الدهانات أو شـــكلها الظاهري، والحماية من مياه الأمطار وتسربات المياه.

11. العمارة المستدامة في ظل النانو تكنولوجي:

بدأ العالم بربط عمارة النانو بالاســتدامة في جميع التصــاميم والمشــاريع لأهمية تحقيق مبادئ الاســتدامة للبشـــرية والكون. إن تقنية النانو تفتح عالما جديداً من المواد المتقدمة أكثر كفاءة وقادرة على تطوير نفسـها وفقا لما يطلبه المصـمم مما أعطى إمكانيات جديدة في مجال البناء المسـتدام، فتعمل على زيادة كفاءة أداء المبنى وتحسن من البيئة الداخلية والخارجية للمبنى وتوفر استهلاك الطاقة وأيضاً ازالة التلوث من البيئة الطبيعية

12. العمارة الذكية في ظل النانو تكنولوجي:

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

- ويكون الاندماج بين تقنية النانو والعمارة المســـتدامة وأيضـــا بين تقنية النانو والعمارة الذكية من خلال ما يلي

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

خلاصة:

تكنولوجيا النانو ليست بالعلم الحديث ولا تكنولوجيا حديثة، فهي الاتساع الذي وصلته العلوم والتقنيات بعد تطويرها لسنوات عديدة اذ تأخذ هذه التكنولوجيا مواد البناء الداخلية الي مستويات جديدة من حيث الأداء في مجالات الطاقة والضوء ونجد ان مواد النانو حققت عدة نجاحات في المجال الجمالي والوظيفي والاقتصادي والبيئي وبالتالي نجاح مبهر في مجال الاستدامة بصفة عامة، واستخدام تكنولوجيا النانو في مجال العمارة يمكن من الجمع بين الذكاء والاستدامة في المباني والانشاءات باختلافها، حيث ان بعض جوانب التكنولوجيا الذكية توفر أفكار وتكنولوجيات تحقق نتائج مستدامة، وتتخلص من أي قيود في الفكر المعماري ،ولازالت التطبيقات تتوالى في مجال النانو تكنولوجي بوفرة، فنحن على ضفاف بحر واسع من العلم المخزن وغير المكتشف بعد، وان كل اكتشاف جديد يوميا في هذا المجال يفتح أمامنا العديد من الآفاق والدروب من أجل استخدامات واختراعات وتحسينات النهائية للمواد والصناعات في مختلف المجالات.

الفصل الثاني

الدراسة التحليلية لمدينة أم البواقي

1. مقدمة الفصل:

تعتبر مدينة أم البواقي من أهم مدن ولاية أم البواقي ككل لما لها من أهمية في مجالها الجغرافي عامة والحضري خاصة، لذا وجب تسليط الضوء عليها بالتعريف بها ودراسة مراحل نشأتها وتطورها، كما أن دراسة الخصائص الطبيعية لهذه المدينة يساعد في تحديد أهمية مجالها وإبراز اهم مميزاتها وإمكاناتها، أيضا التعرف على العراقيل التي تسوؤها، اما الدراسة التحليلية العمرانية تسمح بتحديد اهم العوامل المؤثرة في تكوين نسيجها الحضري واهم العوامل لمقومات التهيئة المستقبلية.

الدراسة التحليلية لمدينة أم البواقي:

تمهيد:

يتسع نطاق تعريف المدينة ليشمل العديد من الأشياء المتباينة، وتتلخص بأنها مركز يحوي مجموعة من التفاعلات الاقتصادية والاجتماعية والبيئية في مجال حضري محكم التنظيم طبيعيا وبشريا في آن، وان الدراسة التحليلية للمدينة تساهم في معرفة خصائص المدينة والعوامل المتحكمة في تطورها وتحول مجالها الحضري وعليه سنتطرق في هذا المحور الى عرض الدراسة التحليلية لمدينة ام البواقي.

1. تقديم المدينة:

مدينة أم البواقي هي مقر البلدية والدائرة وكذا الولاية وتتربع على مساحة قدرها 432 كلم²، قدر عدد سكانها سنة 2010 بحوالي 84631 نسمة، تقع على ارتفاع 880 م على مستوى سطح البحر، يحدها كل من[47]:

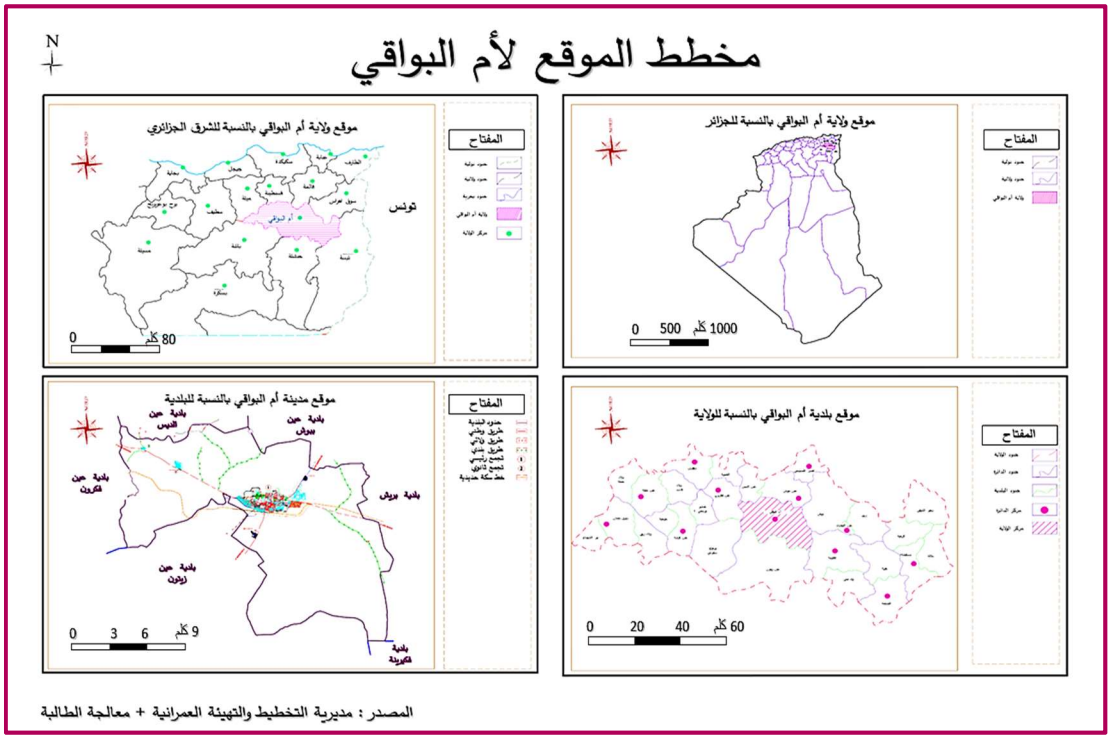
- غربا سيدي ارغيس وتوزلين على محور RN10.
- شرقا خشبة من الشرق على طول RN32.
- جنوبا قربة عباس لغرور على محورRN32 .
- شمالا جبل سيدي ارغيس.

تتموضع مدينة أم البواقي في شمال البلدية عند قدم جبل سيدي ارغيس الذي يبلغ ارتفاعه 1635 م وعند التقاطع المحوري للطريقين: الطريق الوطني رقم "10 " الذي يربط بين الشرق والغرب مدينتي تبسة وقسنطينة على التوالي، والطريق الوطني رقم "32" الرابط بين خنشلة جنوبا وسوق اهراس شمالا، وقد جعل هذين المحورين من المدينة منطقة عبور وهمزة وصل لمختلف المناطق المحيطة بها.[48]

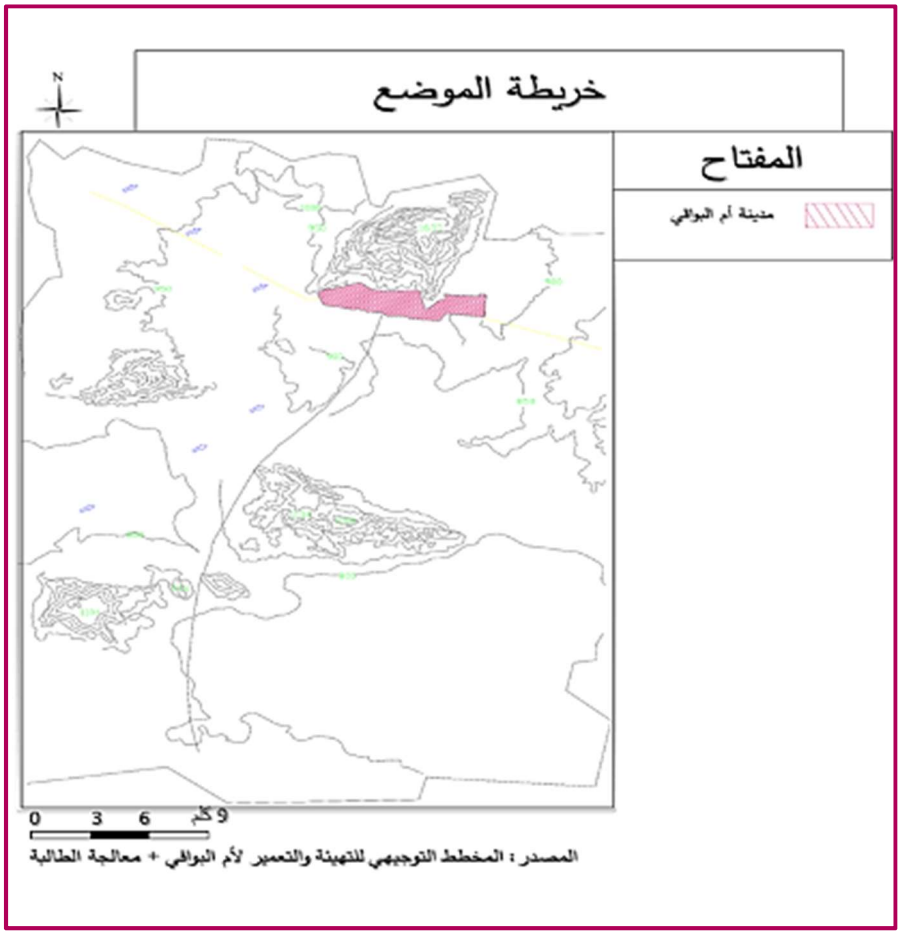
[47] المخطط التوجيهي للتهيئة والتعمير لبلدية ام البواقي 2016.

[48] مديرية البناء والتعمير لولاية أم البواقي.

المخطط رقم 01: مخطط الموقع لمدينة أم البواقي.



الخريطة رقم 01: خريطة الموضع لمدينة أم البواقي.



2. الدراسة الطبيعية:

1.2. الجيوتقنية[49]:

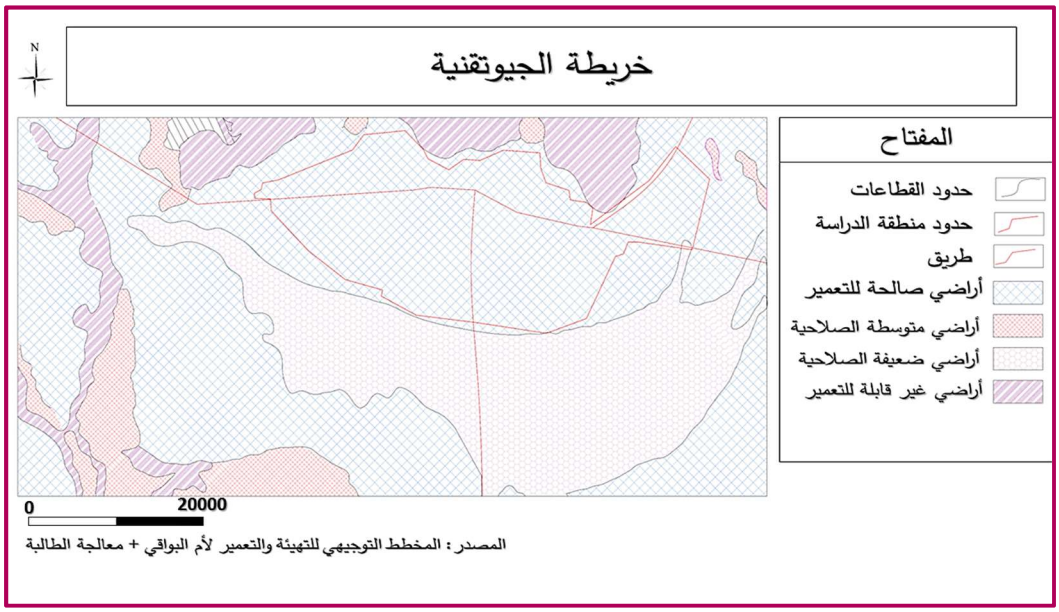
المناطق الصالحة للبناء: تتوزع في الشرق والجنوب، تتراوح انحداراتها بين (0-4%) صخورها مكونة من تناوب طين، طمي، حجارة، حصا، كتل صخرية وهي أراضي قابلة لتحمل مختلف البنايات.

المناطق المتوسطة الصالحة للبناء: توجد في الجهة الغربية انحداراتها تتراوح ما بين (4-12%) صخورها مشكلة من الكلس الكريتاسي والكلس البحري وهي أراضي تتحمل البنايات الا أنها تتطلب تكاليف وتفرض عدة طرق للتدخل منها تسوية السطح لتسهيل عملية صرف المياه خاصة مياه الأمطار.

مناطق ضعيفة الصالحية للبناء: تنتشر هذه المساحات في الجهة الجنوبية ومحيطة بالأراضي الصالحة للتعمير وهي مشكلة من تكوينات الزمن الرابع طمي، طين على أراضي تقريبا منبسطة مما يتطلب التدخل بعمليات تهيئة كالصرف للمياه المستعملة ومياه الأمطار لأن المنطقة معرضة للتعمير.

المناطق غير الصالحة للبناء: متواجدة شمالا والمتمثلة في جبل سيدي ارغيس والمساحات الممتدة على شكل طولي في الجهة الغربية وتتميز هذه المناطق بانحدار ضعيف جدا في الغرب وانحدار قوي في الشمال مكونة من الكلس البحري يمكن استغلال هذه المناطق لأغراض مختلفة باستعمال الحصى عن طريق الحاجز.

الخريطة رقم 02: خريطة جيوتقنية مدينة أم البواقي.



[49] مديرية البناء و التعمير لولاية أم البواقي.

2.2. المناخ:

يعتبر المناخ السائد في المدينة مناخ قاري قاسي يتميز بفوارق حرارية كبيرة اذ ان الشتاء بارد وبه صقيع متكرر والصيف حار وجاف، وتتغير درجات الحرارة في المدينة بين 2 الى 40 درجة خلال السنة[50].

3.2. التساقط:

يبلغ معدل التساقط السنوي بين 200 الى 400 مم، اما الأيام الممطرة ليست كثيرة (30 إلى 60 يوم / سنة) ونتيجة لذلك تكون شدة هطول الأمطار عالية (الأمطار من النوع العاصف أو السيول) وتسبب أحيانًا أضرارًا كبيرة، بينما تتراوح درجة الحرارة ما بين 20 الى 40 درجة من أفريل الى سبتمبر وبين 2 الى 25 درجة من أكتوبر الى مارس، اما عدد أيام الصقيع 44 يومًا في السنة، ويتميز الشتاء والربيع بالصقيع الأبيض[51].

4.2. الرياح:

- شتاءا: رياح باردة ومتغيرة السرعة، من الاتجاه شمالي وشمالي غربي.
- صيفا: رياح سيروكو حارة وجافة ومتغيرة السرعة، من الاتجاه الجنوبي.[52]

3. الدراسة العمرانية والسكنية للمدينة:

1.3. مراحل التطور العمراني :

مرت مدينة أم البواقي بمرحلتين مهمتين على اساسهما تم تصنيف فترات التطور العمراني، وقد تميزت كل فترة بأساليب وتقنيات بناء خاصة بها وهذا راجع الى الظروف الاقتصادية والسياسية والثقافية للفترة والتي تركت اثرا واضحا في البناء، وهذا ما يجعل دراسة مراحل التطور العمراني لمدينة أم البواقي خطوة هامة لمعرفة أثر هذا التوسع على البيئة بمختلف مجالاتها وعليه نجد[53]:

---

[50] مديرية الأرصاد الجوية أم البواقي.

[51] منوغرافيا الولاية لسنة 2017، مديرية البرمجة ومتابعة الميزانية.

[52] مديرية الأرصاد الجوية أم البواقي.

[53] المخطط التوجيهي للتهيئة والتعمير لبلدية أم البواقي 2016 +مديرية البرمجة لولاية أم البواقي + الديوان الوطني للإحصاء ONS + معالجة الطالبة

المرحلة الأولى: ما قبل الترقية الإدارية:

الفترة الأولى: بداية 1902 الى 1920

احتلت مدينة أم البواقي موقعا هاما وذلك بسبب محور طريقها الهام جهويا والذي يربط مختلف ولايات الوطن وهو الطريق الوطني رقم 10 وبمحاذاة جبل سيدي ارغيس وفي هذه المرحلة تم الانتهاء من بناء المركز الاستعماري مزود بالمرافق التالية: مدرستين ابتدائيتين، سوق، كنيستين، محطة للسكة الحديدية ومنشأ إداري حيث تربعت المدينة في هذه المرحلة على مساحة تقدر ب 34 هكتار وعدد سكانها 650 نسمة والمواد المستخدمة لبناء المساكن في هذه الفترة هي الحجارة للجدران والقرميد للتسقيف.

- مواد البناء المستخدمة في هذه الفترة جد تقليدية **وصديقة للبيئة**، فيمكن ايجادها في الطبيعة دون عناء ويمكن **إعادة تدويرها** لاحقا لعدم فقدها لخواصها الطبيعية.

الفترة الثانية: 1921 الى 1953:

في هذه الفترة كان اتجاه التوسع العمراني من الناحية الشرقية وذلك بظهور تجمع سكاني للمساكن القصديرية الفوضوية وكان يسمى بالدشرة الشرقية وفي نفس الفترة ظهرت الدشرة الجنوبية التي كان موقعها جنوب المركز العسكري، بسبب نزوح الأهالي من المناطق المجاورة أين ارتفع عدد السكان في هذه الفترة إلى 2381 نسمة حسب التعداد العام لسنة 1954 اما مواد البناء التي ميزت هذه الفترة فتنوعت بين مواد المساكن التقليدية المتمثلة في الطين والحجارة والقرميد ومواد المساكن القصديرية المتمثلة في الطوب والخشب والقصدير.

- اعتمد في هذه الفترة استخدام الخشب والقصدير بكثرة، وهذا كان بداية لبعض التغيرات التي لم تكن في صالح البيئة، فاستخدام الخشب أدى إلى **استنزاف مورد طبيعي هام** وهي الأشجار المحلية اما القصدير فكان تلفه يعني الرمي المباشر، فلا يكون صالحا للاستعمال بعد ذلك **ولا قابلا لإعادة التدوير** نظرا للوسائل التقليدية قي المنطقة فيبقى متنقلا من مكان لآخر كنفايات هامدة لا حل لها.

الفترة الثالثة: 1954 إلى 1973:

عرفت مدينة أم البواقي في هذه الفترة تطور على طول الطريق الوطني رقم 10 بصفة عشوائية متجاهلة القوانين والشروط المعمول بها لتنظيم البناء والتحكم فيه، وهذا بسبب النزوح الريفي القوي الذي اشتد خلال الحرب التحريرية وتواصل بعد الاستقلال حيث وصل عدد السكان حسب تعداد 1966 إلى 8989 نسمة أي بمعدل نمو بلغ 11,71% وأصبحت المساحة المبنية خلال هذه الفترة تقدر ب 79 هكتار وتنوعت

المواد البناء المستخدمة تلك الفترة بين القصدير والطوب للمساكن القصديرية والطوب والاسمنت للمساكن المستحدثة تلك الفترة.

- التوجه لاستخدام الاسمنت جعل البيئة **تحت وضع محرج** بين المشاكل المذكورة سابقا **وملوثات مصانع الاسمنت** المستحدثة في تلك الفترة.

المرحلة الثانية: ما بعد الترقية الإدارية:

الفترة الأولى: 1974 الى 1989:

عرفت الجزائر في هذه الفترة تقسيم إداري جديد حيث تم على اثره ترقية مدينة أم البواقي الى مقر ولاية وتطور التوسع العمراني تدريجيا نحو الشرق تبعا للنواة الاستعمارية و على طول الطريق الوطني رقم 10 كما تزامنت هذه الفترة مع تطبيق عدة برامج ومخططات استثمارية فزادت نسبة استفادة مدينة أم البواقي من الاستثمارات الموجهة نحو كافة المجال الحضري بنسبة كبيرة، والجدير بالذكر هو ظهور أحياء جديدة كليا بالإضافة الى انشاء منطقة شرق المدينة موجهة للنشاط الصناعي بالإضافة المركز الجامعي الذي يغطي مساحة 32 هكتار و بلغت مساحة أم البواقي في هذه الفترة ب 217 هكتار و عدد سكانها 34257 نسمة اما مواد البناء التي عرفت انتشارا في تلك الفترة هي الطوب، الاسمنت، الحديد بالإضافة لاستخدام الخشب في بعض الأحيان.

- انتشار استخدام الحديد كدعامات في الابنية حد من **استنزاف الاخشاب** ولكن بقي مشكل النفايات الهامدة مطروحا خاصة بالنسبة **للإسمنت والطوب**.

الفترة الثانية: 1990 الى 2008:

بقي التوسع العمراني وامتداد النسيج العمراني دائما في اتجاه الطريق الوطني رقم 10 من الشرق إلى الغرب و الزيادة الملحوظة و التوسع نحو الجنوب بنمط السكنات الفردية و كذلك الجماعية و مختلف المنشآت وعرفت هذه الفترة تجديد ومد شبكة الطرق وانشاء سكنات جديدة وإنجاز مراكز متنوعة وتدعيم التجهيزات التعليمية والرياضية والصحية وارتفع التعداد السكاني للمدينة ليصل الى 54728 نسمة، وعرفت مواد البناء تنوعا وتطورا فإضافة الى استخدام المواد المذكورة سابقا، انتشر استخدام الآجر والزجاج والفولاذ ومواد بلاستيكية ومعدنية أخرى غيرها.

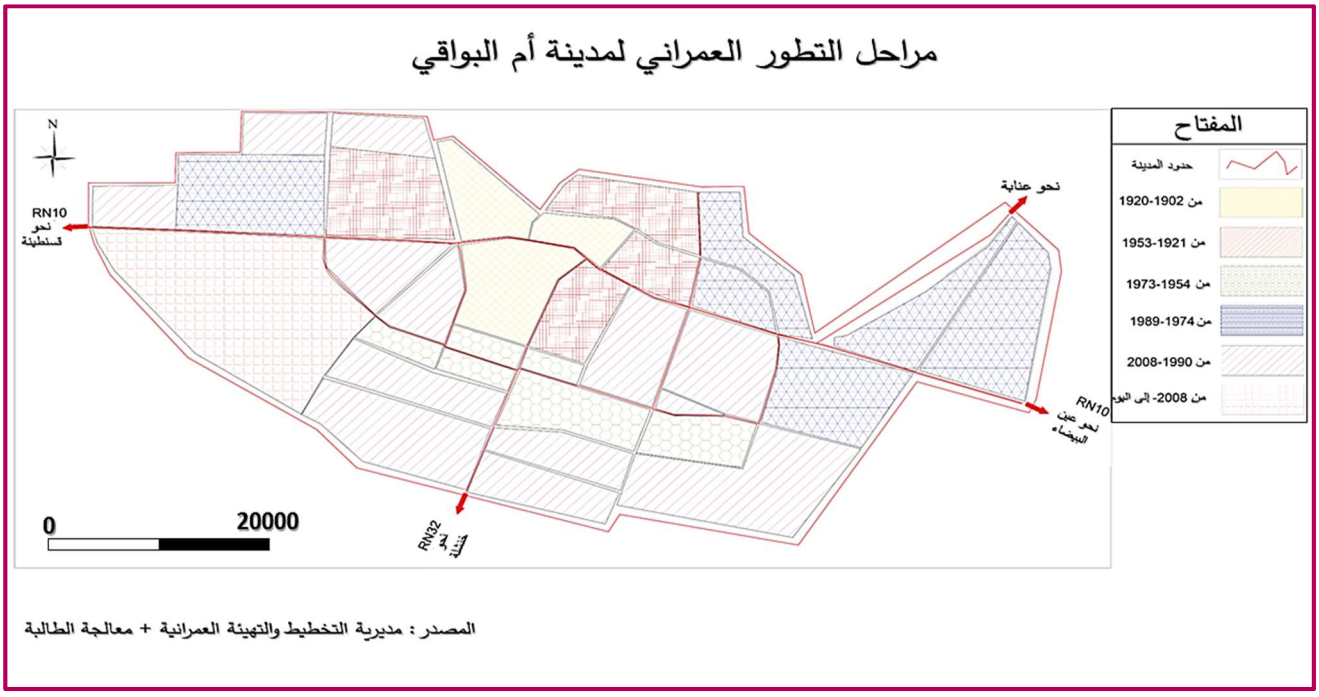
- انتشر في هذه الفترة **المواد القابلة للتدوير** بشكل عام، لكن كان الأمر يتطلب سيولة جيدة ووضع البلاد حال دون ذلك وما جعل المشكلة أكثر سوءا **غياب التسيير الجيد للنفايات** واللجوء الى **الحرق** غالبا **ودون معالجة** زاد الطين بلة.

الفترة الأخيرة: 2008 الى اليوم:

تم في هذه الفترة إنشـــاء هياكل قاعدية ومدارس ومعاهد التكوين، وتميزت بتحويل الادارات إلى المنطقة الجنوبية وأيضـا أخذت المدينة بالتوسـع نحو الأطراف الشـرقية الجنوبية والغربية للمدينة وتربعت المدينة على مسـاحة قدرها 432.31 كلم^2 بتعداد سـكاني وصـل الى 688413 نسـمة اما مواد البناء فتم تطوير المواد المستخدمة سابقا واستحداث مواد وتقنيات جديدة، فتنوع أصناف الاسمنت والطوب والزجاج والخشب وبلاطات الارضيات والجدران والمعادن والبلاستيك المقوى وغيرها الكثير.

- تحســن وضــع البلاد في هذه الفترة حل مشــكلة **إعادة التدوير** لبعض المواد، وفي ذات الوقت انتشار المصانع وتقنيات البناء المعتمدة على الآلات بشكل أساسي جعل **التلوث** بأنواعه واقعا لا مفر منه في المدينة.

المخطط رقم 02: مراحل التطور العمراني لمدينة أم البواقي.



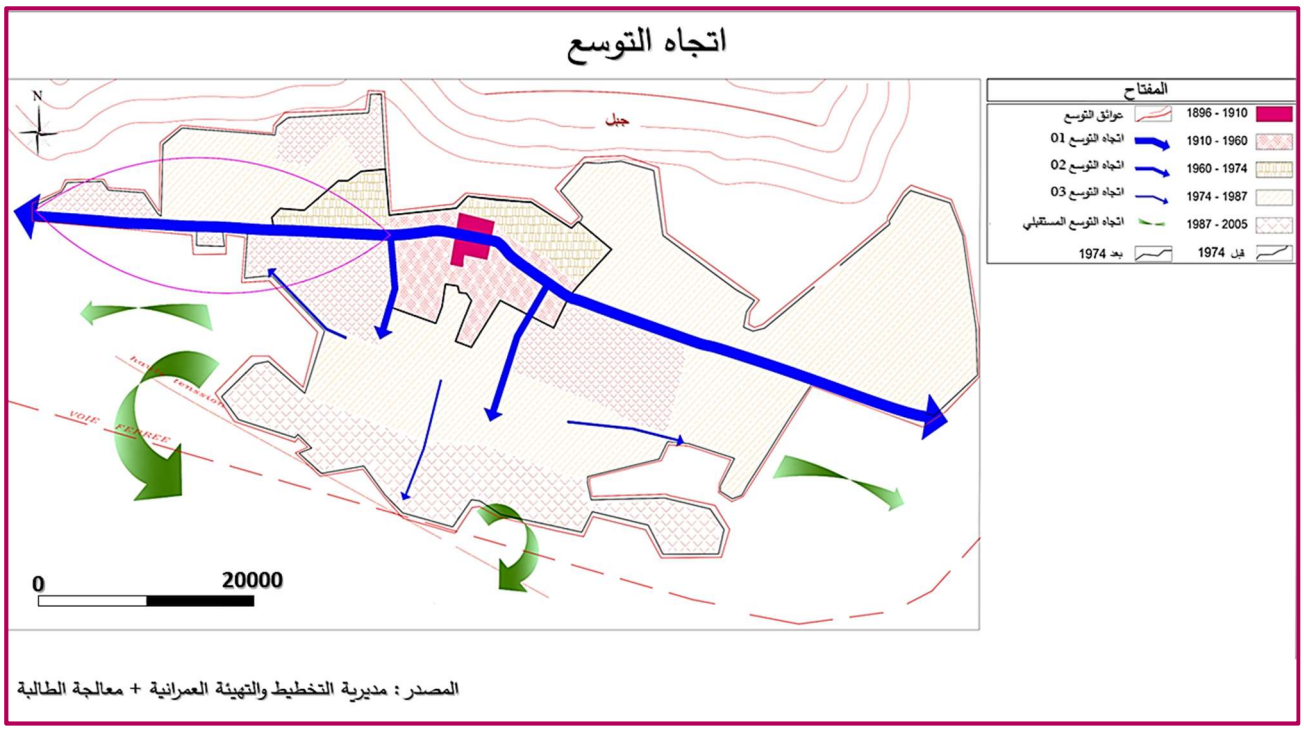
المصدر : مديرية التخطيط والتهيئة العمرانية + معالجة الطالبة

2.3. اتجاه التوسع العمراني:

- قبل عام 1974، كان النمو العمراني خطي تبعا للمركز الاستعماري وعلى طول RN10.
- بعد الترقية كانت هناك زيادة كبيرة في معدل التحضــر، وبســبب المعيق الطبيعي المتمثل في جبل سـيدي ارغيس الواقع شـمالا، توسـعت المدينة باتجاه الجنوب، لكن في هذا الامتداد وجب الاخذ بعين الاعتبار المسافات التنظيمية على جانبي خط الجهد العالي ويتم احترام السكك الحديد.

- ونظرا لوجود إرتفاقات (خط الجهد العالي، خط السكة الحديد) جنوبا، تحول اتجاه النمو الآن شرقًا وغربًا في الغالب.

المخطط رقم 03: اتجاه توسع مدينة أم البواقي.



3.3. القطاعات العمرانية في المدينة:

1.3.3. معايير تقسيم القطاعات العمرانية:

تم تقسيم مدينة أم البواقي إداريا إلى 26 مخطط شغل أراضي، 6 منها غير معمرة بعد بالإضافة الى منطقتين صناعيتين، وكي تكون الدراسة أكثر دقة وارتباطا بموضوع الدراسة وأقرب إلى الواقع، وقصد تسهيل عملية التحليل والمقارنة والتقسيم ومعرفة وضعية مختلف القطاعات قمنا بتقسيم المدينة إلى 10 قطاعات عمرانية مبين في المخطط رقم.. اعتمادا على عدة مؤشرات ومعايير أهمها:

- مراحل التطور العمراني.
- محاور الطرق الرئيسية.
- مورفولوجيا البناء.
- الوظيفة التي تؤديها الأحياء (خدمية وسكنية).
- حدود القطاعات الإدارية.

2.3.3. القطاعات العمرانية:

أ. القطاع الأول:

يقع هذا القطاع في مركز المدينة وهو يمثل النواة الاســـتعمارية القديمة وهو أصـــغر قطاع، حيث تقدر مساحته بـــ: 34 هـــكتار أي بنسبة 2.13 % من إجمالي مساحة المدينة ويضم كل من مخططي شغل الأراضي مركز المدينة 1 و2.

- يتميز هذا القطاع بنمط البناء الفردي ذو الإنشاء القديم وامتداد شوارعه ونسيجه العمراني على شكل شطرنجي.
- **الأنماط السكنية:** يغلب بهذه القطاع النمط العادي بنسبة 66.2% من مجموع مساكن القطاع بنسبة 26.3% و4.3% للنمط التقليدي والفيلا على التوالي ونمط العمارة بـ 3.21%.
- **نوعية المساكن:** معظمها سكنات فردية تمثل نسبة 96.79% من مجموع سكنات القطاع وبنسبة 3.21% تمثلها السكنات الجماعية.
- **مادة البناء:** نميز نوعين من مواد البناء في هذا القطاع، النوع الأول الســـكنات المبنية بالطوب أما النوع الثاني السكنات المبنية بالحجر للجدران والقرميد للأسقف.

ب. القطاع الثاني:

يقع هذا القطاع في المحيط الجنوبي للقطاع الأول، يضـم كلا من مخطط شـغل الأراضـي K وF، تقدر مساحته بـ: 92 هكتار أي بنسبة 5.8 % من إجمالي مساحة المدينة.

- يتميز هذا القطاع بنمط البناء الفردي في غالبه مع بعض التجهيزات، يميز تنظيم شـــوارعه المخطط الحلقي.
- **الأنماط الســـكنية:** أغلبها ذات نمط عادي بنســـبة 58.31% من إجمالي المســـاكن وبنســـبة 24.37%و17.32% لنمطي العمارة والفيلا على التوالي أما النمط التقليدي فينعدم تماما.
- **نوعية المساكن:** يسيطر السكن الفردي بنسبة 75.63% من إجمالي المساكن، أما النسبة الباقية فهي من نصيب السكن الجماعي بـ 24.37%
- **مادة البناء:** أغلب المساكن مبنية بالطوب ثم تليها المساكن المبنية بالإسمنت.

ت. القطاع الثالث:

يقع هذا القطاع في شمال المدينة وشرق القطاع الأول، ويضم كل من مخطط شغل الأراضي Lو M وN تقدر مساحته بـ: 117 هكتار ما نسبته 7.34 % من إجمالي مساحتها.

- يجمع هذا القطاع نمط البناء الجماعي والفردي معا ويميز شوارعه المخطط الشطرنجي.
- **الأنماط السكنية:** أغلب سكناته نمط العمارة بنسبة 84.46% إجمالي مساكن القطاع ثم النمط العادي بنسبة 14.56% وأخيرا نمط الفيلا الحديث بنسبة 0.98% أي ما يعادل.
- **نوعية المساكن:** نميز سيطرة السكن الجماعي بنسبة 84.46% ثم يليه السكن الفردي بنسبة 15.54%.
- **مادة البناء:** أغلبية المساكن في هذا القطاع مبنية بالإسمنت ثم تليها المساكن المبنية بالطوب وأخيرا المبنية بالحجر.

ث. القطاع الرابع:

يقع هذا القطاع جنوب القطاع الثاني، ويضم كل من مخطط شغل الأراضي Hو I تقدر مساحته بـــ: 69 هكتار أي بنسبة 4.5 % من إجمالي مساحة المدينة.

- يجمع هذا القطاع بين الأنماط الثلاثة الفردي والنصف جماعي والجماعي ويميز شوارعه المخطط الحلقي.
- **الأنماط السكنية:** يغلب في هذا القطاع نمط العمارة بنسبة تقدر بـــ: 58.85 % أما النسبة الباقية والمقدرة بـ: 41.15 % فهي للنمط العادي.
- **نوعية المساكن:** أكثر من نصف مساكن القطاع تنتمي إلى النوع الجماعي بنسبة تقدر بـــ: 56.68 % ثم يليها السكن الفردي بنسبة 41.15 % وأخيرا السكن النصف الجماعي بـ: 3.17 %.
- **مادة البناء:** مساكن هذا القطاع مبنية بالإسمنت والطوب.

ج. القطاع الخامس:

يقع هذا القطاع جنوب شرق المدينة حيث يضم كلا من مخطط شغل الأراضي Dو Jو G تقدر مساحته بـ99.3 هكتار أي بنسبة 6.23% من إجمالي مساحة المدينة.

- تتميز شوارعه بالتنظيم وفق المخطط الشطرنجي اغلبه ذو نمط بناء فردي ويتخلله بعض الجماعي.
- **الأنماط السكنية:** يغلب هذا القطاع النمط العادي بنسبة 75.99 % من إجمالي مساكنه يليه نمط العمارة بنسبة 19.34 %، وفي الأخير نجد نمط الفيلا الحديثة بنسبة 4.66 %.
- **نوعية المساكن:** يتميز هذا القطاع بسيطرة السكن الفردي بنسبة تقدر بـــ: 80.66 %، أما النسبة المتبقية فيغطيها السكن الجماعي بنسبة 19.34 % من إجمالي مساكن القطاع.
- **مادة البناء:** أكثر من نصف مساكن القطاع مبنية بالطوب وهناك مساكن مبنية بالإسمنت ونسبة قليلة مبنية بالحجر.

ح. القطاع السادس:

يقع هذا القطاع في الجهة الشمالية الغربية للمدينة ويشمل مخطط شغل الأراضي E المنعزل عن باقي القطاعات الأخرى المتصلة ببعضها البعض، تقدر مساحته بـ 113.1 هكتار أي ما نسبته 7.09% من إجمالي مساحة المدينة.

- ذو نمط بناء فردي وجماعي يميز تنظيم شوارعه المخطط الحلقي.
- **الأنماط السكنية:** من خلال تحقيقنا الميداني وجدنا ما نسبته 47.35 % من إجمالي مساكن القطاع من نمط العمارة، ثم يليها النمط العادي بنسبة تقدر بـ: 45.93 %، وأخيرا نجد نمط الفيلا الحديثة الذي يستحوذ على نسبة قدرها 6.72 %.
- **نوعية المساكن:** يسجل هذا القطاع ما نسبة 52.65% من إجمالي مساكنه من النوع الفردي أي ما يعادل أما النسبة المتبقية فهي للسكن الجماعي الذي يقدر بنسبة 47.35% من مساكن القطاع.
- **مادة البناء:** مساكن هذا القطاع مبنية بمادة الإسمنت والطوب.

خ. القطاع السابع:

ينقسم هذا القطاع الى جزئين الأول يقع غرب المدينة ويضم كلا من مخطط شغل الأراضي A وB، والثاني يقع شرقها ويضم مخطط شغل الأراضي C، تقدر مساحته بـ 64.5 هكتار، نسبة 4.04% من اجمالي مساحة المدينة.

- يتميز هذا القطاع بالنمط الجماعي والفردي، وشوارعه ذات تنظيم حلقي.
- **الأنماط السكنية:** يحتل نمط العمارة الصدارة بنسبة 84.6% من اجمالي مساكن القطاع، أما النسبة الباقية فهي للنمط العادي 10.4% والفيلا 05%.
- **نوعية المساكن:** يسجل هذا القطاع نسبة 84.6% للسكن الجماعي، و15.4% للفردي.
- **مادة البناء:** تنوع هذا القطاع باستخدام مواد البناء الحديثة فإلى جانب الاسمنت والطوب التقليديين، نجد الالواح الاسمنتية النصف جاهزة.

د. القطاع الثامن:

يمثل هذا القطاع الحدود الشمالية الشرقية للمدينة والجنوبية، ويضم المنطقة الصناعية ومنطقة النشاطات يتربع على مساحة قدرها 143هكتار بنسبة 8.97% من إجمالي مساحة المدينة، وهو خالي من السكنات.

ذ. القطاع التاسع:

ينتشر هذا القطاع ليشمل مناطق مختلفة من المدينة، وهو يمثل جملة الأراضي القابلة للتعمير والمخطط لتعميرها مستقبلا، وتضم كلا من مخطط شغل الأراضي Oو P و Q و R و S و T و U و V .مساحته 174.1 هكتار بنسبة 1.66% من اجمالي مساحة المدينة.

المخطط رقم 04: تقسيم القطاعات العمرانية لمدينة أم البواقي.

المصدر : المخطط التوجيهي للتهيئة والتعمير +معالجة الطالبة

4.3. الدراسة السكنية:

1.4.3. أنواع المساكن[54]:

بالرغم من كون مدينة ام البواقي تحتوي على نسبة لا بأس بها من التجهيزات الإدارية والنشاطات التجارية المختلفة، إلا أن الوظيفة السكنية فرضت وجودها بقوة، اذ أن السكن هو الوظيفة الأساسية للمجال الحضري بشكل عام ويعتبر أهم الملامح الرئيسة في مورفولوجية المركز وتعاقب فترات مختلفة رغم اوقاتها المتقاربة قسمت مميزات الحضيرة السكنية حسب تعاقبها.

[54] المخطط التوجيهي للتهيئة والتعمير لبلدية ام البواقي 2016.

1.1.4.3. السكن الفردي:

أكثر الأنواع انتشـــارا في المدينة لكونه يخدم بشـــدة اســـلوب عيش وطبيعة الســكان، فتربع هذا النوع على نســبة قدرت ب 58.01% من اجمالي المســاحات المبنية في المدينة، ونميز ضمن هذا النوع ثلاثة أنماط[55]:

صورة 23: سكن فردي في مدينة ام البواقي.

المصدر: التقاط الطالبة.

أ. النمط التقليدي:

بقي هذا النمط يثبت وجوده في كل فترة مرت بها المدينة رغم بساطته وبساطة مواد بنائه ورغم ما طرأ من تغيرات عقب دخول المعمر، ويتركز هذا النمط بكثرة في المنطقة الشـــمالية ومركز المدينة وهي مســاكن الســكان الاصــليين في الفترة الاســتعمارية تكون مبنية بمواد تقليدية وتتميز بأســـقفها من القرميدية، وعدد الطوابق يتراوح بين R+1، RDC كمــا يميزهــا وجود فنــاء داخلي.

صورة 24: المساكن الاستعمارية والتقليدية لمدينة ام البواقي سنة 1963.

المصدر: منتدى حمده بن منصورة '' ينبوع المعرفة'' الطارف
https://boumansouraeducation.ahlamountada.com/

ب. النمط الأوروبي (نواة الاستعمار):

أنشـــأ المســـتعمر مركز المدينة وجعل هيئة إدارية عسكرية وبعض مساكن المعمرين مرجعه، وتميزت هذه المســـاكن بانفتاحها على الخارج، وانفرادها كفيلات، ويمكن تلخيصـــها بأنها مجموعة الســـكنات المحاذية للطريق الوطني رقم10 شـــمالا والمتواجدة في مركز المدينة.

ت. نمط السكنات المنتظمة:

وهي السكنات التي تم انشاؤها بدراسة من المصالح العمرانية المختصة وعلى ثلاثة مستويات، اما مواد البناء فاستخدم فيها كل من الخرسانة المسلحة وحجر الربط.

[55] مخطط التوجيهي للتهيئة والتعمير لمدينة أم البواقي.

ث. **الفيلا:**

وهي سكن فردي ذات تصاميم جذابة ومبهرة، يستخدم فيها مواد البناء المستحدثة كل حسب فترة بنائها غالبا ما تكون R+1وأكثر.

صورة 25: سكن نصف جماعي في مدينة ام البواقي.

المصدر: التقاط الطالبة.

2.1.4.3. السكن النصف جماعي:

مساكن بطابقين، لكل مسكن منها مدخل خاص يتواجد هذا النوع في المنطقة الجنوبية بنسبة ضعيفة قدرت ب 3.77% فقط.

3.1.4.3. السكن الجماعي:

ينتشر هذا النوع في العديد من المناطق المختلفة في المدينة وبنسبة 38.22% وبعدة طوابق تتراوح بين R+4 و R+5 اما مواد بنائها فهي تختلف من حين لآخر اختلافا نسبيا.

صورة 26: سكن جماعي في مدينة ام البواقي.

المصدر: التقاط الطالبة

جدول رقم 20: التوزيع العام للمساكن حسب النوع

نوع المسكن	النمط الفردي		النمط النصف جماعي		النمط الجماعي	
العدد الإجمالي للمساكن	العدد	النسبة %	العدد	النسبة %	العدد	النسبة %
12822	7438	58.01	484	3.77	4900	38.22

المصدر: منوغرافيا الولاية –أم البواقي– لسنة 2019.

2.4.3.الحالة الانشائية للمساكن:

بالاعتماد على الملاحظة والتحقيق الميداني يمكن تمييز ثلاث حالات لمســاكن المدينة نلخصــها في الجدول التالي[56]:

جدول رقم 21: حالة المساكن

الحالة	جيدة	متوسطة	رديئة
النسبة %	34.2	44.37	1.43

المصدر: المخطط التوجيهي للتهيئة والتعمير+ التحقيق الميداني.

اما معايير التصنيف المتبعة فهي كالآتي:

- مواد البناء المستعملة.
- تاريخ الانشاء.
- المظهر الخارجي.
- نمط ونوعية المسكن.
- ملاحظة الحالة الفيزيائية.

[56] المخطط التوجيهي للتهيئة والتعمير لبلدية أم البواقي 2016 +مديرية البرمجة لولاية أم البواقي + الديوان الوطني للإحصاء ONS + التحقيق الميداني.

3.4.3. مواد بناء المساكن:

جدول رقم 22: مواد البناء الأكثر شيوعا وقطاعات تواجدها في مدينة أم البواقي.

المادة	الأنواع						
الخرسانة	الخرسانة الانشائية العادية	الخرسانة الخفيفة	خرسانة خالية من الخامات المعدنية	الخرسانة الغازية	الخرسانة البوليميرية	الاسمنت المقوى بالزجاج والفايبر	الخرسانة المرشوشة
القطاع	كل القطاعات	8+7+4	كل القطاعات	7	6+5	7+6	8
الفولاذ	الحبل الفولاذي المسبق الاجهاد	فولاذ قليل الشوائب عالي المقاومة	فولاذ انشائي كربوني	الفولاذ المشكل على البارد	الفولاذ المصبوب		
القطاع	3+2	6	7+4	8+7	8+6		
الخشب	الخشب اللين	الخشب القاسي	الخشب الصفائحي	الخشب الرقائقي	الخشب المضغوط		
القطاع	كل القطاعات	8+7+6	7+5	7	6+4+2		
البلاستيك	البوليستير الراتنجي	البوليستير مع شبكة حبلية من قطع الزجاج	البوليستير مع نسيج زجاجي	البوليستير مع زجاج عشوائي	البوليستير مع زجاج مقوى	البوليكاربوتيك	الأكريليك
القطاع	8	/	/	/	/	8+7	5+3+2
الوحدات الانشائية	الحجر الجيري الطبيعي	البلوك الاسمنتي الخفيف	البلوك الاسمنتي الثقيل	حجر الكالسيوم الملحي	البلوك آجري		
القطاع	كل القطاعات	كل القطاعات	كل القطاعات	8+7	كل القطاعات		
القماش	القماش البوليستيري المطلي PVC	القماش الزجاجي المطلي PTFE	القماش الزجاجي المطلي بالسيليكون	القماش النايلوني المطلي بالمطاط الصناعي			
القطاع	كل القطاعات	8+7+6+5+4	/	كل القطاعات			

المصدر: صالح الدين محمود حمد، "تأثير مواد البناء على اختيار الجملة الانشائية". رسالة ماجستير، سوريا، كلية الهندسة المعمارية، قسم علوم البناء والتنفيذ، جامعة دمشق، **2015** + عمل ميداني.

4.4.3. التجهيزات:

تلعب التجهيزات دورا هاما في استقطاب السكان وتركزهم واستقرارهم كما تعتبر احدى مظاهر تحضر المدن وازدهار، وتتوفر مدينة أم البواقي على عدد من التجهيزات ما جعل منها محل استقطاب للسكان.

جدول رقم 23: تجهيزات مدينة ام البواقي.

التجهيزات	المرفق	العدد
التعليمية	ابتدائية	21
	إكمالية	12
	ثانوية	08
	التعليم والتكوين المهنيين	04
	التعليم العالي	01
الصحية	مستشفى	02
	عيادة متعددة الخدمات	03
	عيادة ولادة	01
الإدارية	بأنواعها	حي اداري 9.8% من مساحة التجهيزات الكلية
الحماية الاجتماعية	بأنواعها	05
الثقافية	دار ثقافة+ دار الشباب	02
	مكتبات	01
	جمعيات وأندية	46
الأمنية	الدرك الوطني	05
	مقرات امن حضري	05
الدينية والروحية	مساجد	20
	مقابر	03
الرياضية	ملعب	02
	مركب رياضي	02
السياحية	فنادق	04
التجارية	محلات بيع بالتجزئة	عديدة
	تجهيزات تجارية كبرى(أسواق)	02

المصدر: عمل ميداني.

5.4.3. الشبكات:

الشبكات التقنية:

يقصد بها الهياكل الضرورية الواجب توفرها على مستوى أحياء المدينة وتختلف حسب درجة أهميتها حيث يجب أن تأخذ بعين الاعتبار عند التخطيط وأهمها:

1.5.4.3. شبكة الطرق:

تعتبر الطرق شرايين أي مدينة لما لها من أهمية في التنقل والموصولية لمختلف المناطق لذا وجب معرفة دالتها وهذا ما يوضحه الجدول التالي:

جدول رقم 24: أبعاد وحالة الطرق في مدينة أم البواقي.

	أبعاد شبكة الطرق في المدينة			
نوع الطريق	الطول Km	العرض m	المساحة ha	جودة الطريق
أولي	27.22	من 10 الى 18	29.942	بين جيدة ومتوسطة
ثانوي	22.83	من 08 الى 12	20.547	من متوسطة الى سيئة
ثالثي	65.11	من 05 الى 07	39.066	سيء الى رديء
المجموع	115.16	/	89.55	/

المصدر: مديرية التهيئة والتعمير + عمل ميداني.

- حسب الجدول نجد ان نسبة كبيرة من الطرق في حالة سيئة وذلك لعدة عوامل أهمها **رداءة تقنيات ومواد تعبيدها** بالإضافة الى الحركة المرورية الكثيفة إضافة الى بعض العوامل المناخية.

أ. الطرق الخارجية:

وهي الطرق التي تربط المدينة بما جاورها ولها نوعين:

- **الطرق الوطنية:** يعبر مدينة أم البواقي الطريق الوطني رقم 10 من الشرق الى الغرب وهو يشكل شعور اقتصادي دو حركة مرور كبيرة باتجاه ولايات الشرق والغرب.
- **الطرق الولائية:** وهي أيضا تلعب دورا كبيرا في ربط مركز المدينة بباقي الدوائر والبلديات المحيطة بها وأهمها

- الطريق الولائي رقم 164: الذي يربط مدينة أم البواقي بدائرة قصر الصبيحي شمالا مرورا بدائرة عين ببوش اللتان تبعدان عنها ب 28 كلم و09 كلم على التوالي.
- الطريق الولائي رقم 32: الذي يربط مدينة أم البواقي بمدينة خنشلة التي تبعد مسافة 60 كلم مرورا بلدية عين الزيتون.

ب. الطرق الداخلية:

يقصد بها المحاور والطرق الداخلية التي تربط بين الأحياء وتعطي شكلا مميزا لخطة نمو المدينة.

- **الطرق الرئيسية:** نجد في مدينة أم البواقي أربع طرق أو محاور كبيرة ذات اتحاد شمال جنوب على العموم وثلاث أخرى باتجاه شرق غرب.
- **الطرق الثانوية:** التي تفصل بين المباني وتساهم في تنظيم وتسيير حركة المرور.

2.5.4.3. خط السكة الحديدية:

إنجاز خط السكة الحديدية الرابط بين مدينة عين مليلة وتبسة أعطى ديناميكية اجتماعية واقتصادية الولاية ام البواقي والذي بدوره يساهم في نقل البضائع والأشخاص نحو المدن الشمالية والجنوبية، ويمر هذا الخط عبر تراب البلدية على مسافة 12 كلم بالموازاة.

3.5.4.3. شبكة التزويد بالمياه:

يوجد حاليا حوالي 70%من الشبكة في حالة جيدة و30 % من الشبكة ذات قنوات قديمة وتتركز هذه الأخيرة خاصة في النواة القديمة للمدينة.

4.5.4.3. شبكة الصرف الصحي:

بعد أن ترقت مدينة ام البواقي في سنة 1974إلى مقر ولاية استلزم إنشاء شبكة الصرف الصحي بالمدينة حيث بادرت الجهات المسؤولة بإنجاز شبكة تتناسب وحجم ما تستقبله المدينة من مياه الامطار وما يطرحه سكان المدينة من مياه مستعملة.

5.5.4.3. شبكة الكهرباء:

عرف قطاع الكهرباء بمدينة أم البواقي تطور خلال السنوات الأخيرة حيث بلغت نسبة التغطية حوالي 98% هذه النسبة المرتفعة في مجال التموين اذ ان مختلف أحياء المدينة مزودة بالكهرباء .

6.5.4.3. شبكة الغاز الطبيعي:

تعتبر شبكة الغاز الطبيعي من الشبكات الجديدة نوعا ما بالمدينة إذ شرع في عملية تزويد السكان بالغاز منذ أواخر الثمانينات وقد تم توصـــيل هذه الشـــبكة لكل أحياء المدينة ما عدا الأحياء التي هي في طور الإنجاز، وتقدر نسبة التغطية في مدينة أم البواقي بـ 98 %لغاية شهر مارس 2008.

7.5.4.3. خطوط النقل الحضري :

تقوم مؤسسة النقل الحضري بمدينة أم البواقي باستغلال (03) خطوط حضرية تغطي معظم التجمعات السـكانية للمدينة، يقدر العدد الإجمالي للحافلات على مســتو ى الحظيرة بتســعة عشــرة (19) حافلة، والخطوط الحضرية موضحة في الجدول الآتي:

جدول 25: اهم الخطوط ونقاط التوقف المستغلة في مدينة ام البواقي.

رقم الخط	نقطة الانطلاق	نقاط التوقف	نقطة الوصول	نوع الحافلات	عدد الحافلات	عدد المقاعد	التردد
043022	**المحطة الحضرية**	دار الشباب، حي 750 مسكن، حي النصر، مركز الضمان الاجتماعي، الملعب البلدي زرداني حسونة، المدرسة الابتدائية بنور السعيد، وكالة جيزي، مستشفى محمد بوضياف، المحطة الحضرية، المحطة البرية، المحكمة، ابتدائية، المدينة الجديدة ماكومداس، مستشفى المدينة الجديدة، مركز البريد.	حي العربي بن مهيدي	SNVI	10	1000	10
043023	//	مستشفى ابن سينا، ابتدائية الخنساء، مركز البريد، وكالة الخطوط الجوية الجزائرية، دار الشباب، ثانوية الأمير صالحي، الاقامة الجامعية غ ع غ 2، الثانوية الرياضية سحال إبراهيم، جامعة العربي بن مهيدي، حي الكمين، المحطة الحضرية.	حي الكمين	//	07	700	12
043024	//	مديرية الجمارك، السكنات العقارية، حي السعادة، ابتدائية بركاني السعيد، ثانوية بوخالفة السبتي، حي 315 سكن، حي الوئام، OPGI/LSP، حي 1500 سكن، مسجد عقبة بن نافع، بنك الفلاحة والتنمية الريفية، BADR، المحطة الحضرية	LSP_ OPGI	//	02	200	24

المصدر: مديرية النقل لولاية ام البواقي

- حســـب الجدول نجد ان تغطية المدينة لا بأس بها من حيث خدمة النقل اذ تكاد تكون كلية كما تتوفر محطات الانتظار في معظم الأحياء الســـكنية، لكن اعتماد خدمة النقل على الحافلات وســيارات الأجرة يجعل من الهواء **عرضـــة للملوثات** الناتجة عن هذه **المركبات** دائمة التحرك في المدينة.

6.4.3. المساحات الخضراء:

تجلى مفهوم المساحات الخضراء مؤخرا، ليصبح عنصر أساسي في التخطيط وفي كل عمليات التهيئة، ما سمح لمستخدميها من الاستفادة منها بشكل مباشر أو غير مباشر، لذا وجب التطرق لدراسة مختلف المساحات الخضراء في مدينة أم البواقي نظرا لما لها من علاقة تأثير مباشر على الحالة البيئية للمدينة.

تتربع ولاية أم البواقي على مساحة قدرت بـــ:6187 هكتار منها 365 هكتار مساحات خضراء محصاة حاليا.

جدول 26: نسبة المساحات الخضراء في مدينة أم البواقي.

البلدية	عدد السكان	المساحة كلم^2	مساحة الغطاء الأخضر م^2	المساحة ساكن / م^2	نسبة المساحات الخضراء في الولاية %
أم البواقي	83053	414	440400	1,9	12.19

المصدر: مديرية البيئة لولاية أم البواقي 2018.

الجدول 27: حصيلة المساحات الخضراء في مدينة أم البواقي.

النوع	حدائق عامة	غابات حضرية	حضائر حضرية	الحدائق الاقامية والجماعية	الصفوف المشجرة في المناطق المعمرة	الصفوف المشجرة في المناطق غير المعمرة
العدد	5	5	1	8	4	2
المساحة m^2	37000	37000	30000	34400	5750	8000

المصدر: مديرية البيئة لولاية أم البواقي 2018.

صورة رقم27: ندرة المساحات الخضراء في مدينة أم البواقي.

المصدر: التقاط الطالبة.

- عرفت مدينة ام البواقي **تدهور** فيما يخص **مســـاحات الخضـــراء**، فالحدائق مثلا **قليلة وغير مهيئة** ولا تؤدي وظيفتها وتفتقر لعنصر الأمن، أما الساحات فهي بحالة مزرية كما تعاني المدينة من **سوء توزيع** هذه المساحات، ورغم الأهمية الكبيرة لهذه المســـاحات والتي تعتبر رئة المدينة إلا أن **غياب الوعي البيئي** لدى الســـكان عامة والسلطات خاصة يؤثر على أداءها البيئي ضمن سياسة التنمية العمرانية المستدامة.

7.4.3. النفايات:

صورة رقم28: اهمال تسيير النفايات مدينة أم البواقى.

المصدر: التقاط الطالبة

بالرغم من اعتبار النفايات مؤشـرا لمعرفة المســتوى المعيشـي للسكان ومدى التطور الاقتصادي الذي تشهده المدن إلا أنه لا يمكن غض النظر عن خطورتها وخطورة اهمالها، فالتطور الديموغرافي الذي شـــهدته مدينة ام البواقي مثلا في الســـنوات الأخيرة اقترن به زيادة معتبرة في كمية النفايات المطروحة حيث وصلت هذه الأخيرة إلى 22217.35 طن سنة 2020 أي ما يعادل 1.3 كغ من النفايات المطروحة للفرد يوميا.

جدول رقم 28: تغيرات كمية النفايات المنزلية لمدينة أم البواقي.

السنوات	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
كمية النفايات (طن)	21572.95	23414.89	25901.47	25139.00	26133.00	25384.32	22217.35

المصدر: CET أم البواقي.

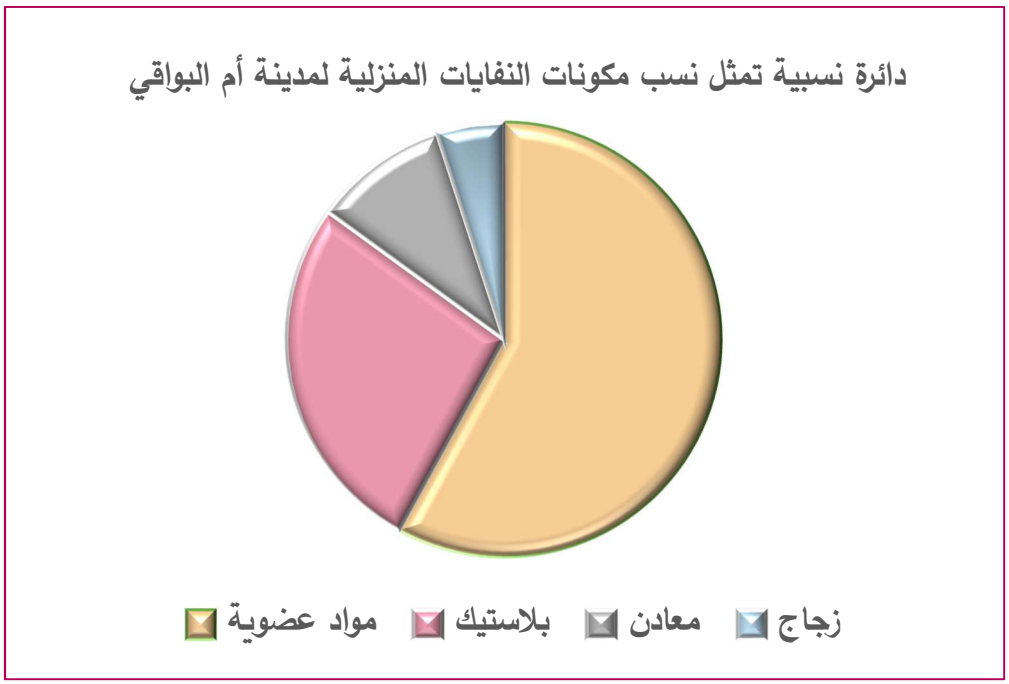
جدول 29: التغيرات الشهرية لكمية النفايات المنزلية لمدينة أم البواقي.

الفصل	الخريف			الشتاء		
الشهر	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	جانفي	فيفري
كمية النفايات	1814.64	1777.62	1687.3	1855.56	1933.18	1780.14
الفصل	الربيع			الصيف		
الشهر	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	أوت
كمية النفايات	1934.99	1952.65	1931.95	1497.92	1844.8	2206.6

المصدر: CET أم البواقي.

- حسب الجدول رقم 29 نجد أن كمية النفايات تصل إلى ذروتها في مواسم المناسبات الدينية، بالأخص شهر رمضان والعيد الأضحى، وبالرغم من كون ان نسبة **النفايات العضوية** تتصدر النسب الأخرى إلا ان التخلص منها بقي هاجس في ظل التسيير العقيم.

الشكل رقم 04 **دائرة نسبية تمثل نسب مكونات النفايات المنزلية لمدينة أم البواقي.**



المصدر: المؤسسة العمومية الولائية للتحسين الحضري.

- حسب الدائرة النسبية يمكن القول ان النفايات الصادرة عن المنازل يمكن ان تكون ذات منفعة لا تقل عن الموارد والمصادر الطبيعية في حال تم توفير طرق مناسبة لجمعها والاستفادة منها بالشكل الأمثل فضلا عن ذلك لا يمكن الغاء وجودها في المدينة فمن الافضل **تسييرها واستغلالها** بحيث يمكن لها ان تخدم المجتمع **والبيئة.**

خلاصة:

بعد دراسة وتحليل خصائص مدينة أم البواقي الطبيعية والعمرانية ودراسة مراحل تطورها العمراني، وجدنا انها تحتل موقع استراتيجي هام، باعتبارها منطقة واصلة بين مختلف المناطق المحيطة بها، بالإضافة الى موضعها الذي يتميز بانحداراتها الضعيفة وصلاحية التعمير في أغلب أراضيها إضافة الى سهولة التوسع العمراني مستقبلا، كما أن المدينة شهدت تباين ملحوظ في توزيع عدد المساكن عبر قطاعاتها العمرانية، فنجد ان السكن الفردي يغلب على المدينة بنسبة 58.01% ثم يليه السكن الجماعي بنسبة تقاربه وتقدر ب 38.22 %، وأخيرا السكن النصف جماعي بنسبة ضئيلة تقدر ب 3.77%، وبالرغم من أن معظم مساكن المدينة في حالة متوسطة إلا أنه توجد نسبة ضئيلة من المساكن في حالة رديئة شوهت مظهر المدينة ويمكن استنتاج من خلال دراسة للتطور العمراني لمدينة أم البواقي أنها مرت بمرحلتين متباينتين كانت الترقية الإدارية للمدينة إلى مركز ولاية الفاصل بينهما، حيث تميزت المرحلة الأولى بنمو عمراني بطيء أما المرحلة الثانية فكان التطور العمراني فيها كبير وسريع بالمقارنة.

الفصل الثالث

الدراسة التحليلية لمخطط شغل الأراضي POS R

+ الاقتراحات والنتائج

مقدمة الفصل:

ان ما سبق عرضه في الفصلين الماضيين يقودنا الى ضرورة تحليل مجال دراسة يمثل جزءا من المدينة، ومحاولة عرض توقعات تأثيرات تقنية النانو وتطبيقاتها عليه، ومنه تعميمها على كافة المدينة، وعليه سنتناول في هذا الفصل تحليل مخطط شغل الأراضي POS R ونقدم فيما يليه بعض الاقتراحات والنتائج الممكن الاستفادة منها فيما يخص هذه الدراسة.

المحور الأول: الدراسة التحليلية لمخطط شغل الأراضي POS R:

تمهيد:

بعد التطرق إلى تقديم مدينة أم البواقي من الناحية الطبيعية والعمرانية نشرع في هذا المحور في تحليل مجال الدراسة المتمثل في مخطط شغل الأراضي "ر" POS R من خلال ابراز الخصائص الطبيعية والعمرانية له بهدف الوقوف على الوضعية الحالية لمنطقة الدراسة والتعرف على التقنيات التي يمكن الاعتماد عليها في سبيل تحقيق استدامة بيئية، اقتصادية، اجتماعية للمجال.

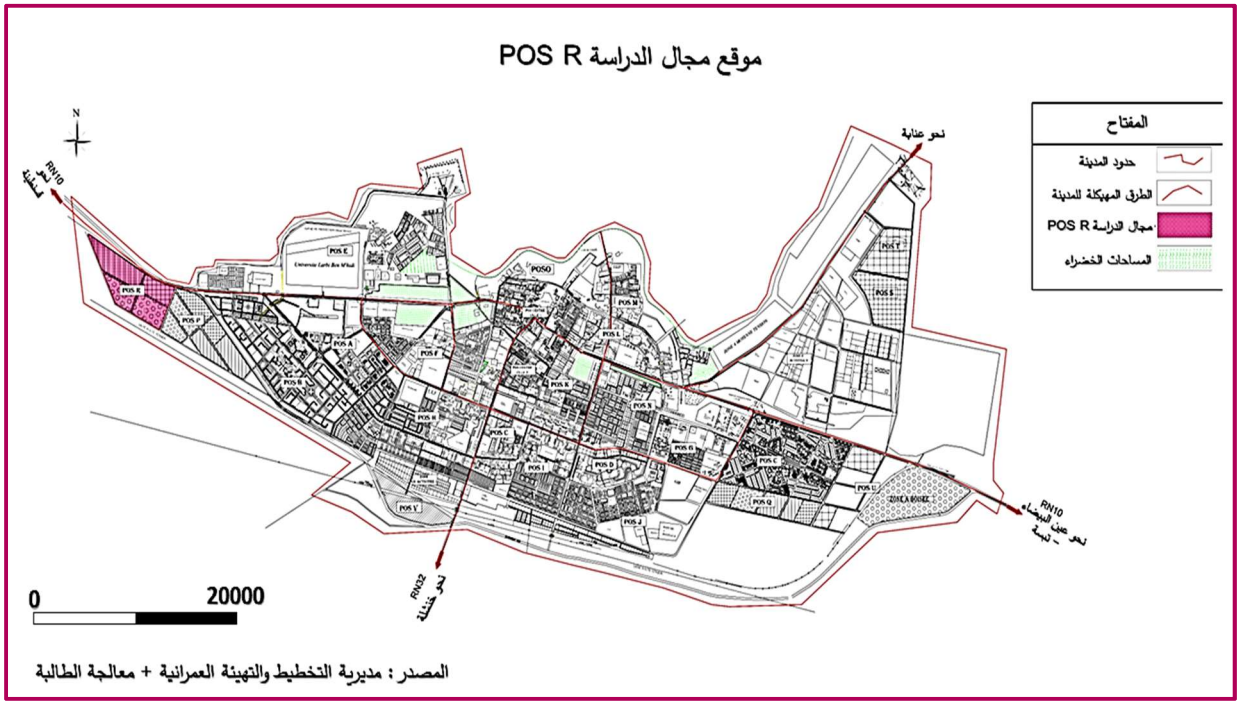
1. تقديم حالة الدراسة:

1.1. موقع مخطط شغل الأراضي "ر" POS R:

تقع منطقة POS R غرب مدينة أم البواقي على حدود المحيط الحضري، بمساحة قدرها 34.76 هكتارًا، ويحده من مختلف ما يلي:

- RN 10 شمالا.
- POS P شرقا.
- جنوبا محيط العمراني وخط الجهد العالي.
- غربا حدود عمرانية ووادي صغير.

المخطط رقم 05: موقع مخطط شغل الأراضي R لمدينة أم البواقي.



2. دراسة الحالة المكانية:

الموقع عبارة عن أرض جرداء غير مأهولة باســـتثناء مبنيين. الأول بمســـاحة 900 متر مربع تقريبًا يستخدم كمطعم والثاني طابق أرضي بمساحة حوالي 127 مترًا مربعًا للاستخدام السكني.

3. تحليل الموقع:

1.2. الموصولية:

يمكن الوصول إلى الموقع من الجانب الشمالي عبر الطريق الوطني RN 10.

2.3. المورفولوجيا والتضاريس:

الموقع في مجمله له شكل شبه منحرف ومنحدر بحدة، خاصة على جانب الطريق الوطني رقم 10، باســـتثناء بعض الجيوب التي يكون منحدرها معتدل حتى 6 أمتار منتشـــرة في جميع أنحاء الموقع وقطعة أرض كبيرة مغطاة بجسور ومكب عام.

3.3. المناخ:

مناخ الموقع نفسه مناخ مدينة أم البواقي المذكور سابقا.

4.3. الشبكات:

تجتاز الارض عدة شبكات خدمية اهمها:

1.4.3. الطرقات:

مجال الدراسة عبارة عن أرض غير مهيكلة وخالية من الطرقات إلا الطريق الوطني رقم RN 10 الذي يقع عند الحد الشمالي له.

بالإضافة الى مسار سكة الحديد القديم.

2.4.3. الكهرباء:

يمر بجوار حدود الموقع خط كهرباء عالي الجهد.

ويمر داخله خطين كهربائيين أحدهما متوسط الجهد وآخر منخفض.

3.4.3. الغاز:

يمر بجوار محيط الدراسة أنبوب نقل غاز عين البيضاء – تلاغمة بقطر 20 بوصة وضغط 70 بار.

4.4.3.شبكة التزويد بالمياه:

يوجد داخل مجال الدراسة أنبوبا إمداد مياه الشرب AEP، أحدهما بقطر 400 مم من الحديد الزهر والآخر بقطر 200 مم من البولي إيثيلين عالي الكثافة (PEHD).

5.4.3. شبكة الاتصالات:

يمر عبر الموقع كابل اتصالات الألياف الضوئية الإقليمي BACKBONE أم البواقي– قسنطينة.

5.3. الارتفاقات والمعيقات:

1.5.3.الارتفاقات:

جدول 30: أهم الارتفاقات لمجال الدراسة " مخطط شغل الأراضي ر"

الارتفاق	المسافة الأمنية الخاصة بالارتفاق "متر"
الطريق الوطني رقم 10	35 متر على جانبي المحور.
خط كهرباء الجهد العالي	75 متر على كلا الجانبين.
خط كهرباء متوسط الجهد	15 متر على كلا الجانبين.
خط كهرباء منخفض الجهد	15 متر على كلا الجانبين.
أنبوب نقل الغاز	75 متر على كلا الجانبين.
انبوبا تزويد بالمياه	3 أمتار على جانبي المحور

2.5.3. المعيقات:

للموقع عدة معيقات اهمها:

- مساحات محفورة كبيرة يصل عمقها إلى 6 م.
- غربا مكب عام على مساحة تزيد عن 5 هكتارا، وأيضا وجود الكثير من مناطق ردم التي تجعل الأرض غير صالحة للبناء.
- شرقا مساحة حوالي 5 هكتارات مغطاة بكتلة صخرية، وسيكون تشييدها باهظ الثمن.

- بناءين قائمين يجب مراعاتهما أثناء عملية التهيئة.
- مجرور ووادیان صغيران في وسط الموقع، ومجرور ثاني في الحد الشرقي للموقع ووادي صغير ثالث على الحد الغربي للموقع، يجب تحديد متجمعات المياه فيه مع الخدمات الهيدروليكية قبل الشروع في التهيئة.

6.3. الجيوتقنية:

تتكون التضـــاريس من طبقة من القشـــور المكونة من جليد طيني مع حصـــى نادرة، وحول RN 10، تظهر كتلة صخرية كبيرة تظهر في المسح الطبوغرافي، والتي سيكون تشييدها باهظ الثمن.

7.3. الطبيعة القانونية للأرض:

الأرض ملك للدولة باســـتثناء الجزء الذي يمثل ما يقرب من 12 ٪ من الموقع الذي يكون حق الاستغلال الزراعي لأحد المزارعين.

8.3. الاستغلال الزراعي للأراضي:

تعد الأرض خصبة وصالحة للزراعة بدرجة كبيرة ويتم استغلالها جزئيًا من خلال الزراعة.

4. مشروع التهيئة المبرمج:

قبل الشروع في تطوير هذا الموقع يجب:

- دراسة إمكانية تعرض الموقع للفيضانات وتحقيق الحماية منها.
- نقل كابل الألياف البصرية للاتصالات السلكية واللاسلكية الإقليمي في أم البواقي – قسنطينة.
- هدم البناء الواقع جنوب المطعم لأن الأرض الواقع عليها مملوكة للدولة.
- نقل سلك الجهد المنخفض.
- احترام ارتفاقات مختلف الشبكات التي تعبر الموقع.

1.3. تقسيم المجال:

بعد المرور على الدراسة التحليلية لمجال الدراسة ووفقًا للتحليل الشامل لموقع مخطط شغل الأراضي وطبيعة المساحات التي يحتوي عليها، تم تقسيمه إلى 03 مناطق تنظيمية متجانسة كالتالي:

1.1.4. المنطقة التنظيمية الأولى – منطقة المعيقات والارتفاقات:

تضم هذه المنطقة ممر ارتفاق الطريق الوطني RN10 الذي يزيد عرضه عن 35 مترًا على جانبي المحور والممر الخاص بخط طاقة الجهد العالي والممر الخاص بنقل الغاز بعرض 75 مترًا على جانبي الخط وممر خط كهرباء الجهد المتوسط على عرض 15 مترًا، وتحتل مساحة هذه المنطقة الكلية 4.33 هكتار.

2.1.4. المنطقة التنظيمية الثانية – منطقة التجهيزات:

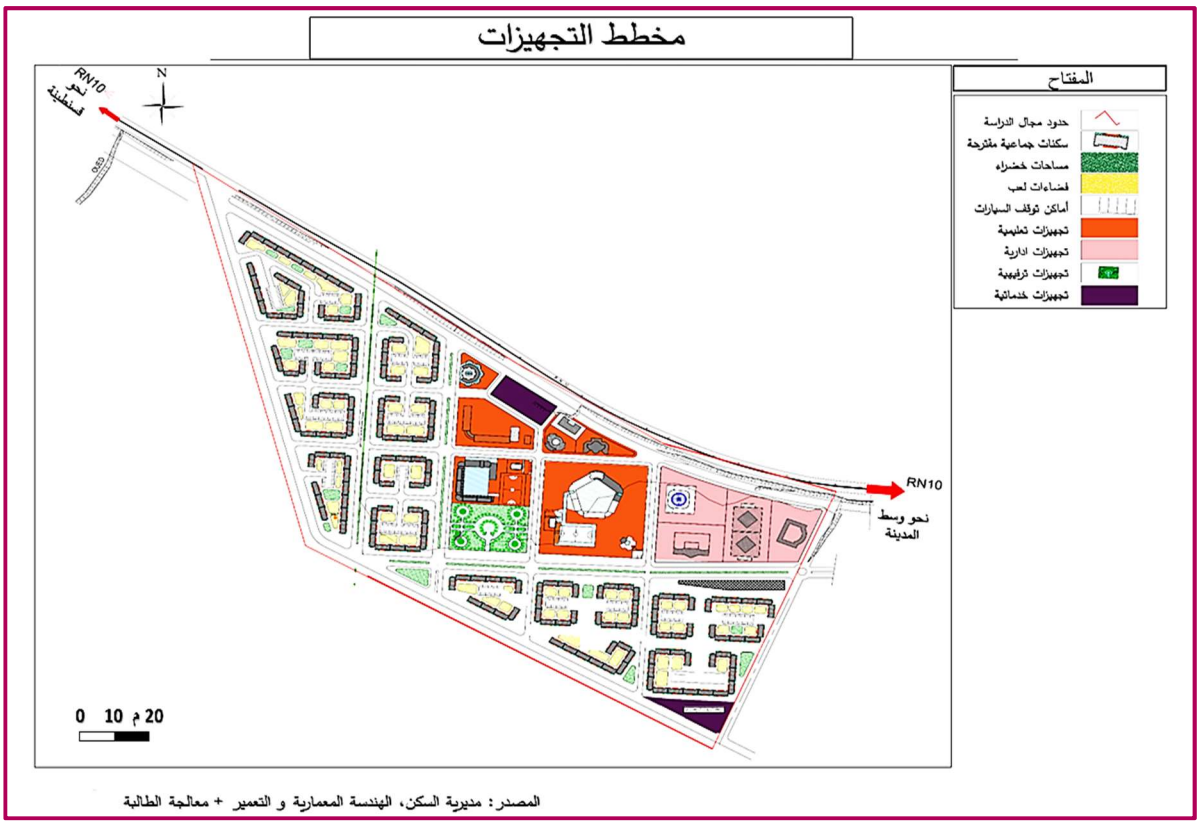
تضم هذه المنطقة التجهيزات المخطط لها والموجودة في قلب مجال الدراسة، وتحتل مساحة 10.63 هكتار تم تنظيم هذه المرافق العامة حول RN 10 لضمان خلق مناظر جميلة عند مدخل المدينة وتضم التالي:

جدول 31: التجهيزات المتوقعة

التعيين	مساحة الجزيرة بالهكتار:
مدرسة ابتدائية	0.81
ثانوية	2.14
مجموعة مدرسية	0.68
روضة	0.21
حي اداري –مقياس ولائي–	2.52
مكاتب إدارية	0.44
حديقة عامة	0.81
محطة نقل حضري	0.34
المجموع	7.95

المصدر:
DIRECTION DE L'URBANISME ET DE LA CONSTRUCTION DE LA WILAYA D'OUM EL BOUAGUI

المخطط رقم 06: مخطط التجهيزات للتهيئة المقترحة لمجال الدراسة.



3.1.4. المنطقة التنظيمية الثالثة –منطقة السكنات:

وهي المنطقة الواقعة على طول RN10 والطريق الذي يحد مخطط شـــغل الأراضـــي من الجنوب والغرب مخصصة للسكنات الجماعية وتحتل مساحة 15.88 هكتار، تتكون من 1824 مسكنًا جماعيًا في R+5 في 120 تجمع لكل منها 10 مساكن، وتقع هذه الأخيرة على طول الطرق الرئيسية والثانوية، ولها طابق أرضي ذو طبيعة تجارية أو للاستخدام المكتبي.

المخطط رقم 07: مخطط السكنات المقترحة لمجال الدراسة.

➢ **تقنيات ومواد البناء:**

- إنشـــاءات بســـيطة الحجم وموحدة المظهر بمواد بناء اقتصـــادية تحترم التنظيم والتناغم مع المناظر الطبيعية.
- انشاءات بعيدة عن تقليد العمارة القديمة أو الغريبة عن المنطقة مع احترام النمط المحلي.
- مباني منسجمة مع مظهر وشكل المناظر الطبيعية.
- اســتخدام مواد أصــلية غير مقلدة مثل الإطارات الخشــبية المزيفة، بالإضــافة الى منع الاســتخدام المكشــوف للواجهات الخارجية للمواد المصــنعة (مثل الطوب المجوف، وبلاط الجص، وما إلى ذلك) ووجوب تغطيتها بكساء أو طلاء آخر.
- تفرض كسوة أو طلاء الجدران التي تُركت عارية وذات مظهر قبيح على أصحاب هذه المباني.
- يجب أن يكون للجدران الفاصــلة والجدران العمياء للمبنى مظهر متوافق، عندما لا يتم بناؤها من نفس المواد كجدران الواجهة.
- عند تشـــييد مباني جديدة مجاورة، يجب توحيد ارتفاع الأرضـــيات والعناصـــر المعمارية مع الأبنية المشيدة أولا.

- تتكون الأســـوار إما من نوافذ كبيرة أو بشـــبكات أو أي أداة أخرى مخرمة تكون جدار يبلغ ارتفاعه 0.80 متر كحد أقصى.
- الأسـوار الموجودة على الحدود الفاصـلة سـتكون مكونة من جدران عادية أو جدران منخفضـة، والتي يجب أن تكون مصـــنوعة من نفس مادة المبنى ومغطاة بنفس الطريقة وفي الجزء العلوي، يجب استخدام التعريشات، لا يزيد ارتفاع هذه الجدران عن 2.40 م.
- تعتمد أبعاد الفتحات على المسـاحة الداخلية المضـاءة وجيدة التهوية ويجب ألا تقل مسـاحة الفتحات عن 1/8 من مساحة الغرفة المعنية.
- تشجع جميع العناصر التي تساهم في معالجة الواجهة (الشرفات، والإسقاطات، والنكسات، والحواف).
- تخطط مواقع المكيفات أثناء الدراسات المعمارية بحيث تكون متكاملة في المعالجة العامة للواجهات.
- مواد البناء المتوقع استخدامها:

جدول 32: مواد البناء المتوقع استخدامها.

المادة	النوع		
الخرسانة	الخرسانة الانشائية العادية	الخرسانة الخفيفة	
الفولاذ	الحبل الفولاذي المسبق الاجهاد	الفولاذ المصبوب	
الخشب	الخشب اللين	الخشب القاسي	
البلاستيك	البوليستير الراتنجي	الأكريليك	
الوحدات الانشائية	البلوك الاسمنتي الخفيف	البلوك الاسمنتي الثقيل	البلوك آجري
القماش	القماش البوليستيري المطلي PVC	القماش الزجاجي المطلي PTFE	القماش الصناعي النايلوني المطلي بالمطاط

المصدر : DIRECTION DE L'URBANISME ET DE LA CONSTRUCTION DE LA WILAYA D'OUM EL BOUAGUI

2.4. الخدمات الشبكية:

الشبكات التي تغطيها هذه الدراسة هي أساسًا شبكة الطرق، التزويد بالمياه، والصرف الصحي وشبكة الكهرباء والاضاءة العامة.

سيتم إنشاء هذه الشبكات على المديين القصير والمتوسط، من قبل الدولة عندما يتعلق الأمر بالشبكات الأولية والثانوية، أما الثالثية خاصة بالسلطات المحلية

1.2.4. الطرق والموصولية:

1.1.2.4. الطرق:

- ترفض رخصة البناء للأراضي الغير مخدومة بطرق ميكانيكية أو طرق للمشاة.
- ضمان تسهيل الوصول إلى جميع الإنشاءات إما عن طريق الطرق الميكانيكية أو طرق المشاة، بالإضافة إلى حفظ السلامة المرورية، وأيضا السهولة والفعالية في مكافحة الحرائق حال نشوبها وجمع النفايات المنزلية بأريحية.
- يمنع انشاء المسارات الثانوية من قبل المستخدمين للسير بالسيارة حتى لا تعطل حركة المرور الميكانيكية بالمنافذ غير المتوقعة.
- يجب ترتيب المداخل حسب الأهمية الوظيفية للمرور العام بحيث يتم اجتناب أي صعوبة وأي خطر على المستخدمين.
- يجب أن تضمن جميع الطرق موصولية سهلة وكاملة لجميع أجزاء النسيج العمراني.
- في حال انتهاء الممرات بطريق مسدود، يجب تهيئتها بحيث يمكن للمركبات أن تستدير.
- يجب أن تأخذ خصائص التهيئة المخططة لها في عين الاعتبار أنواع الطرق التي سيتم تطويرها (شارع رئيسي، طريق رئيسي، طريق ثانوي، طريق توزيع، طريق خدمة، إلخ.)

- تم تصميم شبكة طرق بتهوية جيدة تشتمل على محور رئيسي مزدوج المسار، يقع هذا المسار المزدوج على طول الموقع، مما يجعل استمراريته تصل الى POS P، وتم تخطيط مسارين آخرين عموديين على الأول في الاتجاه العرضي، تنبثق من هذه الأخيرة مجموعة الطرق المهيكلة للمجال.

2.1.2.4. ممرات المشاة:

في تهيئة ممرات المشاة يجب مراعات المعايير التالية:

- **الراحة:** يجب أن تكون هذه المساحة مرئية ومتاحة للجميع، وسهلة الصيانة والإدارة، ويجب أن تضمن الوصول للمساحات الأخرى المقابلة مع الحفاظ على جودة استخدامها.
- **الاستمرارية:** ضمان استمرارية الممر في النسيج هو ما يسمح بنفاذيته واندماجه الجيد في بيئته، يجب أن تتكيف معالجة السطح مع الاستخدامات المختلفة وتخصيص مسار من قبل السكان.
- **التنوع:** يجب أن تتميز بالتنوع في مظهرها الجمالي وكذلك في المعالجة المعمارية، مما يمنحها طابعًا معينًا وأصالة معينة.

3.1.2.4. مواقف السيارات:

- تؤدي الحاجة إلى تنظيم حركة المرور إلى إنشاء مناطق وقوف السيارات للسلامة المرورية وذلك لتقليل الإزعاج للسكان المحليين بأقصى قدر ممكن، حتى لو كان لديهم جميعًا مرائب، فمن الضروري توفير أماكن وقوف سيارات للزوار.
- لتجنب وقوف السيارات غير المنضبط على الأرصفة والمساحات الخضراء، يجب استيفاء بعض الشروط:
  - ✓ تقديم عدد كاف من المواقع لجميع الاحتياجات.
  - ✓ تحديد أماكن وقوف سيارات قريبة بما يكفي من المنازل مع توفير طرق جذابة.
  - ✓ توفير وحدات صغيرة بدلاً من مواقف السيارات الكبيرة.
  - ✓ التأكد من عدم توفر إمكانية وقوف سيارات المستخدمين خارج المناطق المخصصة.
  - ✓ يجب ألا تعطل مواقف السيارات حركة المرور.
  - ✓ يجب عزلها عن مساحات المشاة بمساحات خضراء.

2.2.4. شبكة التزويد بالمياه:

- وجب ربط أي إنشاء أو تركيب بشبكة توزيع مياه الشرب العامة.
- أن تلتزم شبكة توزيع مياه الشرب بالأنظمة المعمول بها في مجال مكافحة الحرائق.
- يجب توزيع صنابير إطفاء الحرائق بالتساوي وفقًا لمعايير السلامة.
- سيتم تركيب العداد والتوصيل من قبل الخدمة العامة للمجلس الشعبي البلدي وعلى نفقته.

← تم وضع أنابيب مياه الشرب بقطر Φ200 و Φ400 على مسارات أرصفة المحور الرئيسي المزدوج المسار.

3.2.4. شبكة الصرف الصحي:

- يجب تنفيذ شبكة الصرف الصحي بكل عناية لضمان الإغلاق التام والتشغيل السليم.
- يجب توصيل جميع الإنشاءات والتركيبات المتنوعة بأنابيب تحت الأرض لشبكة الصرف الصحي الجماعية.
- يمنع استخدام خزانات الصرف الصحي.

← للتوصيل بالشبكة يجب مراعاة المتطلبات الفنية التالية:

- ✓ إجراء التوصيل حصريًا في فتحة التفتيش المتوفرة في المجمع.

- ✓ لا يمكن أن يكون هناك أكثر من مدخل جامع ثالثي على كل جانب من جوانب غرفة التفتيش.
- ✓ يمكن لكل مبنى تصريف مياه الصرف الصحي في غرفة التفتيش عبر أنبوب واحد فقط.
- ✓ سيتم عمل التركيبات في غرف التفتيش حصريًا عن طريق الوصلات مع خطوط الأنابيب التي تنتظر تركيبها من قبل مديرها.
- ✓ لن يُسمح تحت أي ظرف من الظروف بالاتصال عن طريق غرف التفتيش العمياء أو صناديق التوصيل العمياء.
- ✓ ارتفاع خط المياه للمجمع الثالث أعلى ب 0.2 متر من ارتفاع المولد الذي تم التوصيل به.
- ✓ التوصيلات الخاصة مقاومة للضغط العرضي والتدفق العكسي.

4.2.4.شبكة صرف مياه الأمطار:

- ➢ تصرف جميع مياه الجريان السطحي في شبكة الصرف الصحي.
- ➢ يمنع التصريف المباشر للمياه من الخنادق أو المزاريب على الطرق العامة.
- ➢ سيكون للتيار الفردي ارتفاع لا يقل عن 0.5 متر أعلى من ارتفاع المولد العلوي للمجمعات الرئيسية.
- ➢ أي تهيئة يتم تنفيذها يجب ألا تؤدي إلى إعاقة التدفق الحر لمياه الأمطار.

5.2.4. شبكة الكهرباء:

- ➢ يتم توصيل أي إنشاء أو تركيب جديد بشبكة الكهرباء حسب الشروط الفنية للمشروعات المقابلة.
- ➢ يتم تركيب الشبكات لكل مبنى أو مجموعة مباني قبل أعمال التشطيب.
- ➢ يجب عمل الإضاءة العامة مع مراعاة:
  - ✓ الأمان والسفر اللطيف.
  - ✓ الإضاءة للأنشطة الليلية.
  - ✓ لافتات جيدة وتحديد المباني.
- ➢ يجب أن تكون التركيبات الكهربائية سهلة الوصول للخدمات الفنية المعنية.

🡸 أحد المسارين العموديين على مسار الطريق الرئيسي الأول في الاتجاه العرضي يشمل ممر الارتفاق لخط طاقة الجهد المتوسط بوضعه في محور الأرض الصلبة.

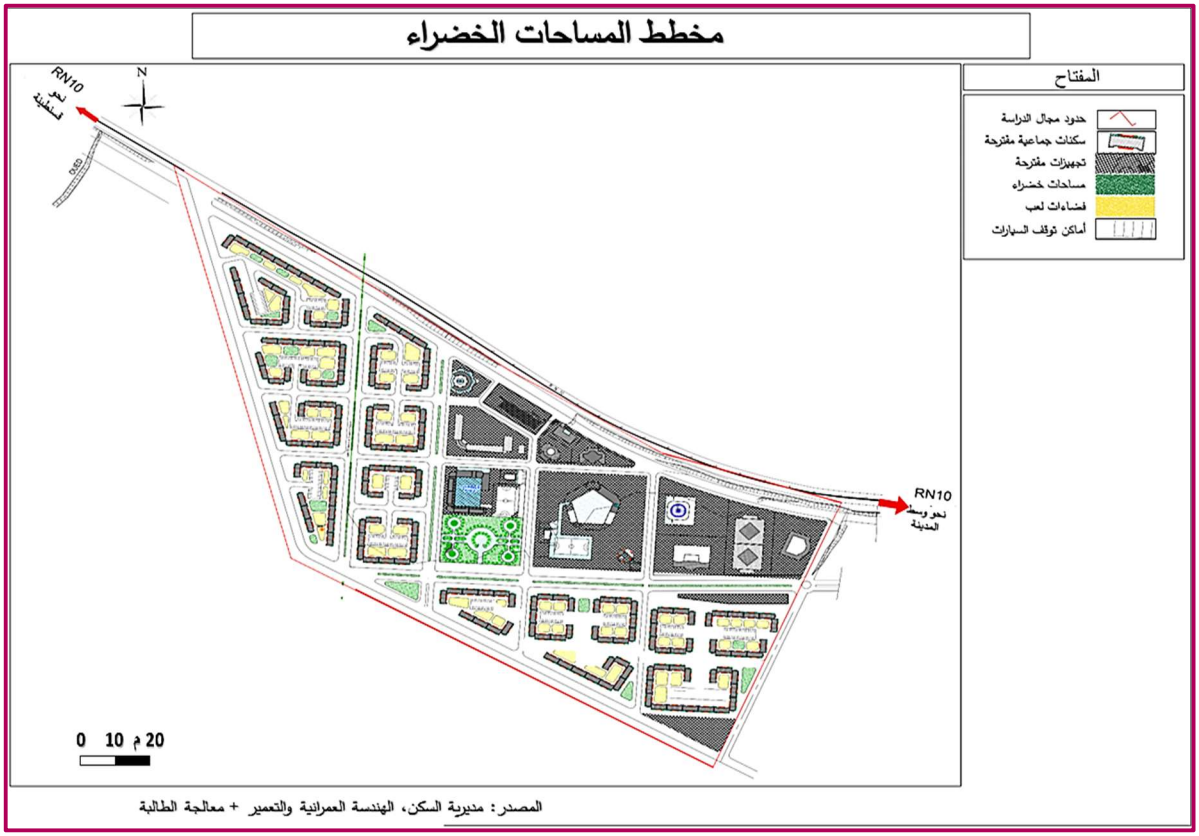
3.4. المساحات المفتوحة والنباتات:

للمساحات الخارجية المفتوحة دور مهم فيما يخص الهيكل الحضري للمدينة شريطة أن يتم وضعها بشكل صحيح ومناسب:

1.3.4. المساحات الخضراء:

- سيتم خلق حديقة عامة واحدة في الموقع بمساحة قدرها 0.81 هكتار.
- بالنسبة للغطاء النباتي فهو عنصر مهم في المشهد الحضري الذي تم إنشاؤه، فهو يضيف للفضاء العام: عنصر مرجعية، وعنصر للعب، ومتعة بصرية، ووحدة نباتية.
- قد يحتوي التصميم على الأدوات التالية:
  - ✓ **المحاذاة:** تضمن مساحة نباتية كبيرة وظلًا مستمرًا على طول المسارات اين يجب تجنب استخدام العديد من الأنواع المختلفة.
  - ✓ **النباتات المعزولة:** والتي أثبتت فائدتها في تحديد مسارات معينة، ويتمثل دورها في تقييد المسارات ومنع وقوف السيارات وطريقة أكثر تفضيلا من الأسوار لتحديد الممتلكات الخاصة.

المخطط رقم 08: مخطط المساحات الخضراء المقترحة لمجال الدراسة.



2.3.4. التأثيث الحضري:

يشـير مصـطلح الأثاث الحضـري إلى جميع الأشـياء المسـتخدمة في الفضـاءات العمومية، ويتكون من عناصـر ثابتة أو قابلة للإزالة مهيئة لخدمة المستخدمين ويساهم بشكل كبير في تحسين الإطار العمراني وصورة المدينة، بحيث تتوافق كل حاجة مع قطعة أثاث حضرية محددة مثل:

- ✓ نظافة الحي تقتضي وجود سلال.
- ✓ الحاجة للراحة تتطلب مقاعد.
- ✓ متطلبات السلامة تفرض علامات الطريق.

- ➢ يجب اختيار العناصـــر التي تتمتع بصـــفات كافية من المتانة والراحة والجمال قدر الإمكان وتحقيقًا لهذه الغاية، يجب أن يكون اختيار المصـــباح أو المقعد ناتجًا عن دراســـة متعمقة لأنها تبرز في المناظر الطبيعية للمنطقة من خلال موادها ولونها وشـكلها بحيث يمكن أن تسـاهم هذه العوامل في خلق جو لطيف في الفضاء العام.
- ➢ عند تأثيث الشـــوارع، يجب الحرص على تنســـيق العناصـــر المختلفة للأثاث فيما يتعلق بمواقعها وأشكالها وما إلى ذلك.
  - ✓ المقاعد مثلا، غالبًا ما توضـع بشـكل عشـوائي، لذا يجب أن يتم اختيار موقعها مع الحرص على عدم إعاقة السير، كما يجب أن يعزز موقعهم أيضًا الراحة، وجمع سكان المنطقة بشكل محمي من تدفق حركة المشـاة وأشـعة الشـمس (في ظل شـجرة، وما إلى ذلك) ويمكن أن تقع بالقرب من الملعب للسماح للبالغين بالإشراف على الأطفال.
- ➢ تعتبر حاويات القمامة ضـرورية لنظافة جميع الأماكن العامة وصـيانتها بشـكل جيد. من المسـتحسـن توفيرها خاصة في الملاعب.

4.4. تسيير النفايات:

- ➢ سـيتم وضـع حاويات متوسـطة عند كل مجموعة سـكنية، بالإضـافة الى وضـع حاويات صـغيرة في الحديقة والمساحات العامة.
- ➢ اتباع الطريقة التقليدية في عملية جمع وازالة النفايات المنزلية الصـلبة، بالاعتماد على شـاحنة الجمع وعمال النظافة والتنقل من حاوية الى أخرى للجمع، ويتم التخلص من هذه النفايات في المكب العام، اما المسؤول عن هذه العملية هو المصالح المعنية للبلدية.

خلاصة:

لمخطط شــغل الأراضـــي ر POS Rموقع هام وله افاق باهرة ان تم التخطيط له بشــكل محكم ودمجه بسلاسة مع باقي المدينة، نظرا لموقعه الاستراتيجي ومساحته المعتبرة، وسيكون لعمليات التسيير وتقنيات ومواد البناء الممكن اســتخدامها، أثر كبير في تحســين المردودية البيئية والاقتصـــادية والاجتماعية لهذا المجال الحضري، وقد يكون نقطة انطلاق لعصر عمراني جديد.

المحور الثاني: الاقتراحات والنتائج

تمهيد

لمواد البناء تأثيرات واضحة على أنواع وتقنيات الانشاء التي يمكن استخدامها في مختلف الانشاءات بالإضافة إلى الشكل والمظهر والتكلفة وأيضا البيئة الداخلية والخارجية للمبنى، ولتحديد عملية اختيار مواد البناء والانشاء وجب التقيد ببعض المعايير الأساسية ، والأخذ بعين الاعتبار مجموعة من البيانات والمعطيات المتعلقة بهذه العملية، اذ تتنوع معايير اختيار المواد لتشمل ملاءمة الغرض المستخدمة من أجله، والتكلفة، والمقاومة الميكانيكية، والثبات والمتانة، ومدى تأثيراتها على البيئة و صحة الانسان، كما ان التصميمات البيئية لمواد البناء والانشاء تستوجب التعامل بحساسية لاستخدامها مع البيئة الداخلية والخارجية للمباني.

وفي مجال العمران يمكن ربط ما يمكن استخدامه من مواد صديقة للبيئة مع إمكانية تحقيق التنمية المستدامة فتكون هذه المواد داعم أساسي لهذه التنمية وبالتالي أحد سبل تحقيقها.

أحدث التقنيات الخادمة في هذا المجال هي تقنية النانو التي تم إنشاؤها عن طريق معالجة المادة على مستوى المقياس النانوي من أجل الحصول على خصائص مختلفة وفريدة من نوعها. اذ تجلب هذه التقنية حلولًا جديدة اقتصادية واجتماعية وبيئية فتشارك تلقائيا في تحقيق الاستدامة، اذ يتم استخدام المواد النانوية، في مجال العمران بهدف تقليل الأضرار التي تلحق بالبيئة.

تكنولوجيا النانو ليست تكنولوجيا حديثة ولا علما حديثا، بل هي اتساع للعلوم والتقنيات التي تم تطويرها عبر السنوات كما أن استخدام تقنية النانو في البناء أصبح جزء رئيسي في ثورة البناء، بسبب مساهمتها في تطوير مواد البناء وجعلها ذات جودة عالية وأمد طويل، وبالرغم من كون الاعمال والبحوثات المخبرية لا تزال جارية في هذا المجال إلا أن استعمالاتها حققت نتائج جد مرضية وفاقت التوقعات بالفعل، كما تبشر بمستقبل واعد في مجال البناء والاستدامة.

1. نتائج تحليل المواد النانوية:

يمكن تلخيص مزايا وعيوب (التأثيرات الإيجابية والسلبية) تطبيقات المواد النانوية المستخدمة في مجال العمران في الجدول 3 فيما يتعلق بالبيئة وصحة الإنسان والحفاظ على موارد الطاقة، كما يشرح العلاقة بين تقنية النانو والاستدامة وكيف يمكن لتقنية النانو أن تشارك في تحقيق الاستدامة.

جدول 33: تحليل المواد النانوية في منتجات البناء في سياق الاستدامة:

المواد النانوية	المزايا (التأثير الإيجابي)		المساوئ (التأثير السلبي)
العوازل: • الهلام الهوائي. • عزل الأغشية الرقيقة. • العزل الحراري: VIPs. • تنظيم درجة الحرارة: PCMs.	✓ يحقق عزل الحرارة العالية توفيرًا فعالًا للطاقة. ✓ تقليل استهلاك الموارد. ✓ تأخذ مساحة أقل من العوازل التقليدية.	✓ تقليل تكاليف النقل. ✓ تقليل كمية الغازات الضارة. ✓ التوازن الحراري الداخلي يظل عند المستوى المثالي.	- منتجات جديدة ومكلفة. - المعرفة والخبرة الخاصة اللازمة من حيث الاستخدام. - صعوبات في الإنتاج والمراقبة بالمقياس النانوي. - معلومات غير كافية عن استمراريتها. - طرق الإنتاج والتحكم والإصلاح الخاصة مطلوبة. -صعوبة تقييم تأثير الجسيمات النانوية في البيئة لمتابعة آثار النظم البيئية. -لم يتم تحديد التأثيرات على صحة الإنسان والبيئة بشكل كامل. - لم يتم توضيح معايير وطرق الاختبار بشكل كامل.
الطلاءات: • التنظيف الذاتي . • مضاد للانعكاس. • سهولة التنظيف. • يمنع تكون البصمات. • مكافحة الضباب. • مقاوم للخدش. • حماية من الأشعة • مقاومة التآكل. فوق البنفسجية والشمس • مضاد للميكروبات. • مكافحة الكتابة • مقاوم للرطوبة. على الجدران. • المضاد للهب.	✓ تقليل وقت العمل على التنظيف. ✓ تقليل الحاجة للإضاءة الاصطناعية. ✓ تقليل استهلاك المواد عن طريق إطالة عمر الخدمة. ✓ زيادة جودة الهواء.	✓ منع انتشار البكتيريا وتكوينها. ✓ تقليل استخدام المواد الكيميائية في عملية التنظيف. ✓ التقليل من تكون الغازات الضارة التي تلوث البيئة بجعل المكونات الضارة في الهواء غير ضارة. ✓ لا تحتوي على أي مواد ضارة.	
إضاءة: • الثنائيات الباعثة للضوء (LEDs). • انبعاث الضوء العضوي الثنائيات (OLEDs).	✓ تقليل كمية الطاقة اللازمة للإضاءة. ✓ لا تحتاج إلى صيانة أو أقل حاجة، توفر كفاءة عالية وسطوعًا. ✓ عمر طويل وقوة تأثير عالية. ✓ تقليل تكاليف التبريد. ✓ لا تحتاج إلى مرشحات الألوان لتلوين الضوء، يمكن لمصابيح LED أن تنبعث من لون الضوء المطلوب. ✓ OLEDs رفيعة ومرنة للغاية ، ويمكن وضعها على أي شكل. ✓ لا تحتوي على مادة ضارة مثل الزئبق للبيئة وصحة الإنسان. ✓ منع فقدان الطاقة والحفاظ عليها. ✓ التوازن الحراري الداخلي يظل عند المستوى المثالي. ✓ توفير إضاءة طبيعية كافية.		
طاقة شمسية: • الخلايا الشمسية السيليكونية غير العضوية. • التقنيات النانوية الشمسية العضوية الرقيقة.	✓ كفاءة عالية ومناطق استخدام واسعة. ✓ تقييد استخدام الوقود المستنفد. ✓ زيادة استخدام الطاقة المتجددة. ✓ توفير الطاقة وتقليل تكاليف الطاقة.	✓ منع خسائر الطاقة. ✓ تقليل إطلاق الغازات الضارة. ✓ تقليل استهلاك المواد الخام.	

المصدر :

Ahmad Zeyad Aljenbaz, Dr Çiğdem Çağnan, "Evaluation of Nanomaterials for Building Production within the Context of Sustainability", European Journal of Sustainable Development (2020), p, p, 53-65

2. إمكانية الاستفادة من خصائص مواد النانو في مجال الدراسة:

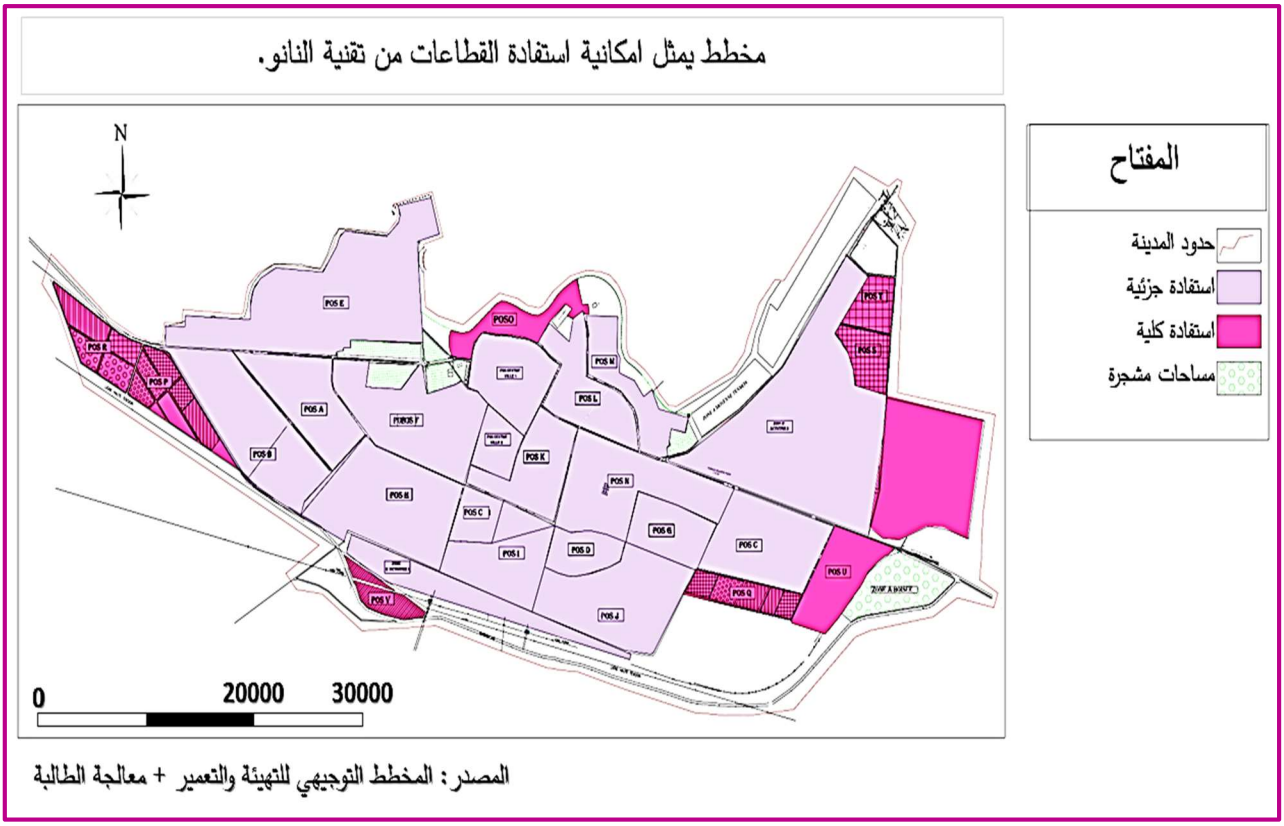
لتقنية النانو اتســـاع ومرونة عالية تمكن من تطبيقها في كافة الانشـــاءات وفي مختلف المناطق، ونظرا للتوسـع المتواصـل لمدينة أم البواقي والمسـاحات الشـاغرة التي تتوفر في أراضـي المدينة يمكن القول بأن اسـتخدام مواد البناء المحسـنة بتكنولوجيا النانو، أمر ممكن جدا، بالرغم من كون تكلفة تصـنيع هذه المواد عالية لكن يمكن توفير هذه الأموال لاحقا من خلال تجنب عمليات الصـــيانة والتجديد المســـتمرين، بالإضافة إلى تقليل التكاليف الناتجة عن الاستهلاك الطاقوي في بعض المجالات.

جدول 34: التقنيات والمواد الممكن الاستفادة منها في المساحات الشاغرة في مدينة أم البواقي:

التقنيات:	التأثير:	مواد البناء:
التنظيف الذاتي.	تأثير اللوتس. التحفيز الضوئي.	دهان التنظيف الذاتي. الزجـاج والطلاءات والبلاطات المطليـة بغشاء التنظيف الذاتي التحفيزي.
الأسطح سهلة التنظيف.	سـطح أملس ذو مقاومة سـطحية عالية. تأثير اللؤلؤ.	أغلفة جدران وسيراميك سهلة التنظيف. مينا فولاذي مع أسطح سهلة التنظيف.
تنقية الهواء.	التحفيز السطحي. التحفيز الضوئي.	الاســـمنت التحفيزي، بلاط الرصـــف التحفيزي.
العزل الحراري.	أدنى سمك مع أقصى قدر للعزل. رغوة نانوية خفيفة.	ألواح العزل الفراغي للمباني وشـبكات الأنابيب والالكترونيات. الهلام الهوائي للتجاويف، زجاج الهلام النانوي.
تنظيم درجة الحرارة.	خاصية تغيير الطور.	زجـاج تخزين الحرارة الكـامنـة، PCM، زجاج بلوري
مضـــاد أشـــعة الشـــمس والاشعة الفوق البنفسجية.	خاصية الانعكاس، تأثير الذاكرة خاصية الامتصاص.	الزجـــاج الفوتوكروماتيكي، الزجـــاج الالكتروكرومي، طلاء واقي.
الحماية من الحرائق.	خاصية مقاومة الحريق.	طلاء وزجاج ضد الحرائق،
الحماية من الجراثيم.	التحفيز الضوئي.	بلاط مضاد للجراثيم.
ضد الخدش والتآكل.	مقاومة الخدش.	طلاء لمختلف الاسطح.

المصدر: اعداد الطالبة.

المخطط رقم 09: المساحات الشاغرة الصالحة للاستفادة الكاملة من مواد البناء النانوية:



- لمدينة أم البواقي مساحات تقدر بـ 174.1 هكتار شاغرة منتشرة في مناطق مختلفة من المدينة، يمكن لهذه المساحات أن تستفيد بصفة كلية من تكنولوجيا النانو، سواء بمواد البناء المحسنة بهذه التقنية أو مواد الاكساء، نظرا لكون تشييد هذه المساحات سيبدأ من الصفر ما يجعل الاستفادة من تقنية النانو ممكنا في كافة مراحل الانشاء بداية من التصنيع الى التشطيب.
- أما بقية المساحات المعمرة في المدينة، فيصعب عليها الاستفادة الكاملة من هذه التكنولوجيا، فيمكن ان تستفيد جزئيا فقط وفي مراحل متأخرة كون المباني مشيدة بالفعل.

3. مصفوفة اختبار وتقييم المواد النانوية:

بعد تحليل مجالات استخدام المواد النانوية في العمران وعلاقتها بالاستدامة في الجدول السابق، والتطرق للمواد والتقنيات النانوية الممكن الاستفادة منها في مدينة أم البواقي، مصفوفة الاختبار التالية تسمح بتقييم التطبيقات المختلفة للمواد النانوية تبعا لمعايير الاستدامة.

جدول 35: مصفوفة اختبار وتقييم مواد النانو.

تطبيقات المواد النانوية في منتجات البناء / معايير اختبار المواد النانوية		المواد النانوية																							
		العوازل				الطلاءات																الاضاءة		الطاقة الشمسية	
		الهلام الهوائي	عزل الألغفية الرقيقة	العزل الحراري: VIPs	تنظيم درجة الحرارة: PCMs	التنظيف الذاتي	سهولة التنظيف	مكافحة الضبب	حماية من الأشعة فوق	مكافحة الكتابة على الجدران	مضاد للانعكاس	منع تكون البصمات	مقاوم للخدش	مقاومة التآكل	مضاد للميكروبات	مقاوم للرطوبة	المضاد للهب	الثنائيات الباعثة للضوء LEDs	الباعث الضوء العضوي الثنائيات OLEDs	الخلايا الشمسية السيليكونية غير العضوية	الثنائيات الشمسية العضوية الرقيقة
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	R	S	T	U
معايير الاستدامة البيئية – الاجتماعية - الاقتصادية	1	منع فقدان الطاقة والحفاظ عليها	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	2	تقليل استهلاك الموارد الطبيعية	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	3	تأخذ مساحة أقل من المواد التقليدية	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	4	تقليل تكاليف النقل	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	5	تقليل إنتاج الغازات الضارة بالبيئة	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	6	التوازن الحراري الداخلي يظل عند المستوى المثالي	+	+	+	+	O	O	+	O	+	+	O	O	O	O	+	O	+	+	O	O
	7	تقليل وقت العمل على التنظيف	O	+	O	O	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	O	O	O	O
	8	عمر طويل / سهل التطبيق/ مستدام	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	9	زيادة في جودة الهواء	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	O	O
	10	منع انتشار البكتيريا وتكوينها	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	O	O	O	O
	11	تقليل استخدام المواد الكيميائية في عملية التنظيف	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	12	لا تحتوي على مواد ضارة بالبيئة	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	13	لا تحتاج إلى إصلاح أو صيانة	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	14	كفاءة عالية ومساحة استخدام واسعة	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	15	زيادة استخدام الطاقة المتجددة	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	16	يوفر الطاقة ويقلل من تكاليف الطاقة	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	17	قابلة لإعادة الاستخدام	+	+	+	+	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	+	+	+	+
	18	قابلة لإعادة التدوير	+	+	+	+	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	+	+	+	+
	19	منتجات جديدة و باهظة	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20	الحاجة إلى استخدام معرفة وخبرة خاصة	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	21	صعوبات في الإنتاج والمراقبة بالمقياس النانوي	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	22	عدم وضوح معايير المعنى وطرق الاختبار	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	23	لم يتم تحديد التأثيرات على صحة الإنسان والبيئة بشكل كامل	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	24	لم يتم تحديد التأثيرات على البيئة / النظام البيئي	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

المصدر :

Ahmad Zeyad Aljenbaz, Dr Çiğdem Çağnan, "Evaluation of Nanomaterials for Building Production within the Context of Sustainability", European Journal of Sustainable Development (2020), p, p, 53-65

مفتاح علامات الاختبار:	التأثيرات الإيجابية (+)	التأثيرات السلبية (-)	لا تأثير أو تأثير غير معلوم (0)
نتائج الاختبار:	65.2%	24.2%	10.6%

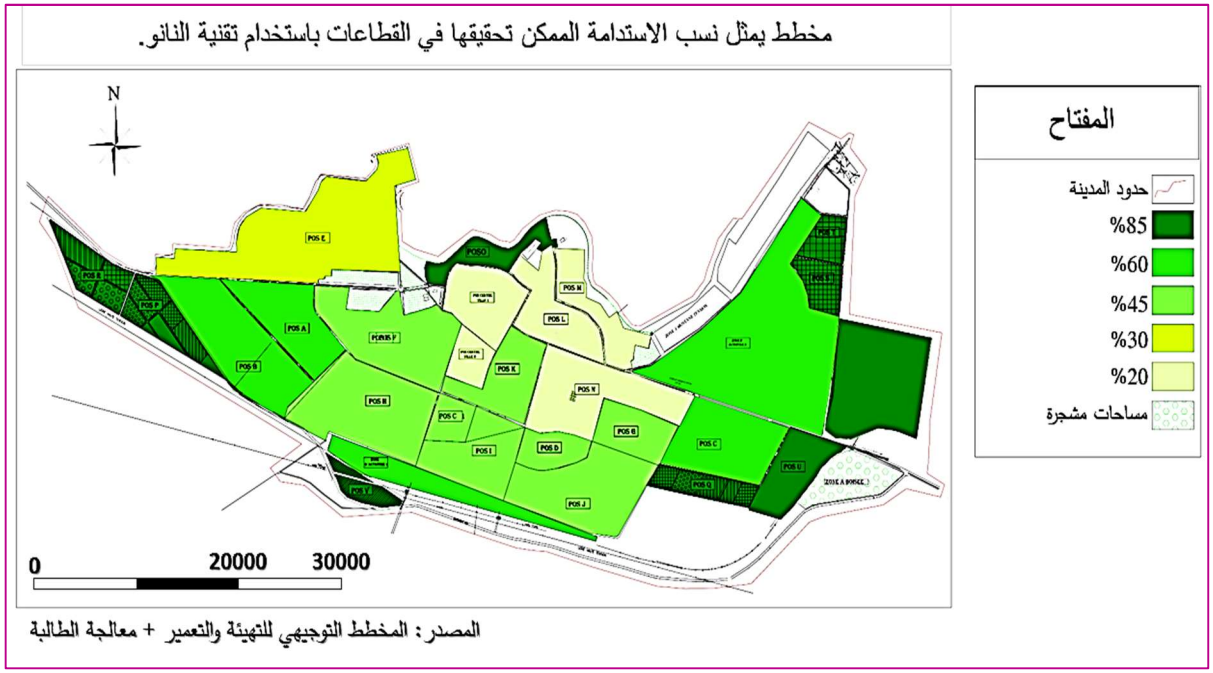
- من خلال الجدول رقم الذي يمثل مصفوفة اختبار وتقييم المواد النانوية المستخدمة في مجال الهندسة المعمارية والعمران تم فحص وتحديد الآثار المختلفة لهذه المواد على الاســتدامة، وقد أظهرت النتائج أن الآثار الإيجابية فاقت الآثار السلبية بـــــ 2.7 مرة اذ نجد ان نسبة الآثار الإيجابية وصلت إلى 65.2٪ في حين ان الآثار السلبية لم تتجاوز الـــ 24.2٪، بينما وصلت الآثار غير المعروفة وغير الفعالة اساسا إلى 10.6٪.

فاقت نسبة الآثار الإيجابية بقية الآثار، ويعتبر هذا نتيجة مشجعة جدا لانتهاج هذه التقنية في مجال البناء بالرغم من بقاء بعض التأثيرات طي المجهول على صحة الإنسان، خاصة في مراحل الإنتاج والتطوير، لكن عموما القول انه ان تم استخدام هذه التقنية بشكل جيد يمكن اعتبارها مفيدة وفعالة لتحقيق الاستدامة

قطعا، تبقى هناك حاجة إلى نظام تنظيمي لتحديد المواد النانوية المســـتدامة وتجنب مواد البناء الضـــارة لاستخدامها في إنتاج المباني.

- من خلال مصفوفة الاختبار يمكن تحديد نسب الاستدامة المتوقعة لكل القطاعات في مدينة أم البواقي بعد الاستفادة الكلية أو الجزئية من تقنية النانو.

المخطط رقم 10: نسب الاستدامة الممكن تحقيقها في القطاعات باستخدام تقنية النانو.



المصدر: المخطط التوجيهي للتهيئة والتعمير + معالجة الطالبة

- **المنطقة الأولى:** يمكن أن تحقق استدامة تصل إلى 85% وهذا عائد لطبيعة الأراضي كونها شاغرة وملك للدولة ما يترك للدولة حرية التصرف بها، من تقسيمات وتهيئة ومواد بناء.
- **المنطقة الثانية:** هذه المناطق قد تحقق استدامة تصل إلى 60% لأن أغلب أراضي هذه المناطق مستفيدة من السكنات الجماعية وبالتالي يبقى للدولة أحقية التصرف في مواد الإكساء الخاصة بهذه المناطق إضافة الى تحسين الطرقات والشبكات المختلفة، كذلك الأثاث الحضري، معتمدة على مواد نانوية فعالة.
- **المنطقة الثالثة:** قد تحقق هذه المنطقة استدامة بنسبة 45% لأن هذه المناطق تتنوع بين السكن الجماعي والفردي بنسب متقاربة، ما يصعب الاستفادة من تقنية النانو على مختلف المستويات.
- **المنطقة الرابعة:** قد تصل نسبة الاستدامة التي قد تحققها هذه المنطقة الى 30% فقط كون المنطقة يزيد فيها نسبة السكن الفردي على الجماعي، وبالتالي تكون هناك استفادة جزئية ضئيلة قد تشمل الطرقات وتصفيفات الأرصفة وبعض الواجهات الخاصة بالعمارات إضافة الى القطب الجامعي.
- **المنطقة الخامسة:** لا تتجاوز نسبة الاستدامة الممكن تحقيقها في هذه المنطقة الـ 20% كون المنطقة قديمة، ذات مشاكل جذرية وهيكلية، كما تحتل السكنات الفردية أغلب أراضي المنطقة ما يصعب أشغال التجديد والتحسين فيها، فتقتصر الاستفادة من تقنيات النانو في الطرقات والأرصفة وبعض الأثاث الحضري.

4. نتائج حول استخدامات تقنية النانو:

1. استخدام تطبيقات تقنية النانو في عملية التصميم أدى الى احداث تغير جذري في الفكر المعماري وأضاف بعداً جديداً للعمران.
2. تجاوزت تطبيقات تقنية النانو عقبات معمارية صعبة كانت تبدو مستحيلة التنفيذ.
3. أتاحت تطبيقات النانو إمكانيات واسعة في تصميم كتل مرنة منتظمة أو معقدة التشكيل.
4. ساهمت تقنية النانو في تحسين أداء العديد من مواد البناء والإكساء ورفعت من كفاءتها البيئية والمعمارية.
5. تساهم عمارة النانو في تحسين وإزالة التلوث البيئي وأيضا تحسين البيئة الداخلية والخارجية في مجال تلوث الهواء والقدرة على معالجة وتنظيف الواجهات وتعمل على التحكم في عملية إدخال الشمس.
6. تعزز عمارة النانو التفاعل مع المستويات المختلفة من الذكاء فتحول غلاف المباني الثابت مثلا الى ونظام ديناميكي مختلف التفاعل، يتكيف مع احتياجات البناء والمستخدم.

5. اقتراحات لتحسين مشروع تهيئة مخطط شغل الأراضي ر POS R:

1.5. الطرقات:

يمكن استخدام مركبات السيليكا النانوية المصممة هندسيًا، لتكون مادة رابطة جديدة صديقة للبيئة في الاسفلت، لمنع تعرض الرصيف للرطوبة والتلف بمرور السنوات، بالإضافة إلى فئة جديدة من خليط الاسفلت الدافئ الخافض لدرجات الحرارة، حيث تخلط هذه التقنية المواد الاسفلتية بتخفيض درجات الحرارة عند وضعها على الرصيف، وتقلل بشكل كبير من استهلاك الطاقة، كما تخفض هذه التقنية انبعاثات الغازات الدفيئة المسببة في الاحتباس الحراري أثناء إنتاج خلائط الاسفلت، مقارنة بالإسفلت التقليدي، اذ يمكن لتقنيات خليط الاسفلت الدافئ أن **تقلل من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون** بنسبة تصل إلى 15 %.[57]

هذا المركب النانوي الجديد عبارة عن مادة **منخفضة التكلفة وغير سامة**، ويمكن أن تسد فجوة في تقنية خليط الأسفلت الدافئ، من خلال التأثير الكبير على ثباتها لفترة طويلة من الزمن.

ان إضافة الجزيئات النانوية المقواة بالمعادن، تقلل من الانبعاثات المرتبطة بالأسفلت، وتزيد من عمر أرصفة الطرق، كما تتطلب تركيزات أقل وزناً بنسبة 0.3 % من المواد التجارية المستخدمة في خليط الأسفلت، وبالتالي لديها القدرة على تجاوز بعض التحديات المرتبطة بالطرق قليلة المتانة.

2.5. السكنات:

- استخدام الخرسانة المحسنة بثاني أكسيد التيتانيوم النانو، حيث يعمل هذا الأكسيد على زيادة القوة وتقنيات التشكيل في الخرسانة، وبفضل عملية التحفيز الضوئي يصبح قادرا على منع تلوث الأسطح ومضاداً للبكتيريا ويساعد في تنقية الهواء.
- استخدام النانو سيليكا لتحسين الاسمنت يزيد من مقاومته وقوة ضغطه فتصل الى 18٪ أكثر.
- الاعتماد على فولاذ النانو المرن القابل للتشكيل والمقاوم للتآكل والحرارة في كامل هيكل المبنى، تقلل من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وحرية ومرونة في تشكيل الفراغات ذات مساحات كبيرة محررة من العناصر الإنشائية.
- استخدام ألواح العزل الفراغي VIPs لتحقيق أقصى قدر من العزل الحراري مع أدنى سمك للعزل.

[57] موقع هاشتاقات، https://q8hashtagat.com/ تاريخ التصفح 2022/05/16.

- استخدام طلاء نانوي خارجي للعمارة يمتاز بخاصية التبريد الإشعاعي على السطح الخارجي.
- استخدام زجاج التنظيف الذاتي المغلف بالنانو تيتانيوم.
- استخدام زجاج نوافذ ينقي ويعكس الأشعة فوق البنفسجية / الأشعة تحت الحمراء من أجل السيطرة على اكتساب الحرارة الشمسية غير المرغوب فيها في الاتجاهات الأكثر عرضة للإشعاع الشمسي.
- استخدام مادة «SurfaPore ThermoDry»، للعزل فهي مادة عزل حراري ومائي تقوم بخفض درجة حرارة الجدران، دون التأثير على لون الدهانات أو شكلها الظاهري، والحماية من مياه الأمطار وتسربات المياه.

3.5. شبكة التزويد بالمياه وشبكة الصرف الصحي:

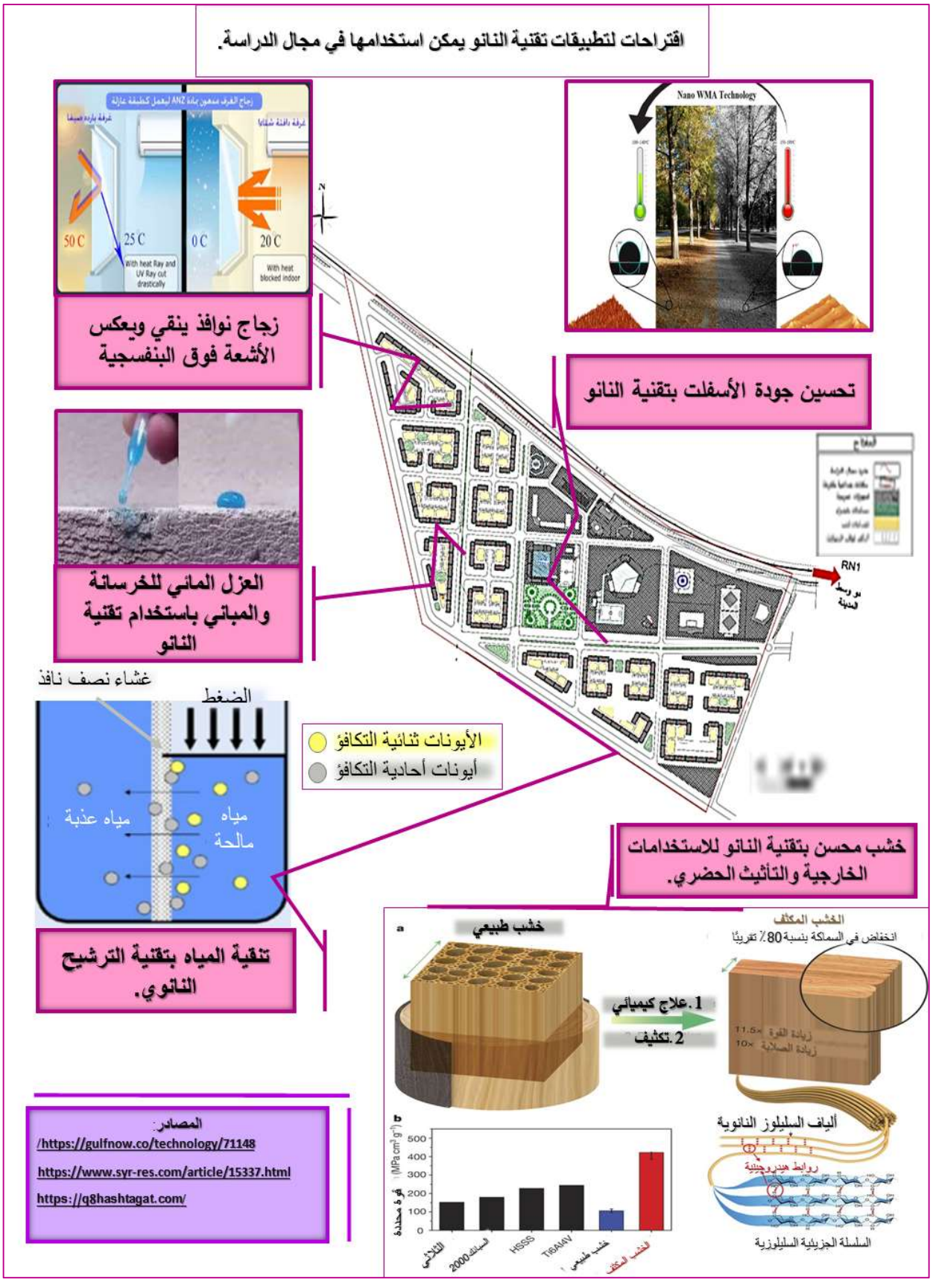
- استخدام أنظمة تتحكم في نوعية المياه باستخدام انابيب امداد وصرف محسنة بجزيئات النانو التي تعمل على إزالة الملوثات من المياه، وتنقية المياه المتدفقة.

اذ ان تشكل المعضلة بين التطهير الفعال وتشكيل منتجات التطهير السامة تحديًا كبيرًا لصناعة المياه، فتكمنت تكنولوجيا النانو من فتح مجال للتطهير والتحكم الميكروبي دون خوف من الآثار السلبية، فالعديد من المواد النانوية بما في ذلك جزيئات الفضة النانوية والزنك النانوي والنانو تيتانيا وأنابيب النانو الكربونية تظهر خصائص مضادة للميكروبات بدون أكسدة قوية وبالتالي لديها ميل أقل لتشكيل منتجات التطهير السامة.

4.5. المساحات العامة والمفتوحة:

- استخدام سطح معدني مغلف بغطاء التبريد من جسيمات نانوية لها خاصية التبريد حيث لا تمتص الطاقة الشمسية غير المرغوب فيها في مواقف الحافلات.
- للتأثيثات الحضرية كالمقاعد يتم استخدام الخشب المحسن بأكسيد الألومنيوم النانوي الذي يزيد من صلابته ومقاومته للتآكل والخدش وأكسيد الحديد وثاني أكسيد التيتانيوم النانوي اللذان يعملان على حماية الخشب من الأشعة فوق البنفسجية ومقاومة الفطريات والعفن والطحالب بالتالي زيادة عمره الزمني.
- يؤثر الخشب على أداء المدني في الحصول على فراغات داخلية ذات بيئة مريحة والقليل من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون وتقليل التكلفة الاقتصادية
- استخدام طلاء وقائي لحماية الأثاث من التعرض للأشعة فوق البنفسجية.
- استخدام بلاط رصف يعمل على تنقية الهواء بواسطة آلية التحفيز الضوئي.

صورة 29: اقتراحات لتطبيقات تقنية النانو يمكن استخدامها في مجال الدراسة.



المصدر: اعداد الطالبة.

6. النتائج المتوقع الحصول عليها:

- تقليل العديد من الآثار الضارة من البيئة المحيطة.
- تقليل تكلفة تشغيل المبنى من خلال التقليل من انتقال الحرارة إلى المبنى مما يؤدي إلى تقليل استخدام الكهرباء في تكييف الهواء.
- توفير العديد من الأدوات والتنوعات الفعالة في تطوير أفكار للمهندسين المعماريين التصميمية.
- تطبيق تقنية النانو في الداخل يساعد مستخدم المساحة على الشعور بمزيد من الراحة والحماية من الآثار الضارة المحيطة.
- زيادة إنتاجية المستخدم وأدائه.
- تحقيق تكامل بين المواد النانونية والمواد التقليدية بحيث لا تقتصر على تحسين خصائص المواد الأصلية فحسب، بل يمكن أن تخلق خصائص وظيفية جديدة.
- يوفر استخدام مواد النانو في التطبيقات المعمارية المختلفة العديد من المزايا البيئية والاقتصادية المتعلقة بكفاءة الطاقة والحفاظ على الموارد التي هي مبدأ أساسي من مبادئ الاستدامة، حيث تساعد في الحد من التلوث البيئي وتأثيره على تغير المناخ.
- تظهر مواد النانو خصائص مميزة عن نظيرتها من المواد التقليدية في مجال الاستدامة.
- من الناحية الاقتصادية، تعمل أسطح التنظيف الذاتي على خفض تكلفة التنظيف، أما من الناحية الأيكولوجية تعد تلك المواد مفيدة أيضا وذلك عندما يكون هناك امكانية لتمديد عمر المواد، فالمواد تعاني من التلف بصورة أقل من التنظيف العادي أو المنظفات الكيميائية، وبالمثل فإنها أقل تلويثا للبيئة مما يساهم في الحفاظ على الموارد.
- تتميز مواد النانو العازلة بقدرتها على الجمع بين العديد من الوظائف المعمارية في نفس الوقت، حيث تحقق أقصى قدر من العزل الحراري من خلال استخدام ألواح العزل المفرغة مقارنة بالمواد التقليدية، كما تعمل مادة (الايروجل) على زيادة كفاءة العزل الحراري وتحسين كفاءة العزل الصوتي والحد من انقلاب حرارة الشمس، وكذلك القضاء على تباينات الاضاءة الشديدة والمحافظة على شفافية الزجاج وخفض تكاليف الطاقة في الإضاءة الصناعية، بالإضافة إلى مقاومة التكثيف لمنع نمو العفن والفطريات.

7. نتائج عامة:

- ✓ لتقنية النانو القدرة على أن تصبح الرائدة في أساليب وتقنيات البناء للألفية الجديدة في الدول المتقدمة والعالم النامي على حد ســـواء وهذه التقنية لا يمكن لها بالتأكيد أن تحل محل كل التقنيات الأخرى المستخدمة في العمران.
- ✓ تقنية النانو هي عبارة عن تقنية جديدة من الممكن أن تفتح عالما جديدا من المواد والخامات الجديدة في البناء.
- ✓ تقنية النانو تحســـن الاداء المعماري وأيضـــا تســـاهم في التغلب على القضـــايا البيئية، مثل ظاهرة الاحتباس الحراري وذلك عن طريق تقليل انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2.
- ✓ تقنية النانو تعطى للمواد خواص جديدة تســـاعدها على الصـــمود أمام الظروف المناخية المختلفة وبالتالي تعمل على خفض تكاليف التشغيل والصيانة وأيضا تكاليف الطاقة.
- ✓ استخدام مبادئ دورة الحياة للمباني في ظل تقنية النانو يمكن من الوصول إلى انشاء عمارة خضراء بمعايير فريدة وجودة عالية.
- ✓ عن طريق تقنية النانو في العمارة تم إنتاج دهانات ومواد طلاء جديدة مقاومة لأشـــعة الشـــمس فوق البنفسجية، مما جعل المبنى يوفر لنفسه حماية عالية دون التأثير على جودة المنتج والعمر الافتراضي للدهان إضـــافة الى تحســـين الهواء ودرجة الحرارة الداخلية لأن الدهان يحد من امتصـــاص الرطوبة ونظافة المبنى بسبب خاصية التنظيف الذاتي وأيضا قلة التكلفة في طاقة المستخدمة للتكييف والتدفئة والصيانة المستمرة.
- ➢ يمكن التنبؤ بأن هذه التقنية الجديدة الرائعة ستكون ضرورية الاستخدام في هذا القرن وعلينا أن نقوم باستخدامها في الاتجاه الصحيح، للمساهمة في التنمية البشرية.
- ➢ تأخذ تكنولوجيا النانو مواد البناء الداخلية الي مســـتويات جديدة من حيث الأداء في مجالات الطاقة والضـــوء، حيث نجد ان مواد النانو حققت عدة نجاحات في الجانب الجمالي والوظيفي والاقتصـــادي والبيئي.
- ➢ عند اســتخدام تكنولوجيا النانو يمكن وصــف المبني من خلال الجمع بين الذكاء والاســتدامة في آن واحد، حيث ان بعض التكنولوجيات الذكية توفر أفكار وتكنولوجيات اخرى تحقق نتائج الاستدامة.
- ➢ لا وجود لقيود في الفكر التصميمي عند استخدام تقنية النانو والاستفادة من مميزتها، باستخدامها سواء في مباني تراثية او حديثة او مباني عامة او خاصة.

- لتكنولوجيا النانو إمكانات هائلة في مجال العمران، وعلى سبيل المثال انشاء معامل ومستشفيات خالية من الجراثيم ومباني مقاومة للماء إضافة الى حماية البيئة الحضرية.
- اهم التطورات في هذه التكنولوجيا هي التطورات والتحسينات الحاصلة للخرسانة حيث نجد منها الخرسانة فائقة القوة والخرسانة الضوئية والخرسانة ذاتية التسخين والخرسانة القابلة للانحناء والخرسانة المضاف لها أنابيب الكربون النانوية.
  - ✓ الخرسانة النانوية المحتوية على النانو سيليكا بدلاً من جزيئات السيليكا الدقيقة أو أبخرة السيليكا المعروفة، تمتاز بقوة ضغط أولية ونهائية أعلى، وقابلية تشغيل أعلى، ونفاذية أقل، بالإضافة إلى ذلك، يتم أيضًا تحقيق قوة شد أعلى ومقاومة أفضل، مزايا هذه الخرسانة عديدة منها امكانية تقليل أقسام الأعمدة في المباني، أيضًا تقليل كمية حديد التسليح فيها، وفي الطرق السريعة وأنفاق السكك الحديدية، يمكن إنشاء أجزاء أنفاق أرق مما يؤدي إلى توفير كبير في اعمال الحفر.
  - ✓ الخرسانة التحفيزية الضوئية هي مادة خضراء، معها يمكن بناء الهياكل التي تحافظ على مظهرها الجديد لعقود.
- لا يمكن أن تتشبث الملوثات المختلفة مثل الطحالب والبرنقيل بالدهانات النانوية المحتوية على انابيب النانو الكربونية، والتي يمكن أن تزيد من توفير الوقت في إعادة طلاء الهياكل البحرية الضخمة.

8. المخاطر المرتبطة بالجسيمات النانوية:

بصرف النظر عن الفوائد، هناك بعض المخاطر الخطيرة المرتبطة بالتعرض للجسيمات النانوية وفي هذا السياق يجب أن تكون القضايا الصحية الخطيرة المتعلقة باستخدام مواد النانو مفهومة جيدًا وأن تكون العلاجات الخاصة بها إلزامية.

جسيمات النانو دقيقة جدًا في الحجم وبالتالي فهي محمولة في الهواء وتنتقل بالماء ويمكن أن يصبح الموقف خطيرًا عندما تكون هذه الجسيمات النانوية ذات طبيعة سامة، كجزيئات التيتانيا النانوية التي يحتمل ان يكون لها طبيعة سامة كما ذكرت وزارة الصحة الأمريكية.

من الضروري معالجة القضايا الصحية المتعلقة بتقنية النانو قبل تطبيقها لأن كل هندسة وتكنولوجيا تهدف إلى مصلحة المجتمع البشري.

جذبت تكنولوجيا النانو والمواد النانوية اهتمامًا علميًا كبيرًا بسبب الاستخدامات الجديدة المحتملة للجسيمات في مقياس النانومتر، وبالتالي، تم استخدام قدر كبير من الأموال والجهود، على الرغم من أن الحصة السوقية الإجمالية لمنتجات النانو للبناء اليوم صغيرة ومطبقة في الأسواق المتخصصة،

لكن من المتوقع أن تنمو هذه الحصة في المستقبل القريب، وستلعب الجسيمات النانوية دورًا مهمًا كأساس لتصميم وتطوير صناعة مواد البناء.

على الرغم من أن مواد البناء قد لا تشكل سوى جزء صغير من هذا الجهد العام، إلا أنها قد تدفع مبالغ هائلة في مجالات الاختراعات التكنولوجية والفوائد الاقتصادية.

9. يجب الإشارة الى:

أنه لاتزال الاكتشافات تتوالى في مجال النانو تكنولوجي، اذ اننا على ضفاف بحر واسع من العلم المخزن وغير المكتشف بعد، اكتشاف جديد يوميا في هذا المجال يفتح أمامنا العديد من الآفاق والدروب من أجل استخدامات واختراعات وتحسينات لامتناهية المواد والصناعات في مختلف المجالات ويستمر التحقيق في التطبيقات المختلفة لتقنية النانو لبناء مواد بناء جديدة، اذ أن علم الصغائر اللامتناهية يحدث تغييرات كبيرة، مع فوائد اقتصادية مختلفة لصناعة البناء.

يمكن أن تختلف تطبيقات تقنية النانو في الهندسة المعمارية بشكل كبير من المراحل الأولى للتصميم إلى اللمسات النهائية للتشطيبات وطول عمر المبنى.

تمنحنا تقنية النانو الفرصة للانتقال إلى مجالات جديدة ذات قيمة اضافية عالية من خلال إنشاءات معمارية جديدة وتغيير بعض التقنيات التقليدية بشكل جذري.

خاتمة عامة:

هيمنت التقنيات الفائقة وعلى وجه الخصـوص تقنية النانو على مختلف مجالات الحياة وخصـوصـاً العمارة من خلال قدرتها على إنتاج مواد جديدة أو تحســـين خواص مواد معينة، وهذا ما أدى الى ظهور عمارة النانو والتي تعتبر أحدث وأهم ما وصلت اليه التقنيات الفائقة في القرن الحادي والعشرين حيث أعطت هذه العمارة النانوية إمكانيات عديدة لتصـــميم انشـــاءات معمارية متفاعلة مع البيئة الطبيعية وذلك من خلال استخدام خامات البناء المحسنة بتقنيات النانو مثل الزجاج والخرسانة وغير ذلك، وقد تناول هذا البحث العديد من المفاهيم المتعمقة بمجال النانو ومدى تأثير هذه التقنية على العمارة، وما أتاحته من خصائص متقدمة لنظم الإنشاء وخامات البناء المتنوعة سواء كانت الخرسانة أو الفولاذ أو الخشـب أو مواد الإكسـاء المختلفة التي تأثر على الشـكل المعماري للمبنى، وعلى زيادة كفاءة المباني، وكذا ابراز علاقة كل ذلك بالاستدامة.

قائمة المراجع

المراجع باللغة العربية:

الكتب:

1. صـــفات ســـلامة، منير نايفة. " النانو تكنولوجي–مقدمة في فهم علم النانو. الطبعة الأولى، بيروت، الدار العربية للعلوم ناشرون، 2009.
2. فؤاد نمر الرافعي، "مفاهيم اســـاســـية في تقنية النانو" جامعة ذي قار، كلية العلوم، العراق، 2015–2016.

الرسائل والمذكرات:

1. عبد الرحمن العايب. "التحكم في الاداء الشـامل للمؤسـسـة الاقتصـادية في الجزائر في ظل تحديات التنمية المسـتدامة"، رسـالة دكتوراه، الجزائر، كلية العلوم الاقتصـادية والعلوم التجارية وعلوم التسـيير، جامعه فرحات عباس، سطيف 2010 2011.
2. منى هرموش، "مقارنه دور تنظيمات المجتمع المدني في التنمية المســـتدامة"، رســـالة ماجســـتير، الجزائر، كليه الحقوق، جامعه الحاج لخضر، باتنة 2009 2010.
3. هجيرة سـعودي. "الاسـتدامة والمدينة الممارسـات في العمران المعاصـر حاله الجزائر"، رسـالة دكتوراه، الجزائر، كلية العلوم والتكنولوجيا، قسم الهندسة المعمارية، جامعة محمد خيضر، بسكرة، 2012.

المجلات

1. أحمد نبيه المنشـاوي،" تقنية النانو كمدخل للعمارة الخضـراء"، مجلة العلوم البيئية جامعة عين شـمس معهد البحوث والدراسات البيئية، المجلد 37، الجزء الثاني، مارس 2017.
2. ايهاب محمود عقبة،"التصميم البيئي لمواد البناء والانشاء"، جامعة الفيوم، القاهرة، مصر، 2007.
3. د. ســـعيد ســـلمان الخواجة "آفاق البيئة والتنمية"، عن مركز العمل التنموي "معا"، العدد 84، عمان، أيار 2016
4. علا حربة كلية العمارة. " العمارة في ظل تقنية النانو". مجلة جامعة البعث، المجلد 39، العدد 18، 2017
5. فاديه عثمان عبد الحليم. "مفاهيم الاســـتدامة كركيزة لدعم الحياة بالحيز الحضـــري"، مجلة جامعة الأزهر، المجلد 12، العدد 45، معهد اكتوبر العالي للهندســـة والتكنولوجيا الســـادس من أكتوبر، 2017.
6. د. فريد صبح القيق. "مفاهيم الاستدامة كمنهجية شاملة لتقييم المخططات العمرانية– قطاع غزة كحالة دراسية–"، كلية الهندسة، الجامعة الإسلامية بغزة، 2010.

7. محمد محمد عبد الحميد، "الاستدامة في مناهج التعليم المعماري"، مجلة جمعية المهندسين المصرية، المجلد 59، العدد02، جامعة الأزهر،2020.

التظاهرات والملتقيات العلمية:

1. سبنا المرضي ابراهيم حبيب الله، " نحو عمارة ذكية ومستدامة باستخدام النانو تكنولوجي"، المؤتمر الدولي للعلوم التقنية (ICST2019)، جامعة بنغازي، بنغازي، 2019.
2. عبد الرحمان العايب، أسماء بن عبد الله. "استدامة المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في الجزائر: السياق والتحديات"، "الملتقى الوطني حول اشكاليه استدامه المؤسسات الصغيرة والمتوسطة"، جامعة الشهيد حمه لخضر، الوادي، 2017.

المواقع الالكترونية:

1. عبد الله علي، "مفهوم الاستدامة"، موقع حياتك. كوم
2. (النظام العالمي للتنمية المستدامة) GSSD
3. الموقع الرسمي للأمم المتحدةUN https://www.un.org/ar /
4. موقع هاشتاقات، https://q8hashtagat.com/

المصالح:

1. مديرية البناء والتعمير لولاية أم البواقي.
2. مديرية الأرصاد الجوية أم البواقي.
3. مديرية البرمجة ومتابعة الميزانية.
4. الديوان الوطني للإحصاء ONS.
5. مديرية البيئة لولاية أم البواقي.
6. مديرية النقل لولاية ام البواقي
7. المصلحة التقنية لبلدية أم البواقي
8. مديرية التخطيط والتهيئة العمرانية لأم البواقي
9. مديرية التعمير والبناء

المراجع باللغة الفرنسية:

المواقع الالكترونية:

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques Le Québec © Gouvernement du Québec, 2022

المراجع باللغة الانجليزية:

1. Ammar Dahlan, “Smart and Functional Materials Based Nanomaterials in Construction Styles in Nano-Architecture.”, Silicon, Saudi Arabia, King AbdulAziz University, Faculty of Environmental, Department of Architecture Design, Jeddah, August 2019.
2. Anon (1994), “Insulation and Energy”, Architecture Today
3. Anwar Khitab and Muhammad Tausif Arshad, **“NANO CONSTRUCTION MATERIALS: REVIEW**”, Department of Civil Engineering, Mirpur University of Science and Technology, Allama Iqbal Road, Mirpur, Azad Kashmir, Pakistan, 2014
4. Burek, S. and Fairbairn, A. (1993), “Analysis of energy use data and building characteristic”, Proceedings of First International Conference on Environmental Engineering, De Montfort University, Leicester
5. Conway, G.R., 1987. The properties of agroecosystems. Agricultural Systems, 24(2)
6. Howard, N. and Sutcliffe, H. (1993), “Embodied energy, the significance of fitting-out offices”, BRE 180/22/9, BRE, Garston.
7. Kerry Turner, R., 1988. Sustainable environmental management: principles and practice., Belhaven Press.
8. Maged Fouad El-Samny, “NanoArchitecture Nanotechnology and Architecture”, For the degree of Master of Science,eygpt, University of Alexandria, Faculty of Engineering, Department of Architecture, 2008.
9. Pravin Khandve Nanotechnology for Building Material International Journal of Basic and Applied Research Special Vol. 04 Dept.of Civil Engineering, Prof. Ram Meghe College of Engineering and Management, Badnera-Amravati January 2014
10. Sen, A., 2001. Development as freedom, Oxford Paperbacks
11. Youmatter, Sustainability – What Is It? Definition, Principles and Examples", , 23/1/2021.

الملخص:

تهدف هذه الدراسة الى معرفة مدى الاستدامة التي يمكن تحقيقها اعتمادا على تكنولوجيا النانو في العمران وذلك من خلال دراسة مختلف تطبيقات تقنية النانو في مواد البناء والإنشاء والإكساء، ومن أجل تحقيق هذا الهدف تم اتباع المنهج الوصفي التحليلي، من خلال عدة مراحل متتابعة بداية من الجانب النظري الذي تناول مختلف الدراسات المتعلقة بالاستدامة وتقنية النانو والعلاقة الرابطة بينهما، الى الجانب العملي المتمثل في دراسة تحليلية لمدينة أم البواقي ومخطط شغل الأراضي POS R وذلك بالاعتماد على العديد من الكتب والمقالات، التي تتناول موضوع الدراسة بالإضافة إلى تقارير لمختلف الإدارات في مدينة أم البواقي، وقد أظهرت نتائج الدراسة أن لتقنية النانو القدرة على أن تصبح الرائدة في أساليب وتقنيات البناء للألفية الجديدة في الدول المتقدمة والعالم النامي على حد سواء، لما لها من قدرة على تحسين الاداء المعماري وأيضا تساهم في التغلب على القضايا البيئية، مثل ظاهرة الاحتباس الحراري وذلك عن طريق تقليل انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 بالإضافة إلى أن تقنية النانو تعطى للمواد خواص جديدة تساعدها على الصمود أمام الظروف المناخية المختلفة، نظرا للتوسع المتواصل لمدينة أم البواقي والمساحات الشاغرة التي تتوفر عليها أراضي المدينة يمكن القول بأن استخدام مواد البناء المحسنة بتكنولوجيا النانو، أمر ممكن جدا وله فاعلية ممتازة، سواء على مستوى المدينة أو مجال الدراسة، " مخطط شغل الأراضي POS R وبالرغم من كون تكلفة تصنيع هذه المواد عالية لكن يمكن توفير هذه الأموال لاحقا من خلال خفض تكاليف التشغيل والصيانة وأيضا تكاليف الطاقة.

الكلمات المفتاحية:

الاستدامة – تكنولوجيا النانو – مدينة أم البواقي – مخطط شغل الأراضي POS R.