جامعة المنصورة
كلية الهندسة
قسم الهندسة المعمارية

تأثير الإنشاءات الخفيفة علي التشكيل المعماري

رسالة مقدمة من الباحثة

م/ أسماء رمضان محمد العنتري

كجزء من متطلبات الحصول علي درجة الماجيستير في الهندسة المعمارية

المشرفون

أ.د.م محمد عصمت العطار.
أستاذ مساعد – قسم الهندسة المعمارية
كلية الهندسة – جامعة المنصورة

أ.د.م محمد محمد طه العزب.
أستاذ مساعد – قسم الهندسة المعمارية
كلية الهندسة – جامعة المنصورة

للحصول علي درجة الماجستير

2005

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ 31 ﴾ قَالُواْ سُبْحَانَكَ لاَ عِلْمَ لَنَآ إِلاَّ مَا عَلَّمْتَنَآ إِنَّكَ أَنتَ
الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ ﴿ 32 ﴾

صدق الله العظيم

سورة البقرة آية ﴿ ﴾

شكر وتقدير

الحمد لله الذي وفقني لعمل وتقديم هذه الرسالة وأدعو الله أن تكون في صالح أعمالي، وأتقدم بالشكر لكل من عاونني ولو بالدعاء سواء من أسرتي – أساتذتي– زملائي أو أصدقائي، وأتمني لهم جميعا التوفيق بإذن الله، واخص بالذكر البعض منهم لما قدموه لي من مؤازرة.

أتقدم بالشكر لأبي وأمي وأخوتي (محمد–إيمان–طه) وزوجي، الذين ساعدوني وآزروني كثيرا.

كما أتقدم بخالص شكري وتقديري لأستاذي الجليل أ.د.م/محمد عصمت العطار (أستاذ مساعد – قسم الهندسة المعمارية–كلية الهندسة – جامعة المنصورة) والذي لم يدخر أي مجهود في المساعدة والتوجيه والمؤازرة طوال الوقت.

كما أشكر أ.د.م/محمد طه العزب (أستاذ مساعد – قسم الهندسة المعمارية–كلية الهندسة – جامعة المنصورة) علي توجيهاته ومعاونته الدائمة.

كما أشكر د.م/عادل كامل جبر (مدرس التربة والاساسات–قسم الهندسة المدنية–كلية الهندسة–جامعة المنصورة) لما قدمه لي من عون ومساعدة.

وأدعو الله أن يكون هذا العمل لبنة في طريق العلم.

والله الموفق

إهـداء

إلي والدتي الحبيبة

إلي والدي الحبيب

اللذان تعجز الكلمات عن موافاتهما حقهما

إلي زوجي وابنتي "شهد"

قائمة المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
مقدمة.....	أ
أهداف الدراسة.....	أ
منهجية الدراسة.....	ب
هيكل الدراسة.....	ب
الباب الأول:- التشكيل المعماري	
تمهيد.....	1
1- 1 مفهوم التشكيل.....	1
1- 1–1 منابع الإبداع التشكيلي في العمارة.....	1
1- 1- 1- 1 الطبيعة.....	2
1- 1- 1- 2 التراث والخبرات السابقة.....	2
1-1- 2 أساليب التعامل مع منابع الإبداع.....	3
1- 1–2- 1 التقليد.....	3
1-1–2- 2 التجريد.....	3
1- 1- 2- 3 الإستلهام.....	3
1- 1–3 التشكيل في الطبيعة.....	4
1- 1–4 التشكيل المعماري.....	5
1- 1–5 منهج الإبداع التشكيلي.....	5

1- 2 مقومات عملية التشكيل المعماري..... 6
1- 2–1 الخصائص البصرية لعناصر التشكيل المعماري..... 6
1- 2- 1- 1 الجمال..... 6
1- 2- 1- 2 الشكل..... 13
1- 2- 1- 3 اللون..... 17
1- 2- 1- 4 الملمس..... 18
1- 2- 1- 5 الشفافية والمسامية..... 18
1- 2–2 أسس عملية التشكيل المعماري..... 19
1- 2- 2- 1 الوحـــدة..... 19
1- 2- 2- 2 الاتزان..... 20
1- 2- 2- 3 الإيقاع..... 21
1- 2- 2- 4 المحورية والمركزية..... 22
1- 2- 2- 5 تأكيد الاتجاه..... 22
1- 2- 2- 6 المقياس..... 22
1- 2- 2- 7 نسبة الأبعاد..... 23
1- 3 إدراك التشكيل المعماري..... 24
1- 3–1 عملية الإبصار كمدخل لدراسة الإدراك..... 24
1- 3- 1- 1 مفهوم عملية الإبصار..... 24
1- 3- 1- 2 جوانب عملية الإبصار..... 24

1- 3- 1- 3 العوامل المؤثرة على عملية الإبصار..... 25
1- 3–2 مفهوم عملية الإدراك..... 26
1- 3–3 الإدراك البصري..... 27
1- 3–4 مستويات الإدراك البصري..... 27
1- 3–4- 1 إدراك الشكل..... 27
1- 3–4- 2 إدراك اللون..... 28
1- 3–4- 3 إدراك الفراغ والعمق..... 29
1- 3–4- 4 إدراك الحركة..... 29
1- 3–5 العوامل المؤثرة على الإدراك البصري..... 32
1- 3- 5- 1 العوامل المتعلقة بالمشاهد..... 32
1- 3- 5- 2 عوامل متعلقة بظروف عملية المشاهدة..... 33
1- 3- 5- 3 عوامل متعلقة بالجسم المدرك..... 33
1- 3–6 الخداع البصري..... 34
1- 3- 6- 1 خداع بصري ناتج عن خداع النظر..... 34
1- 3- 6- 2 خداع بصري ناتج عن الظواهر المنظورية..... 35
خلاصة الباب الاول..... 36
الباب الثاني:- الإنشاءات الخفيفة
تمهيد..... 37
2- 1 مفهوم الإنشاءات الخفيفة..... 37

2- 2 تطور الانشاءات الخفيفة..... 38
2- 2- 1 مساكن البدو الرحل..... 38
2- 2- 2 خيام الحضارات المدنية..... 39
2- 2- 3 تطور الإنشاء الخفيف خلال النصف الثاني من القرن التاسع عشر والقرن العشرين..... 40
2- 3 مواد ومكونات الإنشاء الخفيف..... 42
2- 3- 1 المعادن..... 43
2- 3- 2 المواد غير العضوية وغير المعدنية..... 43
2- 3- 3 الخشب ومنتجاته..... 43
2- 3- 4 اللدائن الإنشائية..... 44
2- 3- 5 الألواح متعددة الطبقات..... 45
2- 4 نظم الإنشاء الخفيف وتطبيقاتها..... 47
2- 4- 1 المنشآت الخفيفة ذات البحور الصغيرة والمتوسطة..... 47
2- 4- 2 التغطيات الخفيفة ذات البحور الكبيرة..... 48
2- 5 العوامل المؤثرة على استخدام المنشآت الخفيفة..... 49
2- 5- 1 العوامل الوظيفية والإنشائية المؤثرة على استخدام المنشآت الخفيفة..... 50
2- 5- 1- 1 الحاجة لتحقيق مرونة تصميمه عالية..... 50
2- 5- 1- 2 الحاجة لتغطية بحور كبيرة..... 50
2- 5- 1- 3 تقليل الوزن الذاتي للمنشأ..... 50
2- 5- 1- 4 تقليل زمن التشييد..... 51

2- 5- 1- 5 عمراستخدام المنشأ..... 51
2- 5- 1- 6 أهمية الشكل في تحقيق الكفاءة الإنشائية..... 52
2- 5- 2 المحددات الجمالية والتشكيلية المؤثرة على استخدام المنشآت الخفيفة... 52
2- 5- 2- 1 التعبير الصحيح عن الإنشاء..... 52
2- 5- 2- 2 شفافية وانفتاح الفراغ الداخلي مع الخارج..... 53
2- 5- 2- 3 الألوان بالمنشآت الخفيفة..... 53
2- 5- 2- 4 أشكال المنشآت الخفيفة الغشائية..... 54
2- 5- 3 العوامل البيئية المؤثرة على استخدام المنشآت الخفيفة..... 54
2- 5- 3- 1 الأداء الصوتي للمنشأ الخفيف وطرق معالجته..... 54
2- 5- 3- 2 الإضاءة داخل المنشآت الخفيفة..... 56
2- 5- 4 عوامل تأمين المنشأ الخفيف..... 57
2- 5- 5 العوامل الاقتصادية المؤثرة على استخدام المنشآت الخفيفة..... 57
2- 5- 5- 1 التكلفة الأولية للمنشأ..... 57
2- 5- 5- 2 التكلفة الكلية للمنشأ..... 58
2- 5- 6 العوامل التكنولوجية المؤثرة على استخدام المنشآت الخفيفة..... 58
2- 5- 6- 1 العوامل المؤثرة على التصميم..... 59
2- 5- 6- 2 العوامل المؤثرة على تصنيع المكونات..... 59
2- 5- 6- 3 العوامل المؤثرة على التشييد..... 59
خلاصةالباب الثاني..... 60

الباب الثالث:- الدراسة التحليلية

تمهيد..... 61
3-1 أمثلة المنشآت المحلية داخل جمهورية مصر العربية..... 61
3- 1- 1 مظلات محطة الرسوم – كوبري مبارك السلام..... 62
3- 1- 2 نادى الحوار..... 64
3-2 أمثلة المنشآت في المملكة العربية السعودية..... 66
3- 2- 1 إسكان الحجيج بمشعر مني..... 66
3- 2- 2 مجموعة أسقف مركز المؤتمرات بفندق إنتركونتيننتال بمكة..... 68
3- 2- 3 مظلات المسجد النبوي الشريف بالمدينة المنورة..... 70
3- 2- 4 صالة الحجاج مطار الملك عبدالعزيز بجدة..... 72
3-3- أمثلة المنشآت ببعض المدن الأوروبية..... 75
3- 3- 1 جناح جمهورية ألمانيا الاتحادية (معرض مونتريال الدولي)..... 75
3- 3- 2 صالةألعاب كروية (السويد)..... 78
3- 3- 3 محطة قطار في مدينة ليون (فرنسا)..... 80
3- 3- 4 جسر مشاة كامبو فولانتين – بيلباو (إسبانيا)..... 82
3- 3- 5 إستاد رياضي (باريس)..... 84
3- 3- 6 قبة الذكرى الألفية لندن – (إنجلترا – المملكة المتحدة)..... 87
3- 3- 7 إستاد كولونيال (أستراليا)..... 89
نتائج الدراسة..... 91

التوصيات..... 97

المراجع..... 99

الملخص باللغة الانجليزية..... 105

قائمة الأشكال

الشكل رقم الصفحة

الباب الأول

شكل (1-1) استلهام المبادئ الانشائية من الطبيعة..... 2

شكل (1-2)	استعارة تيجان الأعمدة من الأزهار واستخدام نهايات عضوية للمباني.....	3
شكل (1-3)	مطار بالولايات المتحدة "المعماري ايرو سارينن".....	3
شكل (1-4)	بيت الشلالات "المعماري فرانك لويد رايت".....	4
شكل (1-5)	مباني ارتبطت بالأذهان من خلال تشكيلاتها.....	5
شكل (1-6)	العناصر الأساسية المكونة للشكل.....	13
شكل (1-7)	نماذج للأشكال المركبة.....	16
شكل (1-8)	التدرج اللوني.....	17
شكل (1-9)	مبنى مدرسة العمارة جامعة يال- مبني بيت الشموع.....	18
شكل (1-10)	أهرامات الجيزة- برج بيزا المائل.....	19
شكل (1-11)	الكعبة المشرفة.....	20
شكل (1-12)	تاج محل – الهند،المسجد النبوي الشريف – المدينة المنورة.....	21
شكل (1-13)	أمثلة علي الإيقاع.....	21
شكل (1-14)	مبنى الفاتيكان.....	22
شكل (1-15)	أمثلة علي المقياس.....	23
شكل (1-16)	تحليل النسب.....	23
شكل (1-17)	النظام الموديولي.....	24
شكل (1-18)	بعض الأمثلة للظواهر البصرية.....	27
شكل (1-19)	بعض نماذج الخداع البصري.....	34
	الباب الثاني	
شكل (2-1)	تكوينات طبيعية تشبه الإنشاء الخفيف.....	37
شكل (2-2)	نماذج لمسكن البدو الرحل.....	39
شكل (2-3)	خيام الحضارات المدنية.....	39
شكل (2-4)	القصر البللوري.....	40
شكل (2-5)	القبة الجيوديسية.....	40
شكل (2-6)	مركز جورج بومبيدو الثقافي.....	41
شكل (2-7)	استخدام الأحجار في العمارة القوطية.....	43
شكل (2-8)	استخدام الأحجار في أعمال المعماري جودي.....	43
شكل (2-9)	استخدام الخرسانة في أعمال نيرفى.....	43
شكل (2-10)	استخدام تغطية خفيفة لبعض مباني الاستادات.....	48
شكل (2-11)	الانفتاح علي الخارج.....	53
شكل (2-12)	تعدد ألوان المظلات.....	53
	الباب الثالث	
شكل (3-1)	منظر أمامي للمظلات.....	62
شكل (3-2)	منظر جانبي للمظلات.....	63

شكل (3-3)	استخدام المظلات في الأغراض المتباينة	63
شكل (3-4)	شكل عام لنادى الحوار.....	64
شكل (3-5)	التغطية الهرمية أعلي قاعة المؤتمرات.....	64
شكل (3-6)	الكرة المعدنية أعلي مدخل النادي.....	65
شكل (3-7)	شكل عام للخيام من أعلي.....	66
شكل (3-8)	تفصيلة الهرم العلوي المغطي للخيام.....	67
شكل (3-9)	أشكال الخيام بمشعر مني.....	67
شكل (3-10)	لأسقف المعلقة إمام مدخل الفندق.....	69
شكل (3-11)	المظلات أمام المسجد النبوي الشريف.....	70
شكل (3-12)	آلية فتح وغلق المظلات.....	71
شكل (3-13)	شكل المظلات أمام ساحة مسجد الحسين بالقاهرة.....	72
شكل (3-14)	صالة الحجيج-مطار الملك عبد العزيز.....	73
شكل (3-15)	الشكل العام للمظلات.....	74
شكل (3-16)	معرض مونتريال الدولي.....	75
شكل (3-17)	شكل المعرض من الخارج والداخل.....	76
شكل (3-18)	المسقط الأفقي والقطاع للمعرض.....	77
شكل (3-19)	الكابلات الحاملة للخيام.....	77
شكل (3-20)	شكل عام للصالة.....	78
شكل (3-21)	قطاع رأسي	79
شكل (3-22)	مراحل تنفيذ المبني.....	79
شكل (3-23)	محطة قطار ساتولاس – ليون.....	80
شكل (3-24)	الموقع العام للمحطة.....	81
شكل (3-25)	جسر مشاة كامبو فولانتين بمدينة بيلباو بأسبانيا.....	83
شكل (3-26)	لقطات توضيحية لجسر المشاة.....	84
شكل (3-27)	الشكل العام لاستاد باريس.....	85
شكل (3-28)	المسقط الأفقي والقطاع لمبني الاستاد.....	86
شكل (3-29)	قبة الذكري الألفية.....	87
شكل (3-30)	قبة الذكري الألفية.....	88
شكل (3-31)	قبة الذكري الألفية.....	89
شكل (3-32)	منظر عام من الخارج.....	89
شكل (3-33)	شكل الاستاد من الداخل.....	90

قائمة الجداول

الجدول رقم الصفحة

جدول (2-1) مواد الإنشاءات الخفيفة وإمكانياتها..... 46
جدول (2-2) مقارنة بين جمالون صلب وكابل بنائي..... 49
جدول (3-1) تأثير عناصر ومكونات الإنشاءات الخفيفة علي التشكيل المعماري..... 92

الباب الأول

الاستحاضة

الباب الثاني

التعليم المصراني

الباب الثالث

الدراسة التحليلية

المراجع

هيكل البحث						
الاستدامة في التعليم العمراني						
الباب الاول الاستدامة	**الدراسة النظرية**	الاستدامة				
		التعليم العمراني				
الباب الثاني	**الدراسة التحليلة**	كليات التخطيط العمراني علي المستوي المحلي والعالمي				
الباب الثالث	**الدراسة التطبيقية**	الرؤية المقترحة لتطوير التعليم العمراني من مفهوم الاستدامة				
الباب الرابع	**النتائج والتوصيات**	موضوعات مستقبلية للبحث				

جامعة المنصورة

كلية الهندسة

قسم الهندسة المعمارية

عنوان الرسالة

تأثير الإنشاءات الخفيفة علي التشكيل المعماري

رسالة مقدمة من الباحثة

م/ أسماء رمضان محمد العنتري

كجزء من متطلبات الحصول علي درجة الماجيستير في الهندسة المعمارية

المشرفون

أ.د.م محمد عصمت العطار.
أستاذ مساعد – قسم الهندسة المعمارية
كلية الهندسة – جامعة المنصورة

أ.د.م محمد محمد طه العزب.
أستاذ مساعد – قسم الهندسة المعمارية
كلية الهندسة – جامعة المنصورة

للحصول علي درجة الماجستير

2005

ملخص البحث

تحتل قضية التشكيل في العمارة جزءاً لا يستهان به من اهتمام المعماري، فتشكيل المبنى من خلال فراغاته وكتله يمثل الصورة التي تصل إلى المشاهد والمدخل لانطباعاته، التي يكونها عن المبنى سواء السلبية أو الإيجابية، لذلك فإن قرار المعماري في اختيار تشكيل معين لمبناه يعد من أهم القرارات التي يتخذها خلال مرحلة التصميم.
فمن خلال تحليل ومراجعة الحركات والتطورات المعمارية في الحقب المختلفة، والعلاقة بين هذه التوجهات وبين المواد المتاحة للإنشاء وتقنياته قبل وبعد الثورة الصناعية، يمكن الطرح بأن الإنشاء يغلف ويشكل الفراغ وكذلك يمكن أن يتجرد عن الشكل والفراغ، كما أن من خلال هذه المراجعة يمكن التأكيد على أن أي تغيير أو تطوير في الشكل أو الطابع المعماري كان مسبوقاً أو موازياً لتغير أو تجديد في استعمال مواد الإنشاء وتقنيات نظم الإنشاء. وبصياغة أخرى يمكن الدلالة على إمكانية أن يصبح الإنشاء محدد رئيسي لمفردات التشكيل وهو ما يشير إلى أثر النظام الإنشائي والمواد المتاحة للإنشاء على العمارة والتصميم. فلقد تغير مفهوم وتعريف الإنشاء من (الاقتصاد في استعمال المادة) إلى (الاقتصاد والجمال في استخدام المادة).
وتظهر الأجسام أو الإنشاءات الخفيفة في الطبيعة والعمارة بصورة متلازمة ومتقاربة حيث تمثل التكوينات الطبيعية التي أبدعها الخالق مصدرا مثاليا للبناء العضوي الوظيفي والتي يسعى الإنشاء الخفيف إلى تحقيقها بصورة مبسطة ليس من ناحية الشكل فقط، بل ومن ناحية الوظيفة حيث أن الشكل هنا لا ينفصل عن الوظيفة الإنشائية، بل هو نفسه.
فيعرف المنشأ بأنه خفيف عندما يستطيع أن ينقل خلال عناصره الإنشائية أحمال تزيد كثيراً عن وزنه الذاتي ، وذلك بالمقارنة مع غيره من المنشآت في نفس ظروف التحميل. وبمعنى آخر يمكن أن يعبر عن المنشأ الخفيف بأنه نتاج تطوير تصميم المنشأ وشكل المواد الإنشائية المستخدمة به للوصول لأقل استهلاك ممكن من المادة بجانب تحقيق الأغراض الإنشائية والوظيفية المطلوبة منه.

هدف البحث:-

تتباين طرق الإنشاء في هياكلها ووسائل مقاومتها للقوى، فمنها ما تقاوم القوى بتشكيل المنشأ ذاته كالمنشآت الكابليه والخيامية والمنفوخة ومنها ما تقاوم القوى بتحليلها في أعضاء المنشأ ككافة أنواع الجمالونات ومنها ما تقاوم القوى بكتلتها كالكمرات بأنواعها وصورها المختلفة، ذلك بالإضافة إلى المنشآت التي تقاوم القوى بقشرتها الخارجية كالقشريات والبلاطات المنطبقة.. ويتدرج الحكم ليصدر من أبسط النظم الإنشائية إلي أعقدها، وذلك طبقا لحاجة المبنى الوظيفية والجمالية. لذلك يهدف البحث إلى تقييم مدى نجاح الإنشاءات الخفيفة في التطبيق وتأثيرها علي التشكيل المعماري.

منهجية البحث :-

يتبع البحث المنهج الوصفي التحليلي حيث يتم من خلال الدراسة استعراض أسس التشكيل المعماري وما هيته، كذلك عملية الإدراك والعوامل المؤثرة عليها، أيضاً يتعرض البحث للإنشاءات الخفيفة من حيث مفهومها والمواد المستخدمة بها وأنظمتها المختلفة، كذلك العوامل المؤثرة عليها ويخلص البحث الي مجموعة من النتائج والتوصيات الخاصة بكيفية استخدام الإنشاءات الخفيفة ومدي ملائمة هذا النوع من الإنشاءات للأغراض المختلفة كذلك تأثيرها علي الناحية الجمالية والتشكيلية للمباني.

هيكل الدراسة :-

تشتمل الدراسة علي ثلاثة أبواب يتناول الجزء الأول منها الدراسة النظرية والجزء الثاني وهو الدراسة التحليلية ومجموعة من النتائج والتوصيات الخاصة بموضوع الدراسة.

الجزء الأول:- الدراسة النظرية وتحتوي علي بابين:-

الباب الاول:- دراسة عامة عن التشكيل المعماري.

يشتمل علي ماهية التشكيل المعماري وأسسه ومبادئه وإدراكه ودراسة العوامل المؤثرة عليه.

الباب الثاني:- دراسة عامة عن الإنشاءات الخفيفة.

يتناول نظم الإنشاءات الخفيفة من حيث تكويناتها والمواد المستخدمة بها وتقنية تنفيذها ومدى التفاعل بين النظام الإنشائي وشكل المبني.

الجزء الثاني:- الدراسة التحليلية وتشتمل علي:-

الباب الثالث:- الدراسة التحليلية.

يشتمل علي تحليل لنماذج معمارية لتقييم هذه المباني من حيث مدى نجاح استخدام هذا النوع من الإنشاء بها، وإلى أي حد أدت هذه المباني وظيفتها الجمالية والتشكيلية ومدى أدائها المعاصر ونجاحها في التطبيق.

النتائج والتوصيات.

يخلص البحث الي مجموعة من النتائج والتوصيات الخاصة بكيفية استخدام الإنشاءات الخفيفة ومدي ملائمة هذا النوع من الإنشاءات للاغراض المختلفة كذلك تأثيرها علي الناحية الجمالية والتشكيلية للمباني. وكذلك أهم العوامل المؤثرة علي استخدامها.

Mansoura University
Faculty of Engineering
Department of Architecture

The Influence of Light Structures on the Architectural Form

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Science Degree in Architecture

By

Arch. Asmaa Ramadan M. El-Antary

Supervised by

Prof. Mohamed Esmat Hamed El-Attar
Associate Professor of Architecture, Department of Architecture, Faculty of Engineering, Mansoura University

Prof. Mohamed Mohamed Taha El-Azab
Associate Professor of Architecture, Department of Architecture, Faculty of Engineering, Mansoura University

2005

Abstract

This study aims at illustrating the problems of coordination between form and light structures that is essential in reaching design excellence. The study illustrates the theoretical concept on the relationship between form and light structures. "FORM" which is an organized relationship between a group of elements.

In fact the form of buildings is the first architectural aspect perceived by the observer. studying the form in architecture is a necessity, and which is the main theme of the research, and which is covered in the theoretical part.

Architecture addresses a great number of users, and it is important to study how they perceive the form of building, as a result the research studies perception as an important fact which concerns architects to realize how their buildings are perceived.

lightweight structures are assumed as one of the advanced trends in Architecture and structural design, where the use of structural materials is minimized to reach the most optimal form. This could be reached by several techniques of prefabrication.

These lightweight structures have become a new dimension in creative design for wide ranging choice of shapes. Structure and envelope systems, materials and manufacture/ construction technologies. Accordingly, lightweight structures represent unique solutions in large spanning and other design needs. The use of lightweight structures could be the most economical system for some special types of structures like temporary. Mobile and demountable buildings. Besides, lightweight construction facilitates adaptability and dynamic interaction with the environment and enhances timely response to change; what becomes outmoded can be modified, the whole building can be removed to make place for the new.

An introduction to the architecture of lightweight structures.

An analytical survey of different materials and systems of lightweight structures, and various factors which affect their design and application.

1- the definition of lightweight structures, through the principles of the lightweight construction, and its different genesis and shapes in nature and architecture.

2- a historical survey of different examples of lightweight structures from ancient cultures which developed their forms, usage and performance, till the 20th Century.

3- the materials and components of lightweight structures, and their design considerations and potentialities.
4- the lightweight structure systems and their different applications. The systems are classified according to both; the span and way of transporting loads in the structure itself.
5- the factor which affect design and application of lightweight structure such as; functional, aesthetic, environmental, economical, constructional and technological factors, beside the safety aspects of the structure.

Results and recommendations..
The conclusion of the research concerning the factors which affecting the design and construction of lightweight structures. Which hinder their local applications.

مقدمة

تحتل قضية التشكيل في العمارة جزءً لا يستهان به من اهتمام المعماري، فتشكيل المبنى من خلال فراغاته وكتله يمثل الصورة التي تصل إلى المشاهد والمدخل لانطباعاته، التي يكونها عن المبنى سواء السلبية أو الإيجابية، لذلك فإن قرار المعماري في اختيار تشكيل معين لمبناه يعد من أهم القرارات التي يتخذها خلال مرحلة التصميم.
فمن خلال تحليل ومراجعة الحركات والتطورات المعمارية في الحقب المختلفة، والعلاقة بين هذه التوجهات وبين المواد المتاحة للإنشاء وتقنياته قبل وبعد الثورة الصناعية، يمكن الطرح بأن الإنشاء يغلف ويشكل الفراغ وكذلك يمكن أن يتجرد عن الشكل والفراغ، كما أن من خلال هذه المراجعة يمكن التأكيد على أن أي تغيير أو تطوير في الشكل أو الطابع المعماري كان مسبوقاً أو موازياً لتغير أو تجديد في استعمال مواد الإنشاء وتقنيات نظم الإنشاء. وبصياغة أخرى يمكن الدلالة على إمكانية أن يصبح الإنشاء محدد رئيسي لمفردات التشكيل وهو ما يشير إلى أثر النظام الإنشائي والمواد المتاحة للإنشاء على العمارة والتصميم. فلقد تغير مفهوم وتعريف الإنشاء من (الاقتصاد في استعمال المادة) إلى (الاقتصاد والجمال في استخدام المادة).
وتظهر الأجسام أو الإنشاءات الخفيفة في الطبيعة والعمارة بصورة متلازمة ومتقاربة حيث تمثل التكوينات الطبيعية التي أبدعها الخالق مصدراً مثالياً للبناء العضوي الوظيفي والتي يسعى الإنشاء الخفيف إلى تحقيقها بصورة مبسطة ليس من ناحية الشكل فقط بل ومن ناحية الوظيفة، حيث أن الشكل هنا لا ينفصل عن الوظيفة الإنشائية بل هو نفسه.
فيعرف المنشأ بأنه خفيف عندما يستطيع أن ينقل خلال عناصره الإنشائية أحمال تزيد كثيراً عن وزنه الذاتي ، وذلك بالمقارنة مع غيره من المنشآت في نفس ظروف التحميل. وبمعنى آخر يمكن أن يعبر عن المنشأ الخفيف بأنه نتاج تطوير تصميم المنشأ وشكل المواد الإنشائية المستخدمة به للوصول لأقل استهلاك ممكن من المادة بجانب تحقيق الأغراض الإنشائية والوظيفية المطلوبة منه.

أهداف الدراسة:-

تهدف الدراسة الي محاولة البحث عن الوسائل الكفيلة التي تساعدنا علي ايجاد الرؤيا الصحيحة لتأثير الانشاءات الخفيفة علي التشكيل المعماري وذلك من خلال:-

- القاء الضوء علي أهمية استخدام الانشاءات الخفيفة في المباني ومدي تأثيرها علي التشكيل المعماري لها، سواء لدي الممارسين في مجال العمل المعماري أو لدي الدارسين والباحثين.
- تحقيق القناعة بأن النظام الانشائي والمواد المتاحة للانشاء لها تأثيرها علي العمارة والتصميم، سواء كان تصميما أو تطويرا في شكل أو طابع مبني مما يدل علي أنه عامل رئيسي في مفردات التشكيل المعماري للمبني.
- التوصيات التي يمكن استخلاصها كمؤشرات للحصول علي تشكيل معماري ذو سمة مميزة نتيجة استخدام تقنية الانشاءات الخفيفة.

منهجية الدراسة:-

في سبيل تحقيق أهداف الدراسة يتبع البحث المنهج التحليلي التطبيقي حيث يتم من خلال الدراسة استعراض أسس التشكيل المعماري وماهيته، كذلك عملية الإدراك والعوامل المؤثرة عليها. أيضاً يتعرض البحث للإنشاءات الخفيفة من حيث مفهومها والمواد المستخدمة بها وأنظمتها المختلفة، كذلك العوامل المؤثرة عليها. ويخلص البحث الي مجموعة من النتائج والتوصيات الخاصة بكيفية استخدام الإنشاءات الخفيفة ومدي ملائمة هذا النوع من الإنشاءات للأغراض المختلفة كذلك تأثيرها علي الناحية الجمالية والتشكيلية للمباني.

هيكل الدراسة:-

الباب الاول:- دراسة عامة عن التشكيل المعماري.
يشتمل علي ماهية التشكيل المعماري وأسسه ومبادئه وإدراكه ودراسة العوامل المؤثرة عليه.

الباب الثاني:- دراسة عامة عن الإنشاءات الخفيفة.
يتناول نظم الإنشاءات الخفيفة من حيث تكويناتها والمواد المستخدمة بها وتقنية تنفيذها ومدى التفاعل بين النظام الإنشائي وشكل المبني.

الباب الثالث:- الدراسة التحليلية.
يشتمل علي تحليل لأمثلة معمارية لتقييم هذه الأمثلة من حيث مدى نجاح استخدام هذا النوع من الإنشاء بها، وإلى أي حد أدت وظيفتها الجمالية والتشكيلية ومدى أدائها المعاصر ونجاحها في التطبيق.

النتائج والتوصيات.

يخلص البحث الي مجموعة من النتائج والتوصيات الخاصة بكيفية استخدام الإنشاءات الخفيفة ومدي ملائمة هذا النوع من الإنشاءات للاغراض المختلفة كذلك تأثيرها علي الناحية الجمالية والتشكيلية للمباني. وكذلك أهم العوامل المؤثرة علي استخدامها.

الباب الاول
التشكيل المعماري

تمهيد:-

تحتل قضية التشكيل في العمارة جزءاً لا يستهان به من اهتمام المعماري، فتشكيل المبنى من خلال فراغاته وكتله يمثل الصورة التي تصل إلى المشاهد والمدخل لانطباعاته التي يكونها عن المبنى سواء السلبية أو الإيجابية، لذلك فإن قرار المعماري في اختيار تشكيل معين لمبناه يعد من أهم القرارات التي يتخذها خلال مرحلة التصميم.

1-1 مفهوم التشكيل:-

هو أي عملية يعتمد أداؤها على مجموعة من العناصر في ظل علاقة تنظيمية تحكم تواجد هذه العناصر بالنسبة إلى بعضها، فهي طريقة أو أسلوب في الأداء وفقاً لمقاييس وقواعد محددة. ولكل عملية تشكيلية نتاجا يسمى أيضا "تشكيل"، لذلك فإن كلمة تشكيل قي اللغة العربية تطلق علي العملية والنتاج، ويشابهها في ذلك اللغة الإنجليزية، حيث أن كلمة form تعنى عملية التشكيل بالإضافة إلى النتاج التشكيلي [1]. وكلمة تشكيل لا تخص مجالا بعينة دون الآخر و إنما تشمل العديد من المجالات تبعاً لنتاجها ،ففي اللغة العربية تطلق كلمة تشكيل على العملية الإعرابية التي تجرى علي مفردات هذه اللغة بهدف صياغة موضع كل كلمة أو مفردة بالنسبة لما تسبقها أو تتلوها [2]. كذلك في الفنون ومنها الموسيقى تجرى عمليات من التشكيل والتكوين على نغماتها الأساسية التي تمثل مفردات اللغة الموسيقية، بحيث تخرج في صورة جمل موسيقية متنوعة ومتعددة تسمى اللحن، كما توجد في الفنون مجموعة تسمى بالفنون التشكيلية والتي تعتمد أساساً على تشكيل مفردات الفنون المرئية في صور متنوعة، كاللوحات والقطع الفنية المنحوتة.

1 - 1 – 1 منابع الإبداع التشكيلي في العمارة:-

يستمد المعماري الإبداع في تشكيلاته من الإبداع الطبيعي أو الإنساني، فالأول بنظامه الكوني وأشكاله ومظاهره، والثاني بمحاولاته محاكاة الطبيعة أو التكيف معها واستيعاب أسرارها. وتنقسم منابع الإبداع التشكيلي في العمارة إلى قسمين [3] :-

(1) **قاموس المورد** - ص364

(2) محمد أبو بكر الرازي:- **مختار الصحاح** - ص145

(3) علي رأفت:- **الإبداع الفني في العمارة**- مطابع الأهرام 1997ص15

1-1-1-1 الطبيعة:-

تعد الطبيعة أكبر وأرسخ وأعم المنابع الموضوعية للإبداع المعماري، نتيجة احتوائها على أوجه متعددة من الحياة، سواء النباتية أو الحيوانية أو الإنسانية بالإضافة إلى الجوامد، فالطبيعة مصدر الهام للكثير من المبادئ الإنشائية، مثل الإنشاء الخطي في الشجرة والمشرومي في فطر عيش الغراب والإنشاء القشري في كل من البيضة والقوقعة شكل(1-1).

شكل(1-1) استلهام المبادئ الانشائية من الطبيعة

1-1-1-2 التراث والخبرات السابقة:-

يعتبر التراث المنبع الثاني من منابع الإبداع التشكيلي، ويمثل النتاج الإنساني لمجتمع ما في ظل ظروف معينة وهو ميراث للشعب بأكمله يحق له أن يستمد منه ما يشاء في الكثير من المجالات. وينقسم التراث إلي قسمين هما:-

أ- **التراث الشعبي:-**هو ما تركه الإنسان العادي في مجتمع ما نتيجة لأفكار عفوية وفطرية غير مدروسة أو مقننة.

ب- **التراث الرسمي:-**هو التراث الناتج عن إبداع المتخصصين في المجالات الفنية وهو تراث واع بتطور الحياة الاجتماعية، السياسية، الفكرية، والعقائدية في الحقبة الزمنية الواقع بها.

1-1-2 أساليب التعامل مع منابع الإبداع:-

يتعامل الإنسان مع منابع الإبداع في عدة صور تتدرج تبعا لقدراته الفنية والفكرية وهي:-

1-2-1-1 التقليد:-

مثلما يحدث في التصوير والنحت في الاتجاه الواقعي، وكذا في العمارة حيث استعيرت رؤوس الأعمدة من الأزهار كزهرة اللوتس وفروع النخيل واستعمل المعماري أشكالاً عضوية في نهايات مبانيه شكل(1-2).

شكل(1-2) استعارة تيجان الأعمدة من الأزهار واستخدام نهايات عضوية للمباني

2-2-1-1 التجريد:-

يعتمد التجريد على الابتكار، فالشكل الهرمي تجريد لشكل الجبل، كذلك جرد المعماري سارينن شكل أجنحة الطائر في مبنى مطارT.W.A بالولايات المتحدة الأمريكية شكل(1-3).

شكل(1-3) مطار بالولايات المتحدة "المعماري ايرو سارينن"

3-2-1-1 الاستلهام:-

يعكس الاستلهام قدرة المبدع على استخلاص مبادئ التشكيل الطبيعية، وتطبيق هذه المبادئ في تشكيلات معمارية جديدة، ويتضح ذلك في أعمال فرانك لويد رايت شكل(1-4).

شكل(1-4) بيت الشلالات "المعماري فرانك لويد رايت"

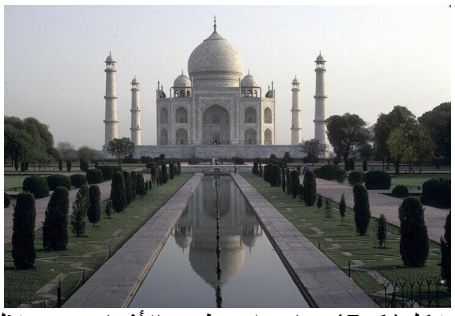
1 - 1 – 3 التشكيل في الطبيعة:-

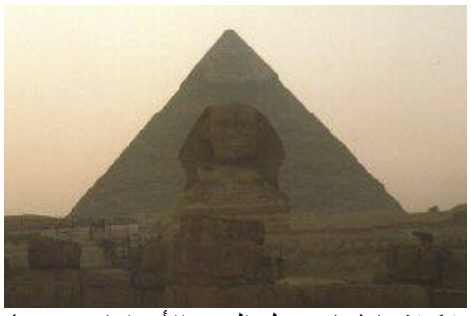
تعتبر الطبيعة صورة غنية بالعديد من التشكيلات التي يدرك الإنسان من خلالها ملامح وسمات عديدة، وتتنوع تشكيلاتها نتيجة لتنوع عناصرها حتى يصبح لكل عنصر فيها تشكيلاً يميزه عن غيره، ويرتبط هذا التشكيل في ذهن الإنسان بصفات هذا العنصر، فتشكيل الثعبان يرتبط في ذهن الإنسان بصفاته، ويخالف تشكيل النحلة ذات الصفات المختلفة تماماً، وتتقارب تشكيلات الأشياء في الطبيعة فيما بينها تبعاً لتشابهها في الصفات ومن هنا كان مبدأ التدرج في تصنيف الكائنات الحية كالحيوانات والنبات وأجناس الإنسان وعناصر الطبيعة غير الحية كالجبال والأنهار والكواكب، فالعناصر المتشابهة في الصفات تتشابه في التشكيلات وتندرج تحت مسمى عائلة واحدة على خلاف الكائنات المختلفة في التشكيل والصفات التي تندرج تحت عائلات مختلفة. وقد يحدث تحوير في تشكيلات الطبيعة سواء الحية أو غير الحية نتيجة لوجود مؤثرات تتحكم في هذا التشكيل بهدف الموائمة والتكيف مع المحتوى، فالإنسان كائن حي متشابه مع غيره في الصفات العامة لتشكيله، ولكنه غير متطابق إلا في بعض حالات التوائم، ولكن على المستوى التفصيلي لتشكيل الإنسان هناك اختلاف بين شخص وآخر نتيجة لاختلاف الأجناس البشرية، فلكل جنس بشري صفات تميزه عن الآخر، فشعوب أفريقيا تميزها صفات جماعية تختلف عن شعوب شرق أسيا وأمريكا الجنوبية وغيرها، نتيجة مؤثرات البيئة الطبيعية والمناخ، وعلى مستوى نفس الجنس يختلف الإنسان في بعض صفاته عن غيره نتيجة ما يحمله من صفات وراثية تميز الشخص بذا ته. وعلى مستوى الجوامد في الطبيعة فإن بعض الجبال والتلال قد تتخذ تشكيلات نحرية جديدة وغريبة، كأن تكون قمتها أكثر اتساعا من قاعدتها بسبب عوامل التعرية والنحر من مجرى مائي أو رياح، وإذا تأمل الإنسان كريستالات الثلج يجد أنها كلها سداسية التشكيل، ولكنها تتمتع بتنوع في التفاصيل بسبب القوى التي تؤثر عليها من رياح ورطوبة وضغط وغيرها.

1 - 1– 4 التشكيل المعماري:-

يتعامل الإنسان في حياته مع سلسلة من التشكيلات إما جمالية تحاكي حسه وذوقه، أو نفعية تؤدي له وظيفة معينة، أو تشكيلات يتكامل فيها مفهوم الانتفاع والجمال، فهناك فنون مثل النحت والرسم والتصوير قد يخلو من تشكيلاتها عنصر الانتفاع، وهناك تشكيلات أخرى كالميكانيكية يسيطر عليها الجانب الانتفاعي بعيدا عن الجماليات، أما في الفنون التطبيقية ومنها العمارة فالتشكيل يرتبط بغرض انتفاعي فهي عبارة عن حيز فراغي تشكيلي يأوي نشاط إنساني معين بهدف تأدية منفعة [1].

فتشكيل العمارة يعتبر تكوين من عنصريها الأساسيين وهما الكتلة والفراغ، وما يحمله كل منهما من صفات وملامح وعناصر أخرى ثانوية في إطار تنظيمي محدد شرعه السلف في هذا المجال وأقرته الأجيال التالية وأن العديد من العمارات السالفة أو الحالية ارتبطت بذهن الإنسان من خلال تشكيلاتها المميزة والفريدة شكل(1-5)، وهي في هذه الحالة تتمتع بشخصية مميزة ثابتة، فبقدر ما يحمل تشكيل المبنى صورا وأفكارا جديدة بقدر ما يصبح ذلك دافعا لذهن الإنسان على استيعاب هذا التشكيل، لذلك كان التشكيل هو التعبير عن هوية المبنى وتفرده وسط المجموعات المحيطة له من المباني.





شكل(1-5) مباني ارتبطت بالأذهان من خلال تشكيلاتها (تاج محل-الهند، الأهرامات-مصر)

1 - 1– 5 منهج الإبداع التشكيلي:-

من خلال تتبع دراسة التشكيل أثيرت عدة تساؤلات حول أسبقية نتاج التشكيل وأسسه، فهل ينبع التشكيل أولا ويليه الأسس، أم أن الأسس توضع مسبقا ثم تسهم في تكوين هذا النتاج ؟ وفي واقع الأمر أن التشكيل ينبع أولا، ومنه يستنبط المتخصصين أسسا قد تسهم في إنتاج تشكيلات أخرى، ففي اللغة العربية أبدع الشعراء الجاهليون قصائد ومؤلفات استساغتها الأذن ومنها استنبطت قواعد اللغة العربية، وفي العمارة الإغريقية أبدع بناؤها تشكيلات بديعة للمعابد بعد جهد طويل من التطوير والتحسين والتجويد، حتى وصلوا لنتيجة تقبلتها العين ومن ثم استنبطوا من هذا النتاج أسسا تشكيلية للعمارة الكلاسيكية[1] .

(1) علي رأفت:- **الإبداع الفني في العمارة**- مطابع الأهرام 1997صـ295

(1) علي رأفت، **الإبداع الفني في العمارة**، مطابع الأهرام 1997صـ295

لذلك فإن العملية الإبداعية للتشكيل قد تنتج بدون وعي بالمنهج والأساس الحاكم لهذا التشكيل، بل أيضا أن الأسس والمحاولات الموضوعة لمنهجية العملية الإبداعية لا تمثل المنهج الفعلي لسلوك المبدع خلال هذه العملية، وما أسس التشكيل إلا استخلاص من سمات النتاج التشكيلي الإبداعي ولم يوضع حتى الآن منهجاً فكرياً كاملاً يصف العملية الإبداعية، ويرجع السبب وراء ضعف المناهج الموضوعة للعملية الإبداعية هو أن المبدع خلال هذه العملية ينصب تركيزه على الوصول إلى الهدف الذي يسعى لتحقيقه ويتخبط ذهنه بين العديد من الطرق في سبيل الوصول إلى هذا الهدف، وبالتالي يغيب عن ذهنه الوسيلة أو الطريق الذي سلكه ذهنه في سبيل تحقيق هذا الهدف، وقد كانت حجة البعض في هذا أن الإنسان لا يستطيع أن يشغل ذهنه بأكثر من نوع واحد من المعرفة وبالتالي لا يستطيع ملاحظة نفسه أثناء قيامه بالعملية الإبداعية.

1 -2 مقومات عملية التشكيل المعماري:-

تعتبر العمارة عملية إبداعية ذات تشكيل مادي يتم إدراكها من خلال حاسة البصر في المقام الأول، لذلك فإن المدخل لدراسة أي تشكيل معماري يكون من خلال دراسة الخصائص البصرية لعناصر هذا التشكيل، فالعمارة تشكيل ثنائي العناصر بين الكتل والفراغات ولكل عنصر خصائصه البصرية المميزة للتشكيل النهائي، كما تعكس تشكيلات العمارة مبادئ تحكم العلاقة بين عناصرها تعتبر أسساً لهذا التشكيل.

1-2-1 الخصائص البصرية لعناصر التشكيل المعماري:-

هناك مجموعة من العناصر أو الأدوات التي يستخدمها المبدع في ظل علاقة حاكمة للخروج بالتكوين أو التشكيل وهي تمثل الخصائص البصرية لعناصر التشكيل المعماري.

1-2-1-1 الجمال:-

يعتبر الجمال نفسه شيئا معنويا، أو قيمة، أو مثلا أعلى، ليس له تحديد ولا تعريف دقيق، إلا أنه من المسلم به أن الرغبة في الوصول إليه موجودة عند الإنسان الذي كثيرا ما يصنع الأشياء لمجرد الرغبة في الحصول على متعة منها والإعجاب بها. وسواء أنجح في الوصول إلى بغيته أم لم ينجح، فالنية موجودة، والقصد هو التوصل إلى شيء يرضي ويحوز الإعجاب ولو لم يكن له معنى أو فائدة عملية.ويكون الإحساس بالجمال عن طريق الوصول إلى داخلية الإنسان وذلك بأحد طرق ثلاثة هي الجسم والعواطف والعقل، أو الحس والشعور والفهم. وبناء عليه يمكن تقسيم الجمال إلى ثلاثة أنواع :-[1]

(1) عرفان سامي، **نظريات العمارة العضوية**، مطابع مؤسسة طباعة الألوان المتحدة – القاهرة- 1977صـ15

أ- **الجمال الحسي**:- أي الجمال الآتي من الإحساس المادي المباشر عن طريق الحواس الخمسة، وهو نوع أساسي من الجمال، ونوع عام، وأكثر أنواع الجمال بدائية، ولا يحتاج لتدريب أو شرح أو بيان. فكل إنسان تؤثر فيه وتجذبه الألوان الزاهية البراقة، والدقات الإيقاعية المنتظمة، ونعومة الحرير، ورحيق الزهور، والأطعمة الشهية ... الخ، وإلا كان إنساناً مريضاً أو مختلاً أو غير طبيعي لسبب أو لآخر.

ب- **الجمال العاطفي** :- يأتي تأثيره عن طريق ما يتعلق بالشيء من معان وما يثيره من عواطف وذكريات؛ كأن يرمز لمعنى أو أمر ما، أو أن يذكرنا بأشخاص أو أحداث مضت، فيوقظ خيالنا ويهز مشاعرنا ويثير شاعريتنا، ويضعنا في حالات عاطفية، أو قد يستدعي إعجابنا بما يدل عليه من غنى وبذخ وجهد أنفق فيه، والجمال العاطفي ليس جزءا من الشيء نفسه، ولا هو صفة فيه وإنما هو متعلق ومرتبط به، وبما يصل إلى الإنسان عن طريق العواطف. أي أن الإنسان هو الذي يتخيله ويفترض وجوده، بما تسببت رؤية الشيء في إثارته في داخلية الإنسان. ويلاحظ أن هذه الصفة ليست خاصة بالأشكال وحدها، وإنما يمكن للمواد بمفردها – دون شكلها– أن يكون لها صفات عاطفية تتعلق بها وتجعلها تبدو مناسبة لأغراض خاصة دون أخرى، فتاج الملك يناسبه الذهب والجواهر، لا النحاس والزجاج؛ والرخام الأبيض الناعم يتمشى مع الفلسفة الإغريقية المرهفة كما يصلح مادة للمعبد الإغريقي المقام على قمة تل وخلفه ستار من سماء زرقاء صافية؛ في حين يناسب الحجر الخشن الكاتدرائيات في جو الشمال القارص والسماء المعتمة. والصلب هو مادة العصر الحديث، كما انه أنسب مادة تختار لمباني المصانع ومحطات السكك الحديدية؛ وهكذا.

ج- **الجمال الفكري**:- ولا يتواجد إلا بعد مراحل كبيرة من التقدم والرقي والثقافة– سواء في الفرد الواحد أم في الإنسان على مر العصور، ويتواجد نتيجة للالتفات للشكل نفسه، وحده أو بانسجام أجزاءه، دون أية اعتبارات أخرى. وهذا نوع من الإحساس بالجمال يحتاج إلى تدريب، تهذيب، تذوق، ويحتاج إلى وقت حتى يتقرر. وبعد أن يتقرر يمكن أن يضاف إليه النوعين الأولين من الجمال– الحسي والعاطفي– فيحفزانه ويزيدانه حدة. أي أن للجمال الفكري المقام الأول أو المكانة الأعلى، ويتبعه النوعان الآخران. والجمال الفكري لا يتواجد في ذهن المتفرج السلبي، ولا يتكشف لذوي العقل العلمي الذين يركزون اهتمامهم دائما على العمليات نفسها وعلى الطريقة التي تصنع بها الأشياء. ومتى أدخلنا الفكر في موضوع الجمال وجدنا أن للإدراك أو الإحساس أو الإعجاب بالأشياء وجمالها مصدرين، وأنه يتخذ أحد طريقين. أي ينقسم الجمال الفكري إلى نوعين:-[1]

(1) عرفان سامي، **نظريات العمارة العضوية**، مطابع مؤسسة طباعة الألوان المتحدة – القاهرة- 1977صـ18

-جمال فكري تجريدي أو كلاسيكي:- هو إعجاب بالشكل وحده ولنفسه، وكنهاية في حد ذاته، إعجاباً تجريدياً منزهاً عن الغرض أو الفائدة أو أي سبب آخر. فلا أهمية الموضوع ولا دقة الرسم ولا ما تثيره في المتفرج من خيال يجعل العمل الفني ذا قيمة، وإنما الذي يجعله كذلك هو التكوين الفني وتجميع الأشكال وتوزيعها وتوضيحها. وعندها يتضمن "الشكل" فكرة وجود درجة من السمو والجودة، ويصبح "الشكل" مرادفا تقريبا للجمال نفسه. وهذا يفتح المجال لمواضيع ومشاكل لا تنتهي في الفلسفة العامة، وفي فلسفة الجمال خاصة. وقد تنتهي ببعض النظريين إلى وضع مبادئ جامدة مستبدة– في النسب والسمترية والانسجام وغيرها– يحاولون فرضها على الناس وتعليمها للطلبة في المدارس؛ أو قد تنتهي جهود آخرين باليأس من الموضوع كله**!**، وجعل الإحساس بالجمال شيء فردي وشخصي ونسبي– بدليل أنه يتغير وتتغير مقاييسه بين الأفراد وفي الثقافات المختلفة؛ وحتى عند الفرد الواحد بمرور السنين، كل تبعا لذوقه الخاص. وعندها لا يبقى لتبرير الإعجاب بشيء ما وبشكله وجماله أكثر من القول أنه يعجبنا وكفى**!** وإذا اتفق اثنان أو حتى اتفقت أغلبية على الإعجاب بشيءٍ ما فهذا لا يعني شيء ولا يثبت شيء أكثر من أنهم اتفقوا. ولكن هذا يقلق الأكاديميين الذين يبحثون عن مثل عليا ومقاييس ثابتة وعامة وشاملة؛ كما لا يقبله الفلاسفة الذين يبحثون عن الحق والمطلق. ولهم بعض أوجه الحق, فللذهن عادة ترتيب الأشياء وتنظيمها حتى يستطيع أن يستوعبها ويلم بها كلية ويثبت شكلها في الذهن وفي الذاكرة. ونحن لا نعرف الشيء حقا إلا إذا فهمناه ودخل عقولنا، وكان له شكل واضح. وأول خطوة في هذا السبيل هي أن يكون للشيء شكل منتظم مفهوم، يسهل التعرف عليه وعلى صفاته الهندسية الثابتة، ويكون له صور واضحة ليس فيها لبس أو غموض.

-جمال فكري وظيفي:- يتأتى عن طريق الفهم وإدراك أن الشيء قد اتخذ الشكل الذي هو عليه لكي يؤدي وظائف خاصة وينفع في خدمة أغراض خاصة. ويتعرف الناظر المفكر على هذه الوظائف وعلى أن الأشكال مفيدة ومناسبة وصالحة للقيام بالوظائف وتحقيق الأغراض، وأنها أيضا مناسبة في شكلها للمواد المصنوعة منها والأساليب التي اتبعت في تشكيلها. ويكون تعريف "التشكيل" هو محاولة جعل المادة الخام تتضمن ملاءمة تامة لغرض ما؛ ويكون تعريف "الجمال" في هذه الأحوال بالتعرف على أن الشيء قد استكمل كل ما يلزم ليستوفى المطلوب منه أداءه[1]. ويكون مصدر الجمال هو إدراك العمليات والوسائل التي استعملت في الوصول إلى الشكل؛ ويكون مقياس الجمال هو مدى ملاءمة الشكل لكل العوامل التي دخلت في تشكيله، ومدى نجاح الشكل في الوصول إلى الأغراض المقصودة. وتكون "المتعة الفنية" انتصارا فكريا، مشابهة

[1] عرفان سامي:- **نظريات العمارة العضوية** - مطابع مؤسسة طباعة الألوان المتحدة – القاهرة- 1977صـ19

للرضي من اكتشاف الحق. ولننبه إلى نقطة هامة، وهي أن المتعة الفنية أو الجمال الوظيفي ليس في الاستعمال نفسه، وليس في الحصول على الفائدة فعلا، فقد تستعمل الأداة دون وعي وبدون تفكير فيها، والأداة الجيدة هي التي تعمل بهدوء ودقة وضبط، دون أن تتطلب عناية أو تستولي على الانتباه؛ وإنما المتعة الفنية في "الإدراك" والغبطة التي تتحصل عليها من "التعرف" على مقدرة الأداة على العمل المتقن، سواء استعملنا الأداة أم لم نستعملها. وتعترضنا مسألة هامة تستدعي تقسيم الأدوات المصنوعة إلى نوعين:-

-نوع يتحد فيه إنشاءه وتركيبه مع شكله الخارجي، كالكرسي الخشبي والإناء الفخاري، وهيكل المبنى والكوبري وغيرها.

-نوع يكون شكله الخارجي بمثابة "غلاف" لما يحتويه تركيبه الداخلي، كجهاز الراديو والساعة وعلبة الحلوى، وأمثالها. وفي هذا النوع الثاني تتعقد المسألة؛ لأن الصندوق أو الغلاف الخارجي يخفي الأجزاء الأساسية، ويضيع فرصة الحصول على جمال فكري وظيفي، ولا يترك فرصة إلا للجمال التجريدي الموجه للغلاف الخارجي– وهذا ليس له صلة بالمحتويات الداخلية. وبذلك ينفتح المجال في تشكيل الغلاف الخارجي لاعتبارات مستقلة عن تصميم الوظائف الداخلية، ويدخل فيه التفضيل والاختيار تبعا " للذوق" و "الموضة" والرغبة في التسويق والتأثير على المشتري، وعوامل أخرى كثيرة غير منطقية ولا فكرية، قد لا تضر التصميم في بعض الأحيان، ولكن في أحيان أخرى قد تفسده وتجعل الجمال كله سطحيا ليس له عمق أكثر من سمك الغلاف.

يزيد المشكلة تعقيدا وجود حالات من نوع ثالث يختلط فيها النوعان الأولان؛ فلا يكون الغلاف غلافاً بالضبط، وإنما يشترك في تأدية بعض الوظائف، فغلاف الطائرة جزء أساسي من تصميمها ولا تتم إلا به؛ لكن حالة المباني ليست بمثل هذا الوضوح، فالمباني القديمة كان لها حوائط خارجية حاملة، لها وظائف إنشائية أساسية، كما لفتحاتها وظائف الإضاءة والتهوية؛ ولكن لا زال فيها بعض فرص للتشكيل والاختبار وإتباع طرز معمارية. وقد زادت هذه الفرص بالإنشاء الهيكلي الحديث الذي أعفى الحوائط الخارجية من الوظائف الإنشائية في الحمل، ولم يترك إلا وظائف التغليف– وهو أمر هين بالنسبة لوظائف المبنى الكثيرة، الإنتفاعية والإنشائية، في الداخل. وهذا هو نفس الحال تقريبا في السيارة، والملابس، وغيرها.

لكل هذه الأنواع من الجمال دور ومساهمة في الإعجاب بالأشياء، سواء الطبيعية أم الصناعية– ويعنينا منها هنا المباني. ولكن النوع الفكري الوظيفي هو وحده الذي يميز العمارة بأغراضها الإنتفاعية عن فنون أخرى كالرسم والنحت؛ وهو المختبر والمعيار والفيصل الذي تقاس به الأعمال المعمارية وتقدر قيمتها. وهذا أول مبدأ أساسي في نظرية "الوظيفية" في العمارة. ملاءمة الشكل للغرض منه. والوظيفية هي المختبر الذي يقاس به مدى صحة التصميم. وللعقل والمنطق المقام

الأول في الحكم والتقدير. فكلما ازداد المبنى كفاءة وملاءمة لأغراضه ارتفعت قيمته وازداد قدره والإعجاب به وبجماله، أما إذا كان في تشكيل بعض أجزاءه، أو في تصميمه كله، ما يتعارض مع الاستعمال، أو ما هو موجود لغير سبب، فالقيمة والتقدير تقل. وإذا ثبت أنه لا يخدم أغراضا إطلاقا، لم تكن له قيمة ولا استحق التقدير. بل لا يستحق أن يسمى "عمارة". يقول المثال رودان "*أن القبيح في الفن هو المزيف، والمصطنع، وما يحاول أن يكون جذابا بدلا من معبرا، وما هو هوائي، وما يبتسم بدون دافع، وكل ما يتصنع أشياء ليس لها معنى، ... باختصار كل ما يكذب هو القبيح في الفن*". والشيء المصنوع ذو الفائدة العلمية يتأثر في شكله بثلاثة عوامل رئيسية، هي المادة المصنوع منها والأدوات والأساليب المتبعة في تشغيل المادة والوظيفة أو الوظائف المطلوب منه أداءها، والتي هي السبب في تواجده أصلا. فالشروط التي يجب أن تتوافر في المبنى، أو الوظائف التي يجب أن يؤديها، هي:- [1]

- المنفعة:- تظهر في المسقط الأفقي أو "الخطة"، وتتطلب أن يكون المبنى ملائما لزمانه ومكانه واحتياجاته الداخلية.

- المتانة:- هي المواد و الإنشاء. وبدونهما لا يتجسم المبنى ولا يصبح حقيقة؛ وبهما تتشكل وتتحدد مطالب المسقط الأفقي والاحتياجات العملية المختلفة. ويشترط في الإنشاء أن يناسب المسقط ولا يتعارض معه، على قدر الإمكان. ولبيان مدى الأهمية للمواد والإنشاء، نقول إنه يمكن إعادة كتابة تاريخ العمارة كله من وجهة نظر الإنشاء، وبيان أن تطورها على مر العصور ما هو إلا نتيجة محاولات لحل مشكلة التسقيف والتغطية، وبيان أن الطرز المعمارية ناتجة عن المواد وأحسن أساليب الإنشاء المتيسرة في العصر الذي كانت فيه– من حوائط حاملة وأكتاف إلى آخره...؛ وأن العمارة في العصر الحديث حدث فيها تغييرات جذرية جعلتها عمارة جديدة تماما لا يكاد يكون لها صلة بعمارة الماضي، بسبب تقدم علوم الهندسة والإنشاء وأساليب الصناعة، ونجاحها في ابتكار مواد جديدة ومنتجات جاهزة ووسائل مبتكرة في القيام بعمليات التنفيذ. وبها أمكن توسيع البحور وتغطية المساحات الكبيرة اللازمة لصالات الاجتماع والمصانع، والمحطات، وغيرها؛ كما أمكن بها زيادة ارتفاع المباني متعددة الأدوار، كالعمارات السكنية ومباني المكاتب، حتى أمكن الوصول بها إلى "ناطحات السحاب". كذلك كان الإنشاء الهيكلي السبب في المساقط المفتوحة التي لم تكن لتتحقق إلا به.

-الجمال:- يقول لوكوربوزييه :- *"الجمال هو النسب، ذلك اللاشيء الذي هو كل شيء، ويجعل الأشياء تبتسم"* [1]، فهو الغبطة أو البهجة أو المتعة أو اللذة الفنية

---

[1] عرفان سامي، **نظريات العمارة العضوية** ، مطابع مؤسسة طباعة الألوان المتحدة – القاهرة، 1977صـ21

[1] عرفان سامي، **نظريات العمارة العضوية**، مطابع مؤسسة طباعة الألوان المتحدة – القاهرة، 1977صـ30

التي تؤخذ من التعرف على وظائف المبنى ومدى ملاءمته لها وتحقيقه لأغراضه، وهو النوع الفكري الوظيفي من الجمال. ثم يزيد من حدته النوع التجريدي الذي ينظر إلى الأشكال الصرفة والتنظيمات الناشئة من التكوين المعماري وتجميع الأجزاء المختلفة، ومن أشكال الهياكل نفسها، ومن الإيقاع في الانتظام الذي يفرضه الهيكل على المسقط وبالتالي على الواجهات. وهكذا! الوظيفة تقرر الشكل، والشكل ينتج عن الوظيفة.

فمعروف للفلاسفة منذ القدم أن بداية وضع قواعد في الفن هي الدلالة التي لا تخطئ على بداية انحدار المدنية![2]. فنجد أدولف لوس مثلا ينشر مقالا وصف فيه الزخرفة بأنها جريمة! وأخذ يستشهد بأن من يستعملونها هم المتوحشون والبدائيون والمجرمون، الذين يزينون أي شيء يقع تحت أيديهم، حتى أجسامهم. وأصر على أن الزخارف غير مسموح بها للإنسان المتمدين؛ وأن التحرر من الزخارف دلالة على الصحة العقلية.

فالوظيفية إذن بمعناها الواسع هي أن الواجب الأساسي للأشياء المصنوعة أن تؤدي الأغراض التي تصنع من أجلها، وأن يكون لها من الأشكال ما يأتي تبعا لهذه الأغراض أو الوظائف. وربما كان رجال علم الأحياء هم أول من استعملها، في دراستهم للكائنات الحية وبيان أثرها على الشكل. من بين هؤلاء عالم التاريخ الطبيعي الفرنسي لامارك، الذي حاول أن يشرح التحول في فصائل الحيوانات بأن العوامل الأساسية في اكتساب الكائن الحي لصفات جديدة هي استعمال أو عدم استعمال الكائن لأعضاء جسمه، مما يتسبب عنه أن تنمو هذه الأعضاء وتقوى، أو تضعف وتضمر وقد تختفي نهائيا؛ وأن الأعضاء تكتسب صفات جديدة نتيجة تجاوب مع تغير في ظروف البيئة؛ وبعدها يصبح للكائن صفات جديدة مكتسبة يمكن أن تنتقل للجيل التالي بالوراثة. فهو إذاً صاحب نظرية "الشكل يتبع الوظيفة" في علم الحيوان. ولكن خالف النظرية بعده العالم الإنجليزي الشهير شارلز داروين، بعقيدته في أن التطور يحصل "بالاختيار الطبيعي"، وفيه يتصادف أن يكون لبعض أفراد الفصيلة صفات خاصة تجعلها أكثر ملاءمة لظروف البيئة والجو عن غيرها من الأفراد الأخر، فيكون لها فرص أكبر على العيش والبقاء– أي أن "البقاء للأصلح".

من بعد هؤلاء جميعا لم يعد أحد يستطيع أن يتقبل فكرة وجود الشكل حراً من الاعتبارات الوظيفية. أما في الفن والعمارة فيبدو أن الفكرة جاءت من أمريكا، وأن من أوائل المعروفين ممن حاولوا إتباع نظرية مشابهة هو هوريشوجرينوه- فنان أمريكي ولد في 1805 وتعلم في جامعة هارفارد ومات في 1852-

فنظريته أن العمارة كما في الطبيعة يجب أن تستنتج الأشكال عن وظائفها، وقد وضع تعريفاً للجمال من وجهة نظر الوظيفية، وهو تعريف معقول ويسهل تقبله

[2] ارنست فيشر ترجمة أسعد حليم، **ضرورة الفن**، مطابع الهيئة المصرية للتأليف والنشر، 1971.صـ29

"أعرف الجمال بأنه وعد بالوظيفة؛ والعمل بأنه وجود الوظيفة؛ والطابع بأنه سجل للوظيفة" . وفي تفسيره للجمال بأنه "وعد بالوظيفة" يقول إن الكائنات العضوية الصغيرة الغضه التي لم يكتمل نموها تحتاج إلى رعاية وحماية أكثر مما تستطيع مكافأته بوسائلها الحاضرة، ولذلك فهي "تعد" بذلك في المستقبل. ولكي نحترم هذه الأشياء الصغيرة يسحر أعيننا مظهر الطفولة، وتصبح قلوبنا مطيعة لأوامر إرادة ملحوظة ولكن لا حول لها!...

يقودنا هذا إلي تفسيرات المعماريين المختلفين لمفهومية العمارة، فقد تم تحليلها وترتيبها كالآتي:-

- انتفاع محض، تكون العمارة فيها كالإنشاء، بلا شيء غير الخدمة والاقتصاد والمتانة.
- انتفاع ذو نسب جيدة، يكتسب فيه الإنشائي نظرة في التنظيم المرئي، ويفكر في عوامل الاختلاف والتنويع والخطوط، ويختار من بين الحلول المختلفة ما يسر العين أكثر من غيره.
- تصميم عضوي وتنظيم ناشئ عن الأشكال الإنشائية، تتطور فيه عناصر المبنى نتيجة لاحتياجات الإنشاء، فينشأ عنها تاج العامود والكرانيش والإطارات حول الشبابيك والأبواب، وتختار فيها معالجات زخرفية للمواد تتمشى مع المنفعة ولكن لا فائدة منها إلا استكمال الصورة والحصول على شيء يسر العين.
- تصميم وتنظيم لا يتعارض مع الإنشاء ولكن لا ينبع منه؛ وفي هذه الحالة يستعمل الإنشاء كحامل لما يوضع عليه من أسطح وواجهات، كما لو كان الحامل الخشبي الذي يسند عليه الفنان لوحته؛ أي أن يكون الإنشاء وسيلة، والتصميم الغاية إلى نظرة فنية جمالية، تصميم وتنظيم دون اعتبار للإنشاء، بل ومناقض له.

1-2-1-2الشكل:-

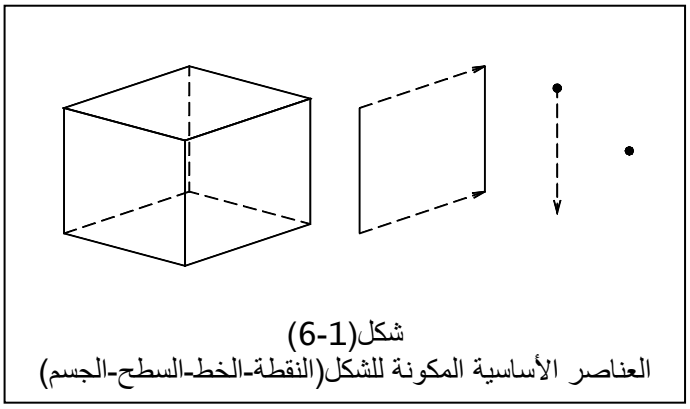
يعتبر الشكل أهم خصائص التشكيل حيث أن أي تشكيل يمكن إدراكه بنسبة كبيرة من خلال الأشكال فقط دون الخصائص البصرية الأخرى لهذا التشكيل، بينما يمثل اللون والملمس عناصر تكميلية لأداء التشكيل، ويبرهن على هذا اعتماد بعض المدارس المعمارية على الإظهار الغير ملون في التعبير عن تصميماتها، وإمكانية إدراك هذه التشكيلات بنسبة كبيرة من خلال الأشكال. فالتعريف العام للشكل هو مجموع الخواص التي تجعل الشيء على ما هو عليه إذ تتجمع الصفات الحسية وتعطينا كلها معا شكل الشيء[1]. وإن كان الجسم أو الشيء مركبا من أجزاء متعددة، فالشكل هو الإسم الذي يطلق على مجموع الأجزاء وعلاقاتها بين بعضها البعض، وبينها وبين الفراغات داخلها أو حولها، التي تحدد كلها طابعا مميزا لذلك الشيء أو الجسم. وفي

[1] ارنست فيشر ترجمة أسعد حليم، **ضرورة الفن**، مطابع الهيئة المصرية للتأليف والنشر، 1971.ص50

هذه الحالة تكون مرادفات الشكل هي النظام والتنظيم والترتيب والتكوين والإنشاء ومجموع العلاقات والتجميع وغيرها.

أ- **العناصر المكونة للشكل:-** يتكون الشكل من مجموعة من العناصر تتجمع لتكون الهيئة التي يظهر عليها الشيء ويمكن تحليل الشكل إلى عناصره الأولية وهي النقطة والخط والسطح والجسم شكل (1-6).

- ***النقطة***:- على الرغم من التعدد والاختلاف لمكونات الشكل إلا أن النقطة تمثل المرجع الأساسي لجميع المكونات التالية، وتشابه النقطة الخلية في التكوين الحي، والجزيء في المادة، وهي المولد الأساسي للشكل، وهي عنصر لا يظهر إلا في حالة سكون، وليس لها أبعاد أو اتجاه.



شكل(1-6)
العناصر الأساسية المكونة للشكل(النقطة-الخط-السطح-الجسم)

- ***الخط:-*** في حالة حركة النقطة في اتجاه فراغي معين ينتج ما يسمى بالخط، واتجاه حركة النقطة هو الذي يحدد نوعية ووصف الخط، فقد تكون حركة رأسية أو أفقية أو مائلة أو دورا نية أو منحنية، والخط من الناحية البصرية قادر على التعبير عن الاتجاه والحركة وهو عنصر أحادي البعد يتحدد من خلال طوله واتجاهه [1].

- ***السطح***:- ينتج السطح عن حركة خط في الفراغ في اتجاه يغاير اتجاه هذا الخط والسطح عنصر ثنائي الأبعاد يتم تعريفه من خلال بعدين أو من خلال طول خط ومقدار حركة في اتجاه آخر.

- ***الجسم***:-هناك نوعين من الأجسام يتم تصنيفيهما تبعا لأسلوب تكوينهما، النوع الأول هو الأجسام المصمتة الناتجة عن تراكم مجموعة من المستويات أو عناصرها الأولية كالنقطة والخط في صورة فراغية ثلاثية الاتجاه، والنوع الثاني هو الأجسام المفرغة والتي تنتج عن التفاف مجموعة من الأسطح حول حيز فراغي معين لتكون غلافا خارجيا يحوي بداخله فراغ.

(1)-Ching.F.D.K, **'Architecture Form, Space, & Order',** Second Edition, John Wiley & Sons, Inc.1996.p18

ب- تصنيف الأشكال:- تنقسم الأشكال تبعا لخواصها إلى عدة مجموعات هي:--

الأشكال ثنائية الأبعاد:- هي الأشكال التي تتكون عن طريق مجموعة من الخطوط والنقاط الواقعة في مستوى واحد، وأقل عدد من الخطوط المطلوبة لتكوين شكل هو ثلاثة خطوط فينتج عنهم مثلث، وهناك أشكال ذات أربعة أضلاع منها المربع والمستطيل، وأخيرا الأشكال متعددة الأضلاع مثل الشكل الخماسي والشكل السداسي وغيرها من هذه الأشكال ثنائية الأبعاد الغير منتظمة.

-الأشكال ثلاثية الأبعاد :- هي التي تحتوي على نقاط وخطوط وأسطح وأجسام في صورة فراغية، ومنها الشكل المصمت الذي يعتبر من أقوى الأشكال لأنه كتلة يتم التعامل معها بالنحت والإزالة أو الإضافة، ويمكن إطلاق عليه الشكل اللدن، والشكل السطحي الذي يتكون من مجموعة الأسطح الأفقية أو الرأسية أو المائلة أو الدورا نية والتي يمكن أن تكون منفصلة بعضها عن بعض أو في حالة تشابك.

-الأشكال العضوية :- تتميز ببعض السمات المشتركة ككثرة الخطوط الانسيابية غير الحادة، وتكيف الأشكال وانسجامها مع بيئتها، وسيادة مبدأ الإنتفاعية كمتحكم رئيسي في تكوين الأشكال، وفي بعض الأحيان يقتبس المعماري في تشكيلاته الأشكال الطبيعية الحرة الانسيابية فينتج الشكل النحتي الذي غالبا ما يبتعد عن القوانين والقواعد الهندسية فتظهر الكتلة في النهاية ككتلة منحوتة عضوية طبيعية وكأن المشكل الرئيسي لها هو الطبيعة وعواملها[1].

-الأشكال الهندسية:- يخضع الشكل الهندسي لقياسات هندسية ونسب ومعادلات تحكمه، وقد لجأ الإنسان إلى صناعة أدواته ومسكنه بأشكال بدائية إلى أن تحددت العلوم الهندسية فأصبحت تشكيلاته تميل إلى الأشكال الهندسية التي تحكمها ضوابط وقواعد محددة طبقاً لهذه العلوم.

-الأشكال البسيطة :- كلما كان الشكل بسيطا وله خطوط بسيطة واضحة كلما كان من السهل على المشاهد فهمه. و يحاول العقل البشري بوجه عام دائما تجريد أو تبسيط أي تكوينات معقدة أو مركبة تمر عليه، ويمكن إطلاق لفظ الأشكال الأولية على الأشكال البسيطة التي تندرج عموما تحت قسمين رئيسيين هما:-

-مجموعة الأشكال الدورانية:- كالدائرة والبيضاوي اللذان ينتج عنهما الكرة والأسطوانة والمخروط بعد إضافة البعد الثالث لهم.

-مجموعة الأشكال المضلعة:- التي تتكون من خطوط ومستويات مستقيمة كالمربع والمستطيل.

(1) علي رأفت، **الإبداع الفني في العمارة**، مطابع الأهرام 1997صـ298،306

***-الأشكال المركبة*:-** تتكون من مجموعة من الأشكال البسيطة التي ترابطت أو التحمت مع بعضها. ويمكن تحديد العمليات التي تتم على الأشكال البسيطة ليكون الناتج النهائي شكلا مركباً في الآتي شكل (1-7):-

- الإضافة:- عن طريق إضافة شكل إلى آخر، وتتدرج عملية الإضافة من أبسطها حيث تظل الكتلة الرئيسية طاغية ومسيطرة على العناصر المضافة لها حتى تصل إلى درجة تعادل تأثير جميع الكتل المجتمعة، ويشترط في هذه العملية أن تحتفظ كل كتلة بسماتها وصفاتها، ومثال علي ذلك المعبد اليوناني المركب من سطح مائل مضاف على قاعدة مستطيلة.

- الحذف:- وذلك بحذف جزء من الشكل، ويتحكم حجم الجزء المحذوف من الشكل في مدى احتفاظ الشكل بصورته الأولية أو ابتعاده عنها، ومثال على ذلك تفريغ أجزاء من الواجهات لتكوين شرفات أو تشكيلات مختلفة.

- التجميع:- ويكون التكوين العام ناتجا من عدة كتل يتم الربط فيما بينها بواسطة عناصر ربط أو اتصال، وفي هذا الاتجاه تحتفظ كل كتلة بشخصيتها المستقلة.

- التكرار:- لكتلة أو وحدة ما في اتجاه أفقي أو رأسي أو أي اتجاه آخر، وتعد أحد الحالات الخاصة من الإضافة بشرط أن يكون التكرار لعنصر واحد بنفس صفاته وسماته.

- التحول:- وهو عبارة عن تغيير الشكل إلى شكل مقارب له أو مكافئ له في النسب، ومن أشهر الأمثلة لذلك تحول المآذن الإسلامية من قاعدة مربعة إلى مثمنة ثم اسطوا نية ثم إلى قبة أو مخروط، وحتى تصل إلى هذه العملية فإنه تتم عليه إحدى عمليات الإضافة أو الحذف أو غيرها.

- التراكم:- ينتج بوضع مجموعة من الكتل فوق بعضها مرتدة أو بارزة، متداخلة أو معزولة، بحيث تحتفظ كل منها بشكلها دون محاولة لاستمرارية أو انسيابية الواحدة إلى الأخرى.

الإضافة(المعبد اليوناني) التجميع(كنيسة الترينتي-بوسطن) التحول(مئذنة المسجد النبوي) التراكم(بنك اللويدز-لندن)
شكل (1-7) نماذج للأشكال المركبة

-الأشكال المركزية :- يكون فيها التشكيل حول نقطة واحدة متمركزة في الشكل، ويعتمد التكوين على تركيز أشكال ثانوية حول كتلة واحدة رئيسية تقع في المنتصف، ويمكن أن يكون الشكل في حد ذاته مركزي متماثل حول النقطة التي تقع في منتصفه.

-الأشكال الخطية :- يكون محورها مستقيماً أو منكسراً، وتتكون نتيجة استطالة شكل في اتجاه محور ما عن طريق التعديل في أبعاده أو مجموعة أشكال متتابعة وقد يكون المحور الخطي مستقيما أو منكسرا أو منحنيا في اتجاه واحد.

-الأشكال الإشعاعية :- تتكون الأشكال الإشعاعية عن طريق تقابل أو تجمع عدة محاور في نقطة واحدة وتكون عبارة عن أشكال خطية تنطلق من نقطة تمثل مركز في عدة اتجاهات إشعاعية بعيدا عن هذا المركز، وقد يكون اتجاه هذه الأشكال مستقيم أو منحني.

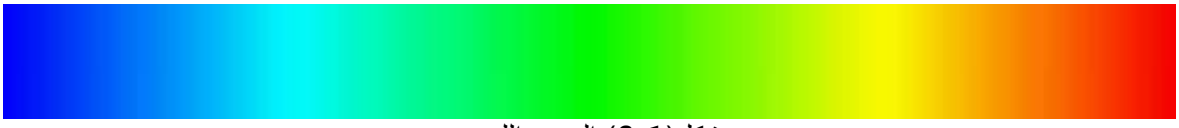
-الأشكال الشبكية :- تقوم على نموها في اتجاه محاور متكررة أو متوازية، ويمكن أن تكون متعامدة أو تربط بينها أي زاوية أخرى، وفي هذه الحالة تنظمها شبكات موديولية منتظمة أو غير منتظمة. والشبكات تتكون عن طريق تقاطعات بين خطوط على مسافات محددة في إطار ثنائي أو ثلاثي الأبعاد.

-الأشكال التجميعية :- وفي هذه الأشكال يصعب تحديد المحور الحاكم لتشكيلها فهي أشكال تم تجميعها نتيجة لمتطلبات إنتفاعية أو تشكيلية معينة دون اتباع قواعد

هندسية معينة، فيمكن أن يتم تجميعها متجاورة أو متتالية في أي اتجاه محدد أو غير محدد، ويمكن تجميع أشكال متماثلة أو غير متماثلة. (1)

1-2-1-3 اللون:-

يعرف بأنه الشعاع الملون المنعكس عن الأشياء إلى العين، فالأجسام والمسطحات لها خاصية امتصاص بعض إشعاعات الضوء وانعكاس أو ارتداد بعضها، ويكتسب الجسم لون الإشعاع الذي يعكسه.



شكل(1-8) التدرج اللونى

أ- **كنه اللون:-** وهو الصفة المميزة والمحددة للون كالأخضر والأصفر والبرتقالي...الخ (2).

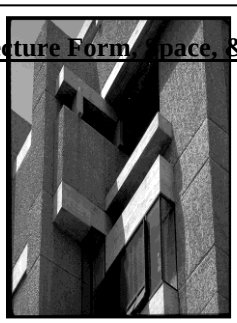
ب- **قيمة اللون:-** وهي الدرجة التي يقصد بها أن اللون فاتح أو داكن ومقدار اختلاط الكنه بأحد درجات السلم الرمادي من الأبيض إلى الأسود.

ج- **التشبع:-** هو مقدار تشبع الدرجة اللونية بالكنه، ودرجته هي التي تميز مثلاً بين الأحمر الزاهي (ذو درجة تشبع عالية) والأحمر الباهت (ذو درجة تشبع أقل).

يساعد اللون على تحقيق الوحدة أو التنوع، فالألوان المتقاربة تخلق روح الوحدة، على عكس الألوان المختلفة، كما يوضح اللون شخصية المواد فكل مادة تتمتع بصفة لونية تميزها، ويؤكد اللون الأشكال فيظهر الشكل أوضح إذا كان لونه متباينا مع الخلفية. ويؤثر اللون على النسب، فالخطوط والمواد ذات اللون القوي في اتجاه معين تؤثر على الإحساس باتجاه الفراغ نحو الأفقية أو الرأسية ويساعد اللون على تحديد المقياس، فالمبنى ذو اللون الواحد قد يصعب تحديد مقياسه من مسافة بعيدة لغياب تمييز مقياس عناصره، على عكس المبنى ذو الألوان المختلفة في الشبابيك والحوائط.

1-2-1-4 الملمس:-

الملمس من معناه اللغوي هو ما يتم إدراكه عن طريق حاسة اللمس، ولكن يمكن أيضا التعرف عليه بصريا عن طريق سلوك الأسطح في التعامل مع الضوء الساقط عليها، فالسطح الخشن وهو المليء بالنتوءات والتجاويف تكثر تباياناته بين المظلم والمضيء، على خلاف الملمس الناعم. والسطح المثقول يمتاز بقدرته العالية على عكس الإضاءة. والملمس يختلف باختلاف مسافة الرؤية فدراسة العلاقة بين المسافة والملمس



شكل (1-9)

(1) مبنى مدرسة العمارة جامعة يال المعماري بول رودولف (2) مبني بيت الشموع المعماري هانز هولن

(1)-Ching.F.D.K, **'Architecture Form, Space, & Order',** Second Edition, John Wiley & Sons, Inc.1996.p81,79

(2) يحيي حمودة ، **نظرية اللون**، صـ9

المرغوب توضيحه هامة في مجال التشكيل المعماري، فقد يبدو الملمس الخشن أنعم كلما ابتعد عنه المشاهد، أيضا يؤثر الزمن علي الملمس فإدراك الملمس بنظره عابرة يختلف عن إدراكه بنظرة متأنية لشخص يقف أمام المبنى، ويمكن تصنيف الملامس إلى ملامس ناعمة وأخرى خشنة يتدرج استخدامها تبعا للحاجة الوظيفية للتشكيل والإيحاءات التي يرغب المعماري في التأثير بها على المشاهد شكل (1-9).

1-2-1-5 الشفافية والمسامية:-

الشفافية هي الخاصية التي تسمح بمرور الضوء من خلال السطح وتكون بنسب متفاوتة وبالتالي تؤثر على مدى الرؤية من خلاله، وأما المسامية تمثل نسبة مساحة الفتحات الموجودة في حوائط المبنى أو الفراغ مقارنة بالمساحة الكلية لحوائط الفراغ المصمتة، والمسامية تشابه مفهوم الشفافية في قدرتها على إنفاذ الضوء من وإلى الفراغ وقد تتخطى ذلك في قدرتها على إنفاذ الهواء ودرجات الحرارة، وتعبر مسامية أو شفافية التشكيل المعماري عن مقدار الاتصال بين داخل الفراغ وخارجة، وتعتبر الوسيلة الأهم في ارتباط خارج المبنى بمحتواه الداخلي.

1 - 2 – 2 أسس عملية التشكيل المعماري:-

يتناول هذا الجزء من البحث دراسة أسس عملية التشكيل التي تؤثر على خروج المبنى بصورة تشكيلية معينة تنعكس على إدراك المشاهد وتقييمه، وتتعدد الأسس الخاصة بالتشكيل المعماري في كيفية تحقيقها، وإن كانت تتفق في هدفها الذي يسعى إلى الاقتراب بصورة المبنى من ذهن وعاطفة الإنسان، وبصفة عامة فإن أغلب هذه المبادئ اشتقت من الأسس التشكيلية في الطبيعة، ومن الصعب الحصول على تسلسل منطقي لترتيب هذه الأسس من حيث الأولوية والأهمية، نتيجة أن لكل منها شأنه ومجاله الخاص، وفيما يلي عرض لهذه المبادئ:-

1-2-2-1 الوحـــدة:-

تمثل الوحدة تحقيق أقصى مجهود في العمل المعماري المعقد والمتباين الأنشطة ليخرج في شكل موحد متكامل داخليا وخارجيا، والوحدة تساعد في عملية الإدراك والاستيعاب عند المتلقي، وتتحقق الوحدة المعمارية في عدة صور.[1]

أ- **التفرد:-** وينبع التفرد من اختيار المصمم شكلا هندسيا بسيطا للمبنى مثل الهرم أو الاسطوانة أو المكعب أو الكرة، وقد ظهر هذا المبدأ في المباني التاريخية، بداية

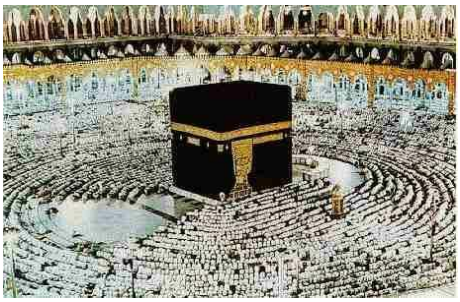
[1] علي رأفت:- **الإبداع الفني في العمارة-** مطابع الأهرام 1997صـ120

شكل(1-10) أهرامات الجيزة – مصر

برج بيزا المائل- ايطاليا

بأهرامات الجيزة، مرورا ببرج بيزا بإيطاليا شكل(1-10)، ووصولا لأعمال ميس فان ديروه.

ب- **السيطرة:-** يتوفر تحقيق الوحدة في التشكيلات المعمارية المكونة من عدة كتل عن طريق إبراز أهمية وسيطرة أحد الكتل الهامة بوظيفتها وشكلها عن باقي الكتل، أو عن طريق سيطرة اللون أو الملمس الذي يتمتع بقوة بصرية تميزه عن باقي مكونات المبنى، أو عن طريق سيطرة اتجاهات الأفقيات والرأسيات أو سيطرة الكتلة المسمطة عن المفرغة، وغيرها من الصور الأخرى، والسيطرة لا تعني الانفراد بالسيادة وإنما الانفراد بالتميز، وتلعب دورا هاما في الإرشاد والتوجيه شكل (1-11).


شكل (1-11) الكعبة المشرفة

ج- **التباين والتناقض:-** هو أحد وسائل الوحدة عن طريق خلق تباين في الأشكال أو الاتجاهات للتعبير عن التكامل، فالليل والنهار معنيان متضادان ولكن عند اقترانهما في موضوع واحد يعبران عن تكامل مراحل اليوم، والحياة قائمة على التباين بين الليل والنهار، فلا يمكن أن تقوم على أحدهما فقط، وقد استخدم المصمت والمفرغ في العمارة والخشن والناعم و غيرها من المتناقضات لعكس هذا المفهوم.

د- **التجانس والتوافق:-** إن احتواء العمل المعماري على اتجاه ثابت في التشكيل يحقق أعلى درجات التجانس والتوافق، فثبات المعماري على اتجاه لوني معين ينعكس على اختياره لجميع المواد المستخدمة في المبنى، ويحقق درجة عالية من التوافق بين هذه المواد على الرغم من اختلاف طبيعتها.

إذن الاتجاهات السابقة نحو وحدة الكتل المكونة للعمل المعماري تشترك جميعها في نتيجة واحدة تؤكدها، وهي وصولها بتكوين الكتلة إلى سهولة الإدراك والاستيعاب عند المشاهد، وبالتالي الوصول إلى وحدة التأثيرالبصري والعاطفي والفني للعمل المعماري [1].

(1) علي رأفت:- **الإبداع الفني في العمارة**- مطابع الأهرام 1997صـ127

1-2-2-2 الاتزان:-

يمثل الاتزان المعماري امتداد لمبدأ الاتزان الطبيعي، سواء على المستوى الشكلي الجمالي والإنشائي أو المستوى البيئي اللازم لاستمرار الحياة، والاتزان من معناه اللغوي يعطي إحساسا بالثبات مما يعكس الارتياح والأمان. وينقسم الاتزان الشكلي إلى:-

أ- **الاتزان الإستاتيكي:-** يتطلب هذا النوع التماثل المطلق بين عناصر التشكيل حول محور تماثل، ولذلك يعد التماثل شرطا لتحقيقه شكل (1-12).

ب- **الاتزان الديناميكي:-** هذا النوع لا يتطلب وجود تماثل ولكن يظهر في الكتل في حالة ما إذا كانت فراغاتها وتشكيلاتها بينها علاقة داخلية منتظمة ومنسجمة ويظهر ذلك في مباني المساجد شكل (1-12) حيث تتزن المئذنة بإرتفاعها مع مبنى المسجد ومساحته الكبيرة.

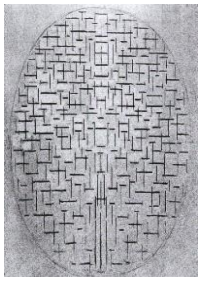
شكل(1-12) تاج محل – الهند

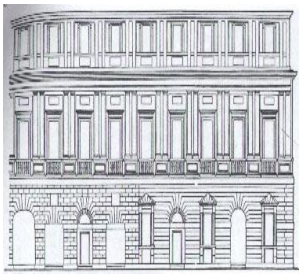
المسجد النبوي الشريف – المدينة المنورة

1-2-2-3 الإيقاع:-

عندما تكرر المستويات والخطوط والمعالجات السطحية وفق تسلسل منتظم، فإن شعورا ما يحدث في نفس الرائي، هذا الشعور هو شعور بالإيقاع، فهو البعد الزمني بين ظهور عنصرين متشابهين ومتتاليين في أي تكرار شكل (1-13)، إن مصطلح إيقاع مستعار من فنون أخرى محتوية على عنصر الزمن ومبنية على الحركة مثل الموسيقى والرقص، فيستخدم الإيقاع لإحداث حركة يستشعرها الرائي وعيناه تنتقل بين أجزاء المبنى المختلفة فيحدث الشعور بالإيقاع من خلال رسم وتنفيذ خطوط ألوان ونماذج متكررة، وينقسم الإيقاع إلى إيقاع بسيط وآخر مركب يتناول أكثر من إيقاع في آن واحد(1).

(1)-Ching.F.D.K, **'Architecture Form, Space, & Order',** Second Edition, John Wiley & Sons, Inc.1996.p356




شكل (1-13) أمثلة علي الإيقاع

فالإيقاع الشكلي إما أن يكون تكراري النبضات عن طريق ثبوت المسافات البينية بين العناصر المتكررة، أو إيقاع متغير كالناتج عن تغيير المسافات البينية بين عناصر الإيقاع، أو إيقاع متدرج ينتج عن طريق تدرج المسافات البينية بين هذه العناصر سواء بالزيادة أو بالنقصان.

1-2-2-4 المحورية والمركزية:-

تعتبر المحورية والمركزية أحد السمات التشكيلية للأجسام عامة ومنها المباني، ويعتمد اتصاف التشكيل بأي منهما على النسبة بين أبعاده. فالتشكيلات المتكافئة الأبعاد تتساوى فيها أهمية المحاور المكونة لها، وبالتالي تصبح الأهمية لنقطة التقاء هذه المحاور وهي المركز.

أ- **المحورية:-** هي عملية تنظيمية تختص بتنظيم الأشكال والفراغات حول محور خطي معين قد يكون مستقيم أو منكسر أو منحنى، والمحور هنا لا يعتبر عنصراً مادياً في حد ذاته ولكن يمكن إدراكه عن طريق العناصر التي تشكلت حوله، وقد يكون محور اتزان أو تماثل أو حركة.

شكل (1-14) مبنى الفاتيكان

ب- **المركزية:-** تختص هذه العملية بتنظيم الأشكال والفراغات ولكن حول نقطة، حيث تتطلب التشكيلات المركزية تأكيد المركز بعناصر ذات سيطرة بصرية، مثل وضع قبة أعلى المركز أو نافورة أو تمثال. شكل(1-14)

1-2-2-5 تأكيد الاتجاه:-

غالبا ما يحدد المعماري نسبة لمبناه تتسم إما بالأفقية أو الرأسية تبعا للأهداف الجمالية التي يسعى إلى تحقيقها، وفي حالة كون الكتلة المعمارية الناتجة لا تسمح له بتأكيد النسبة التي يرغبها - نتيجة قوانين البناء مثلا- يسعى المعماري إلى جذب نظر المشاهد إلى نقطة معينة قد تكون أفقية أو رأسية, لكي يزيد الشعور بأفقية المبنى أو رأسيته. وقد يلجأ المعماري إلى تجزئة المبنى إلى مجموعة من الجزيئات ذات النسبة الأفقية لزيادة الأفقية، أو جزيئات ذات نسبة رأسية لزيادة الرأسية.

1-2-2-6 المقياس:-

يمثل الحجم مقدارا يعبر عن الأبعاد الحقيقية للأجسام من طول وعرض وارتفاع، بينما مقياس الحجم هو جانب نسبي يتحدد بناء على المقارنة بين حجم الجسم وبين الأحجام المحيطة به أو الموجودة في ذاكرة الإنسان وخبراته الإدراكية وينقسم المقياس إلي شكل(1-15):-

أ- **مقياس تعاظمي:-** وهو استخدام المعماري لبعد الارتفاع الشاهق والأحجام الكبيرة لتوصيل بعض المشاعر للمشاهد بما يلائم فكرة الانتقال من المادي إلى الروحاني والتسامي إلى رحاب السماء، وذلك من خلال رؤية بصرية أرادها المصمم للمشاهد، والأمثلة على ذلك مآذن المساجد وناطحات السحاب والنصب التذكارية والتي تعطي مشاعر الخلود، والتي يعمد فيها المعماري الارتفاع عن المقياس الطبيعي للإنسان.

ب- **مقياس متوسط:-** وهو المرحلة الانتقالية بين التعاظم والنسبة القريبة للمقياس البشرى ويمكن استخدام المقياس المتوسط ضمنا في الأعمال ذات المقياس التعاظمي لإعطاء الإحساس بالانتقال والارتقاء بالعمل المعماري. ويمثل هذا النوع من المقياس القصور السكنية والتي تتباعد فيها محددات الفراغ المعماري نوعا ما عن المقياس المعتاد ولا تصل أي درجة للتعاظم كما في المساجد مثلا.

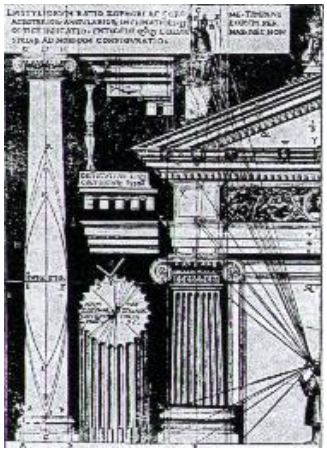
ج- **مقياس حميم:-** يعتبر أقرب عمل معماري بالنسبة للمقياس الطبيعي لجسم الإنسان وتؤخذ أبعاد المقياس من أبعاد جسم الإنسان وذلك لإعطاء الإحساس بالطمأنينة والاستقرار، وكذلك سيطرة المستخدم علي الأبعاد المحيطة به و سهولة حركته داخله.

المقياس التعاظمي (متحف اللوفر-باريس) المقياس المتوسط (مسجد) المقياس الحميم (أحد المباني السكنية)

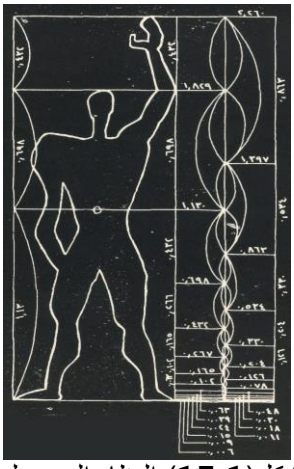
شكل (1-15) أمثلة علي المقياس

1-2-2-7 نسبة الأبعاد:-

ترجع النسب إلى العلاقات الرياضية بين الأبعاد الحقيقية للشكل، ويتأثر الشكل تبعاً للنسبة بين الطول



شكل(1-16) تحليل النسب


شكل(1-17) النظام الموديولي

إلى العرض إلى الارتفاع، كأن يكون الشكل مستطيلاً أو مربعاً في المسقط، منخفضاً أو عالي الارتفاع. وتتحدد نسب الفراغات عن طريق الوظيفة وطبيعة الأنشطة التي يأويها، وقد تتأثر بالعوامل التقنية أو البيئية المحيطة، كما أن الخلفية الثقافية والتاريخية قد تشكل صورة الفراغ شكل(1-16)، أو قد تكون النسبة مبنية فقط على اعتبارات شكلية جمالية تحكم العلاقات البعدية بين أجزاء الفراغ، ونظم نسبية ذات علاقات رياضية سعيا وراء الوصول للجمال المرئي، وهذه النظم تتعدى كونها مجرد حسابات هندسية، فهي في النهاية رغبة في منح الجمال. وقد وضع المعماري لوكوربوزييه النظام الموديولي وقد بنى على أساس نسب جسم الإنسان شكل(1-17). وفي العمارة توجد نسبتين أساسيتين في التشكيل:- نسبة أبعاد المسقط الأفقي:- وهي نسبة الطول إلى العرض، وهي التي تحدد هوية الفراغ من ناحية الاستقرار والحركة. ونسبة المساحة إلى الارتفاع، وهي تميل إلى الأفقية في حالة سيطرة المسطح على الارتفاع، بينما تميل إلى الرأسية في حالة سيطرة الارتفاع على المسطح.

3-1 إدراك التشكيل المعماري:-

تتمثل الخطوة التالية في دراسة التشكيل في كيفية إدراكه بصريا من قبل الإنسان أو المشاهد من خلال الصور المنقولة إلى ذهنه عن طريق العين، والعوامل المؤثرة على هذا الإدراك.

1 - 3 – 1 عملية الإبصار كمدخل لدراسة الإدراك:-

تمثل العوامل الحيوية والطبيعية المتعلقة بعملية الإبصار عند الإنسان الخطوة الأولى لدراسة مفهوم الإدراك البصري.

1-3-1-1 مفهوم عملية الإبصار:-

هي العملية الفيزيقية الناتجة عن استقبال خلايا وأعصاب العين للأشعة الضوئية المنعكسة من الجسم المرئي نتيجة سقوط أشعة ضوئية عليه من مصدر ضوئي ومن ثم نقلها إلى مركز الإبصار في المخ.

1-3-1-2 جوانب عملية الإبصار:-

بتحليل مفهوم عملية الإبصار يتضح وجود ثلاثة جوانب أساسية في هذه العملية التي لا تكتمل بغياب أحدهم، وهذه الجوانب هي:-

أ- **جهاز الابصار:-** عين الإنسان هي العضو الأساسي المسئول عن حاسة البصر، وهذه الحاسة تعتبر من أهم الحواس التي تنقل خصائص الوسط المحيط، ودور العين هو نقل صورة البيئة المحيطة عن طريق استقطاب الأشعة المنبعثة، فتتكون صورة مقلوبة للجسم على شبكية العين التي تقوم بإرسال هذه الصورة للمخ والذي يقوم بدوره بتصحيح هذه الصورة إلى وضعها السليم تمهيدا لإدراكها ذهنيا. ونتيجة لتكور عين الإنسان يتكون مجال رؤية محدود لعين الإنسان الثابتة، والذي يمكن تمثيله وهميا بجسم مخروطي بيضاوي رأسه تمثلها العين، والعين لا ترى بنفس الدقة والوضوح داخل هذا المجال، وإحساس العين باللون ينتج من وجود ثلاثة أنواع من الألياف العصبية البصرية في العين، كل منها يحس بأحد الألوان الأصلية الثلاثة -الأحمر والأزرق والأصفر- والتي ينتج عنها أي لون آخر.

ب- **الضوء**:- الضوء هو موجات إشعاعية تحتوي على طاقة وتنتشر في الفراغ بسرعة 300كم/ثانية[1].

- **الطيف المرئي**:- إن عين الإنسان بطبيعتها لا تحس بالموجات التي يقل طولها عن 3900 أنجستروم وتزيد عن 7600 أنجستروم وسرعتها ثابتة، لذلك أطلق على الأشعة الضوئية التي تحسها عين الإنسان بالطيف المرئي.

- **الطيف الكامل:-** ويحتوي هذا الطيف على جميع الأشعة الضوئية المرئية والغير مرئية والتي يتم ترتيبها وفقا لتردد وطول الموجة الضوئية.

- **مصادر الضوء:-** وهي المصادر الطبيعة للضوء كالشمس والنجوم، والمصادر الصناعية بأنواعها المختلفة كالمصابيح السلكية والمصابيح الزئبقية وغيرها.

ج- **الجسم المرئي:-** الهدف الأساسي من عملية الرؤية هو التعرف على ملامح الأجسام المرئية بهدف إدراك هويتها، فتكتمل الصورة البصرية للجسم المرئي وقد سبق التعرف على هذه الملامح كالشكل واللون والملمس والشفافية والمسامية.

1-3-1-3 العوامل المؤثرة على عملية الإبصار:-

ترتبط جوانب عملية الإبصار (العين – الضوء – الجسم المرئي) بعدة عوامل تؤثر عليها، وتنتج هذه العوامل من المتغيرات التي تطرأ على كل جانب، وفيما يلي توضيح لهذه العوامل:-

أ- **عوامل فسيولوجية مرتبطة بعين الإنسان**:- عين الإنسان السليمة لها خواص فسيولوجية معينة تمكنها من أداء وظيفتها بشكل طبيعي، وعند حدوث خلل أو اضطراب في فسيولوجية العين يحدث قصور في عملية الإبصار.

---

[1] احمد عبد الغني محمد، مي عبد المنعم عطا الله، "**المفاهيم الأساسية**"، مطبوعات الهيئة العامة لقصور الثقافة، 1999.

ب- **عوامل فيزيائية مرتبطة بخصائص الأشعة الضوئية:-** تعتمد عملية الرؤية على مقدار الإضاءة المتوفرة لها، فالبيئة وفيرة الإضاءة يسهل رؤية ملامحها والتعرف عليها، على عكس البيئة ضئيلة الإضاءة.

ج- **الخصائص البصرية للجسم المرئي:-** تؤثر بعض خواص الجسم المرئي كاللون والملمس والشفافية على كمية الضوء المنعكس أو القادم منه وبالتالي تؤدي إلى وضوح أو تقييم الرؤية مع مراعاة أن درجة الوضوح تتأثر ببعد الجسم المرئي عن العين.

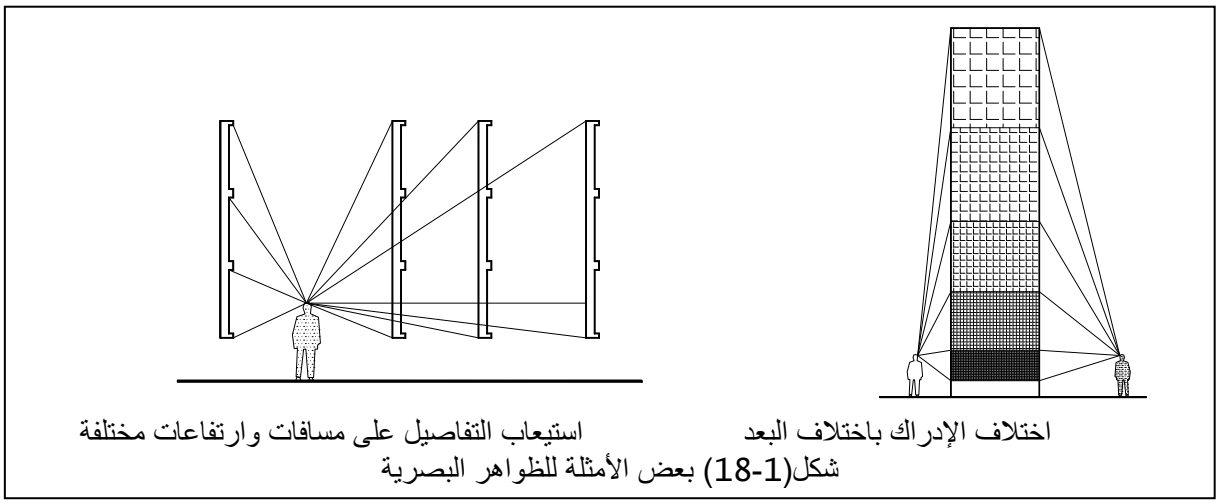
1 - 3 – 2 مفهوم عملية الإدراك:-

يقصد بالإدراك تلك العملية التي تجري في عقولنا عندما نحاول أن نحدد صورة معينة لأشياء تختلف في لونها أو تركيبها بواسطة الضوء المنعكس إلينا من هذه الأشياء وما يحيطها؛ إن تحديد مسطحات وأحجام هذه الأشياء يمثلها الأساس الفيزيائي لتشكيلها، والعقل يجاهد قدر استطاعته ويتفاعل مع هذه الأسس ليكون لذاته صورة واقعية لهذه التشكيلات؛ إن الضوء هو الذي يسبب إحساسنا بالمادة وشكلها بما يوصله من أشعة منعكسة إلى عيوننا، ونحن نختار هذه الأشعة في ذهننا لنكون لأنفسنا صورة واقعية عن العالم الطبيعي المحيط بنا؛ هذا الإحساس بمعرفة الأشياء ورؤية مسطحاتها وإدراك حجمها، ليست من الأفعال الطبيعية البديهية كما يخيل إلينا، بل هي عملية تدريبية شاقة استلزمت جهدا غير قليل من الإنسان في مراحل طفولته للتعرف على الأشكال وتفهم معانيها، فقد يختلف الإحساس باللون من شخص إلى آخر، فبعضهم يرى اللون الفيروزي - مجموع الأخضر والأزرق - مائلا إلى الأخضر، والبعض الآخر يراه مائلا إلى الأزرق، ويعتبر الإحساس بالعمق من أهم عوامل الرؤية بالنسبة إلى المعماري، أي بوضع البعد الثالث في صورة لها بعدين اثنين، هما الطول والعرض؛ ومن هنا نتحكم في إحساسنا بالفراغ، لأن الفراغ يتحدد بالعناصر التي تكونه، والإحساس بالعمق له مؤثرات كثيرة، كاختلاف السطوح، والملمس، واللون؛ ويتأكد الإحساس بالعمق من خلال التشكيل المنظوري, القيم الكاشفة أو القاتمة للأشياء, نوعية الألوان, اختلاف ملمس الأشياء.

1 -3 – 3 الإدراك البصري:-

هو عملية التحقق من المعلومات المرتبط تمييزها بواسطة العين و الذهن، أو هو الترجمة الفعلية لكل ما تستقبله حاسة البصر من صفات للتشكيلات كألوانها وملمسها ومدى شفافيتها.
إن رؤية الأشكال والفراغ وإدراك الثبات والحركة هي معرفة مكتسبة، وقد تأكد ذلك عندما أجريت تجربة عبارة عن عمليات جراحية لإعادة البصر لبعض الأشخاص الذين ولدوا مكفوفين وأمضوا حياتهم دون حاسة البصر – ولما نجحوا في تمكينهم من الإبصار – عرضت عليهم بعض الأشياء العادية - كبرتقالة مثلا- عجزوا عن معرفتها ووصفها أو معرفة لونها أو

شكلها بالرؤية، وكان لابد لمعرفة شكلها الكروي من الاستعانة بحاسة اللمس بأيديهم، وقد اختلط على بعضهم الأمر فوصفوا المثلث بأنه دائرة أو مربع ولم يتوصلوا إلى تحديد شكله الحقيقي إلا بتحسيس زواياه الثلاثة باللمس، وكان لابد من وقت طويل للتدريب على إدراك حقيقة الأشياء بواسطة الإحساس الجديد لديهم وهو حاسة البصر شكل(1-18).



اختلاف الإدراك باختلاف البعد استيعاب التفاصيل على مسافات وارتفاعات مختلفة

شكل(1-18) بعض الأمثلة للظواهر البصرية

1 -3 – 4 مستويات الإدراك البصري:-

يدرك الإنسان كل ما يحيطه بصريا على أربعة مستويات، وذلك تبعا لمستوى نضجه الإدراكي الذي يعتمد على مرحلته السنية ومدى الخبرات التي مر بها، وهذه المستويات هي كالتالي:-

1 - 3 – 4-1 إدراك الشكل:-

إن الشكل هو أول مستوى من مستويات الإدراك البصري، وهو أول ما يدركه الطفل الصغير، فالطفل يتعرف أولا على شكل أمه، وإدراك الشكل يعتمد على درجة التعرف على مكوناته وخصائصها وتصنيفه، فعلى سبيل المثال إدراك الأشكال البسيطة أسهل من الأشكال المركبة أو الحرة، وإدراك الشكل يعتمد على:-

أ- **الشكل والخلفية:-** يحتاج الإنسان لإدراك شكل أي جسم إلى تمييزه من خلفيته، ففي حالة تباين الخلفية مع الجسم تظهر وتتضح ملامح الجسم وبالتالي يسهل على المشاهد إدراكه، والعكس صحيح.

ب- **الحواف والحدود الخارجية للشكل:-** بالتعرف على شكل وخواص حدود الشكل يمكن تمييز هذا الشكل، وكلما كانت الحدود بسيطة كلما سهل التعرف على الشكل المرئي وبالتالي إدراكه، بينما إذا اختفت الحدود الأصلية للشكل نتيجة لضعف

تأثيرها على الخلفية كلما كان من الصعب على الذهن إدراك هذا الشكل وهي الوسيلة التي يلجأ إليها بعض الحيوانات للتخفي.

ج- **الترتيب والتجميع:-** أغلب الأشكال المركبة تنتج عن تكوين وتجميع لمجموعة من الأشكال البسيطة، ولإدراك الأشكال يقوم الذهن عادة بعملية تفسير وتحليل الأشكال المركبة إلى مكوناتها الأصلية البسيطة ثم يعود إلى تجميعها مرة أخرى لتكون الشكل المركب في ذهنه، وقد اهتمت مجموعة من العلماء النفسيين الألمان في بدايات القرن العشرين بدراسة الكيفية التي يحلل بها العقل ما يراه ووضعوا ما يسمى بنظريات الجشطلت المفسرة لعملية الإدراك وهذه النظريات هي[1]:-

- **التقارب:-** عندما يرى الإنسان أشكال أو وحدات متقاربة بعديا فإن ذهنه يميل إلى تكوين مجموعات منها، فعلى سبيل المثال تساوي المسافات بين عدد من الوحدات يصعب من عملية إدراك عددها، بينما التقارب بينها يسهل عملية الإدراك وتجميعها في هيئة صفوف أو أعمدة.
- **التشابه:-** يميل الذهن دائما إلى تجميع العناصر المتشابهة في خصائصها البصرية كالشكل واللون والحجم والتوجيه كوحدات مستقلة.
- **اللون:-** يتم تجميع العناصر المتشابهة في اللون.
- **التوجيه:-** حيث يؤثر على فهم الأشكال بدرجة كبيرة.
- **الحجم:-** يتم تجميع الأشكال المتشابهة في الحجم.
- **الشكل:-** يسهل فهم الأجسام المتقاربة والمتشابهة في الشكل.
- **الاستمرارية:-** عند رؤية شكل مركب يسعى المشاهد إلى تحليل الشكل إلى مكوناته الأولية، ويتم هذا التحليل على أساس اختيار العناصر المكونة للشكل ذات الاستمرارية الأقرب و الأبسط.
- **الانغلاق:-** هناك ميل دائم لاستكمال وغلق الأشكال الهندسية الناقصة.

1 -3 – 2-4 إدراك اللون:-

تتعدد الألوان في البيئة المحيطة بالإنسان سواء الطبيعية أو الصناعية، ومن الصعب تحديد عدد محدد من الألوان يمكن حصره، ولكنها تعتبر لانهائية ولكن ما يمكن تحديده منها هي الألوان التي يمكن لعين الإنسان التفرقة بينها. والتعرف على هوية اللون يختلف من شخص لآخر تبعا لثقافته، وطبيعة مهنته إذا كان ذو خبرة في التعامل مع الألوان، والألوان التي يمكن للإنسان التمييز بينها بسهولة دون خلط هي الألوان ذات التباعد في الكنه والقيمة والتشبع مثل الأحمر، الوردي، البرتقالي، الأصفر، الأزرق، السماوي، البنفسجي والأخضر.

[1] أميرة حلمي مطر، **"فلسفة الجمال "أعلامها و مذاهبها "**، مطابع الهيئة المصرية العامة للكتاب، 2002، صـ42.

أ- **ثبات إدراك اللون:-** يتأثر إدراك اللون بعوامل متعددة، أهمها كمية الإضاءة المسلطة عليه وخواصها، كذلك المسافة بين المساحة اللونية والمشاهد، وبالرغم من التطورات التي تطرأ على اللون يبقى هناك ثبات في إدراكه.

ب- **علاقة اللون والخلفية:-** إدراك اللون يعتمد أيضا على مدى تمييزه من الخلفية، وكما سبق توضيحه أن اللون يتم رؤيته على ثلاث مستويات (كنه – إسطاع – تشبع) فإن الخلفية تؤثر على كل منها منفردة. ولكي يتم إدراك كنه اللون الحقيقي دون تحريف يجب وضعه على خلفية حيادية كالبيضاء، وفي حالة الرغبة في إبراز هذا الكنه يتم وضعه على خلفية متباينة معه كالأخضر والأحمر، أو الأزرق مع البرتقالي، وفي حالة الرغبة في الحد من تأثير اللون يتم وضعه مع خلفية متجانسة معه كالأحمر والبرتقالي أو الأصفر مع البرتقالي.

1 - 3 – 4-3 إدراك الفراغ والعمق:-

عملية إدراك العمق هي أكثر العمليات الإدراكية تطورا لأنها ليست مجرد إدراك للبعد الثالث، وإنما تتخطى هذا إلى درجة فهم المنظور من ناحية التناقص في الأبعاد كلما بعدت المسافة بين الجسم والمشاهد واختلاف إدراك الزوايا المتشابهة، وكذلك مواراة الأجسام الأمامية للخلفية، وتلاقي الخطوط المتوازية في نقطة واحدة كلما ازداد العمق، وخلافه من قواعد المنظور. ويعتبر التدرج في المقياس والملمس أحد مؤثرات إدراك العمق الناتجة عن التأثيرات المنظورية وذلك لأن الأحجام تختلف كلما زادت المسافة الفاصلة بين الجسم والمشاهد.

1 - 3 –4-4 إدراك الحركة:-

لما كانت العلاقة بين الإنسان والفراغ علاقة نسبية، فإن هذه العلاقة تتغير بتغير موقع الإنسان في الفراغ، وهذا التغير يعبر عنه بالحركة، فعلاقة الإنسان بالفراغ، علاقة منظورية متحركة، تظهر فيها التفاصيل إذا اقتربت من مستوى النظر، وتتلاشى معالمها إذا بعدت عن هذا المستوى، لذلك فإنه من الأنسب أن ترى النماذج من مستوى النظر بالنسبة لمقياسها حتى يمكن التعرف على طبيعة التشكيل الفراغي الذي تمثله أو تعبر عنه، فكثيرا ما ينخدع النظر بالتشكيلات الفراغية عندما ترى من مستوى عين الطائر وهذا موقع ليس له ارتباط طبيعي بمقياس الإنسان أو بحركته في المستوى الأفقي للأرض وهنا تصبح النظرة إلى التشكيل الفراغي من مستوى عين الطائر كنظرة الفنان إلى قطعة من النحت، وهي نظرة تختلف اختلافاً كبيراً عن نظرة المعماري إلى العمل المعماري في مقياسه الطبيعي وعن مستوى النظر المرتبط ارتباطا قويا بمقياس الإنسان، وإذا كانت التشكيلات الفراغية التي يتم عملها بمقاييس رسم صغيرة هي أقرب الوسائل إلى التعبير عن الفراغ الحقيقي، إلا أن مستوى الرؤية لابد وأن يرتبط بمقياس الإنسان المتحرك على مسطح الأرض حيث يرى العمل المعماري في واقع المكان،

وحركة الإنسان هنا تختلف عن الحركة الطبيعية في أثناء السير إلى الحركة الآلية للسيارة، وهي الحركة التي أخلت بالمقاييس الإنسانية في الفراغ المعماري الخارجي[1].
فالفراغ المعماري في جميع الحالات ليس مجردا من الحياة فهو لا يمثل فقط الفراغ الذي يحدده عدد من المسطحات الأفقية والرأسية وله صفة الانغلاق على نفسه أو الانفتاح على غيره من الفراغات، ولكنه يمثل الحياة التي يبعثها فيه المجتمع من انعكاسات حضارية أو ثقافية أو ما تعكسه عليه الظروف البيئية والمناخية، فالحياة في الفراغ الداخلي تتمثل فيما يصنعه الإنسان من أثاث أو ما يزرعه فيه من أشجار أو مظلات أو ما يضيفه إليه من معلقات أو لافتات أو إضاءة أو أصوات أو غير ذلك من المكملات، وهنا يأخذ الفراغ المعماري أبعاد أخرى أكثر واقعية تنعكس عليها حضارة الإنسان ومستواه الثقافي وحياته الاجتماعية التي يتأثر بها ويؤثر عليها، فالفراغ المعماري أيضا له أبعاده النفسية والسلوكية الأمر الذي يؤثر على التوازن الأيكولوجي بين الإنسان والفراغ لذلك فإن الإدراك الحسي للتشكيلات الفراغية يصبح ناقص المحتوى ما لم يرتبط بالجوانب الحياتية التي تمارس في هذه التشكيلات أو تنعكس عليها فالتشكيل الفراغي هنا لا يعدو أن يكون رومانسي المحتوى إذا أخلي من الحياة.
فإذا اعتبرنا أن التشكيل الفراغي في الداخل أو من الخارج بالنسبة للفنان صورة ثابتة من زوايا محددة فإنه بالنسبة للمعماري صور متلاحقة ترتبط بحركة الإنسان ومجالات رؤيته المنظورية لذلك فإن تنمية إدراكه الحسي عند المعماري لابد وأن تنتقل إلى مرحلة أكثر تقدما من المراحل السابقة بحيث يصبح للحركة والمنظور دور في تنمية الإدراك الحسي فالنماذج الثابتة هنا لا تحقق كل الهدف وبخاصة إذا طغى عليها الإدراك الحسي المتولد عن عين الطائر وهذه بعيدة عن الواقع في عالم العمارة وهنا كانت أهمية آلة التصوير الدقيقة التي تتحرك في التشكيلات الفراغية من الداخل أو من الخارج على مستوى نظر الإنسان بالنسبة للمقياس الذي تمت به هذه التشكيلات ومع ذلك فإن تنمية الإدراك الحسي للبعد الحركي في التشكيلات الفراغية يتطلب تكرار الممارسة والتدريب أو التمرين الأمر الذي لا يتحقق كلية من خلال التشكيلات الفراغية الثابتة وبتعبير آخر فإن الأمر يتطلب علاقة حسية بين الحركة ومقياس الإنسان في مستوى النظر، فإذا كانت حركة الإنسان السائر على قدميه شبه ثابتة فإن العلاقة بين حركته ومقياس الإنسان في مستوى النظر تبقى ثابتة في المخروط المنظوري، أما إذا تغيرت حركة الإنسان باستعمال الآلة فإن العلاقة بين حركته ومقياس الإنسان في مستوى النظر تصبح متغيرة في المخروط المنظوري ومقياس الإنسان في كلتا الحالتين تعبير عن علاقة الإنسان بالفراغ أو بالمسطحات التي تكون هذا الفراغ قربا أو بعدا عنها في المستويين الأفقي الذي يرتبط بالبعد والرأسي الذي يرتبط بالارتفاع، وهنا يمكن اللجوء إلى وسيلة تحدد هذه العلاقات الحسية التي تولدها الحركة في التشكيل الفراغي. وإذا كان المقياس يظهر في النماذج الثابتة في التشكيلات الفراغية فإن الحركة ليس لها أي أثر في هذه

(1) علي بيومي، **"القيمة المعمارية و الفن التشكيلي"**، دار الراتب الجامعية- دار الوفاء، 2003، صـ18.

النماذج ومن ثم لا يمكن الاعتماد عليها كوسيلة لربط الحركة بالمقياس ولابد من البحث عن وسيلة أخرى للحركة فيها دور أساسي مع التشكيل الفراغي والمقياس وتهدف إلى تنمية الإدراك الحسي لربط الحركة بالمقياس وأقرب وسيلة لذلك القرص الدائري الذي يتحرك في المستوى الأفقي على محور رأسي في مركزه بحيث يمكن دورانه بسرعات مختلفة على استيعاب العلاقات الحسية بين التكوينات الفراغية التي توضع على أبعاد مختلفة من مركز الدوران حيث تبلغ السرعة أقصاها عند الطرف الخارجي للقرص، وتقل حتى تصل إلى الصفر عند المركز وببعض المعادلات الحسابية البسيطة يمكن ربط السرعة أي الحركة بالمقياس فالتشكيلات التي تقع على المحيط الخارجي للقرص تبدو سرعتها الكبيرة وكأنها متشابكة وتتلاشى تفاصيلها بينما يقل هذا كلما اقتربنا من المركز ويمكن وضع القرص بحيث يطابق مستوى النظر في الأشكال الموضوعة على مستوى النظر العادي للإنسان المشاهد وهنا يمكن وضع العديد من التشكيلات المختلفة على أبعاد مختلفة من المركز وتحريك القرص بسرعات مختلفة في محاولات عدة وذلك لتنمية المدارك الحسية لربط الحركة بالمقياس والفكرة هنا في تحريك الشكل مع ثبات موقع النظر وهو عكس ما يتم في الواقع وفي نفس الاتجاه، ولكن لتنمية المدارك الحسية عند المصمم الحضري لربط الحركة بالمقياس يمكن تصنيع اسطوانتين رأسيتين على مسافة معينة يدور حولها سير من الورق أو القماش المقوي واسطوانتان اخرتان بحيث يمكن وضع السير الأول موازيا لمستوى السير الثاني وكل سير هنا يمثل واجهة من واجهتي الشارع بحيث يمكن تغيير المسافة بين المستويين من ناحية وتغيير سرعة دوران السير من ناحية أخرى وبعد ذلك يمكن وضع أشكال مسطحة بتشكيلات مختلفة في العرض والارتفاع على كلا السيرين وتحريكهما بسرعة متساوية على أن يكون مستوى النظر هنا مطابقا لمستوى النظر للمقياس المختار للأشكال المسطحة على كل سير، والفكرة هنا هي تكوين هيكل لشارع بجانبين من المباني بحيث يمكن تحريك الجانبين بسرعات مختلفة مع ثبات موقع النظر وهو أيضا عكس ما في الواقع وبتغيير الأشكال على كلا السيرين وأيضا تغيير الأشكال في العرض والارتفاع مع تغيير المسافة بين السيرين يمكن ربط الحركة بالمقياس وتنمية المدارك الحسية للمصمم الحضري وعلي هذا الاتجاه يمكن ابتكار العديد من الوسائل التي تساعد على إدراك العلاقة بين الحركة والمقياس ومنها نرى أن تفاصيل الأشكال تتلاشى في السرعات الكبيرة ومع الارتفاعات الكبيرة والعكس يظهر مع السرعات الأقل حتى نقطة الثبات أو الحركة المساوية لحركة الإنسان كما تتداخل الأشكال على الجانبين مع الحركة السريعة لاسيما إذا كانت الفواصل بين الأشكال قليلة والعكس إذا قلت السرعة وزادت الفواصل بين الأشكال ومن ذلك يمكن استنباط العديد من المؤثرات البصرية التي تربط الحركة بالمقياس كل ذلك بهدف استيعاب الرؤية المنظورية المتحركة للعمارة، في الداخل أو الخارج، فالمساقط الرأسية للواجهات الداخلية أو الخارجية ما هي إلا وسيلة لتحديد الفكرة المعمارية وليست هدفا في حد ذاتها فليس من المعقول مثلا دراسة واجهة لأحد جوانب شارع طويل واعتبار هذه الواجهة وحدة تشكيلية واحدة فالواجهات المتتالية

بصريا هي علاقات تشكيلية متتالية تربط واجهة المبنى الأول بالثاني والثاني بالثالث في وحدة منظورية تتصاعد تارة وتهدأ أخرى، فأكثر ما يعترض المعماري من ضمور في الإدراك الحسي هو عندما يتعامل مع الواجهات كتشكيلات مسطحة مع أنها لا ترى هكذا في المنظور البصري المتحرك.

1 -3 – 5 العوامل المؤثرة على الإدراك البصري:-

هناك عدة عوامل تؤثر علي عملية الإدراك البصري منها ماهو متعلق بالمشاهد نفسه أو بالظروف المحيطة بعملية المشاهدة أو بالجسم المدرك ذاته وتتمثل في:-

1-3-5-1 العوامل المتعلقة بالمشاهد:-

باعتبار أن عملية الإدراك البصري للإنسان هي عملية بصرية في المقام الأول، ثم ذهنية لذلك كانت العوامل المؤثرة عليها والمرتبطة بالمشاهد تعتمد على كل من بصره وذهنه.

أ- **حاسة البصر للمشاهد:-** يتفاوت الناس في كفاءة حواسهم ويؤدي ذلك إلى اختلاف أحكامهم الإدراكية، وحاسة البصر تؤثر في المقام الأول على عملية الرؤية وبالتالي على وصول المعلومات إلى المخ ومن ثم الإدراك.

ب- **ثقافته وخبراته السابقة:-** مراكز الإدراك البصري في المخ تقوم بتفسير الصور التي تصل إليه من العين ومقارنتها بالمعلومات والخبرات المختزنة، ثم يختزن صور المرئيات الجديدة في الذاكرة للجوء إليها فيما بعد، وإذا لم يتوافر قدر كاف من المعلومات والخبرات فإن تفسير بعض المرئيات يصبح صعبا، وتعمل الخبرات والتجارب الذاتية للفرد على تنمية أو إضعاف حساسية الفرد تجاه ما يراه، كما أن الاهتمامات الشخصية للفرد تجعله أكثر حساسية لإدراك بعض الأشياء عن غيرها، وهناك ثلاثة ظواهر إدراكيه وهي:-

-استكمال الأشكال بناء على سابق معرفة:- من المعتاد أن يميل عقل الإنسان إلى استكمال ما يراه من أشياء بناء على ما يحمله من صور ومعارف مسبقة، ورغم أن العقل لديه القدرة على الاستكمال إلا أنه قد لا يستطيع إدراك بعض الأشكال أو إكمالها لعدم وجود معرفة مسبقة بالشكل، ويرى علماء النفس أنه يستحيل إدراك الشكل الجديد الذي ليس للمشاهد سابق معرفة، ولكي يدرك المشاهد هذه الأشكال فإنه يحاول تشبيهها بأشكال أخرى يعرفها مسبقا.

-توقع الأشكال:- قد يتوقع المشاهد شكل ما بمجرد وجود شكل آخر ونظراً لارتباط الشكلين في الذهن ببعضهما، فمثلا رؤية اليد من أحد جانبيها تجعله يتوقع صورتها من الجانب المقابل بسبب الخبرة السابقة بأشكال اليد من عدة جوانب، وعندما يرى العقل شكلا جديدا يبدأ في التخمين ومحاولة تشبيهه بأشكال يعرفها مسبقا.

-رغبات المشاهد الذاتية:- حاجات المشاهد ورغباته الذاتية قد تدفعه لتفسير ما يراه من صور بصرية إلى صور في ذهنه، وغالبا ما يبدأ المشاهد في إلغاء الأجزاء التي لا تتفق مع اهتماماته وحاجاته ولا يستطيع استيعابها والتي قد لا تهمه في وقت الرؤية.

1-3-5-2 عوامل متعلقة بظروف عملية المشاهدة:-

تؤثر العديد من العوامل المحيطة بعملية المشاهدة وبالتالي تؤثر علي الإدراك البصري لها وهذه العوامل هي:-

أ- **الضوء:-** تؤثر كمية الإضاءة تأثيرا بالغا على عملية الإدراك، ففي الإضاءة الضعيفة يصعب على الذهن إدراك التفاصيل وبناء على ذلك يسعى الذهن إلى إدراك مجمل الجسم، والعكس صحيح.

ب- **تأثير البيئة على الإدراك:-** إدراك الجسم يعتمد على التباين بينه وبين خلفيته أو بيئته، فبالرغم من قلة التباين في بعض البيئات إلا أن سكانها يستطيعون إدراك اختلافات بسيطة جدا بين الأشياء كالتفرقة بين درجات اللون الأبيض في البيئات الثلجية كذلك درجات اللون الأصفر في البيئات الصحراوية.

ج- **سرعة حركة المشاهد عند رؤية الجسم:-** يختلف إدراك الأجسام باختلاف سرعة حركة المشاهد، فكلما كانت الحركة بطيئة كلما أتيحت للمشاهد فرصة أكبر لإدراك التفاصيل للجسم، والعكس صحيح، وهي من أهم عوامل إدراك العمارة، فكلما أتيحت فرصة لمشاهدة مبنى سيرا على الأقدام كلما أمعن المشاهد في تفاصيله، لذلك على المعماري مراعاة هذا الجانب في تصميم تفاصيل المبنى.

د- **زاوية الرؤية:-** كلما زادت إمكانية رؤية الجسم من عدة زوايا كلما زادت فرصة إدراكه، نتيجة لزيادة تفاصيله.

ه- **زمن الرؤية:-** حدود الإدراك ترتبط بالزمن الذي استغرقته عملية المشاهدة وعلى هذا الأساس فإن فرصة إدراك الأجسام تزداد بزيادة فترة تعرضها للرؤية.

1-3-5-3 عوامل متعلقة بالجسم المدرك:-

يعتبر الجسم المدرك وما يحيط به من أهم العوامل التي تؤثر علي الإدراك البصري حيث يمثل الهدف الاساسي من هذه العملية. ومن أهم العوامل المتعلقة بإدراكه:-

أ- **علاقة الجسم بالمحيط:-** السيادة والسيطرة في الحجم، كأن يكون الجسم كبيراً وسط عناصر أخرى صغيرة أو مرتفعاً عن عناصر أخرى منخفضة، كذلك التضاد والتباين مثل انفراده بلون أو شكل مختلف أو متباين مع المحيط.

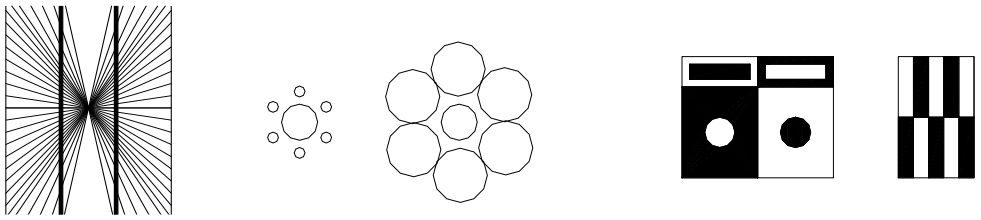
ب- **خصائص الجسم البصرية:-** تعتبر الأشكال البسيطة خاصة الهندسية المعروفة في مقدمة ما يدركه عقل الإنسان. أيضاً نقاء الألوان, فكلما كانت ألوان الجسم أقرب إلى النقاء أو الألوان الأكثر شيوعاً بين الناس سهلت عملية إدراكها والتعرف عليها،

ويعد لمعان أو توهج السطح وتفرد ملمسه كلها عوامل تؤثر على عملية الرؤية أساسا ثم الإدراك.

ج- **قيمته ومميزاته المعنوية:-** كأن تكون هناك قيمة مادية أو تاريخية أو اجتماعية أو غيرها للجسم المدرك مرتبطة بذهن المشاهد مما يدعوه إلى تدقيق النظر فيه وبالتالي إدراكه.

1 - 3– 6 الخداع البصري:-

يقع العقل كثيرا في أخطاء بصرية عند معالجته وتحديده للأشكال المحيطة وهو موضوع تعرض له الإغريق القدماء وعالجوا أثره في مبانيهم عندما أمالوا الأعمدة الأمامية في معابدهم لتقريب الصورة المدركة للمعبد في الواقع، وينشأ الخداع البصري غالباً من محاولة العقل تحديد وضع الأشكال المسطحة والأحجام في الفراغ شكل(1-19)، وحدوث خطأ في إدراك الظواهر المنظورية[1].



شكل(1-19) بعض نماذج الخداع البصري

تظهر المساحة والاجسام السوداء أصغر من البيضاء

تأثر حجم الدائرة الوسطي الثابت بالأحجام المحيطة

تظهر الخطوط الرأسية المتوازية منبعجة

وتهتم العمارة بالخداع البصري أكثر من غيرها من الفنون حيث يكون الهدف من دراستها ومعرفتها هو إعطاء الأشكال التكوين الحقيقي المقصود من الشكل أثناء مرحلة التصميم، نتيجة لأن مقياس الأشكال في الطبيعة يختلف عنه في الرسومات وخاصة بعد إدخال إدراك الحركة في الحسبان. وهناك نوعان من الخداع البصري:-

1-3-6-1 خداع بصري ناتج عن خداع النظر:-

ينتج عن وجود أشكال وخطوط متعارضة في التكوين تؤدي إلى خداع في الإدراك، فقد تؤثر اتجاهات بعض الخطوط المكونة للأشكال على إدراك اتجاه بعض الخطوط الأخرى في نفس الشكل. وقد تؤثر علاقة الجسم بما يحيطه على إدراك مساحته أو حجمه. او تؤثر خلفية الشكل بدرجة كبيرة على إدراكه، وأيضاً يحدث الانخداع في

(1) رامي ديبة، **"الدراسات التحليلية المعمارية"**، دار قابس للطباعة والنشر والتوزيع، 2002، صـ23.

اللون نتيجة تجاور الألوان مع بعضها، فالبقعة اللونية ذات التشبع اللوني والإسطاع العالي تظهر أكبر من ذات التشبع الأقل والمساوية لها في المساحة بسبب انتشار إشعاعات الضوء للبقعة الأولى بدرجة أعلى من الثانية، كذلك إذا تجاور لونين متساويين في الدرجة ومختلفين في الكنه أحدهما ساخن والآخر بارد، نجد الساخن يزداد سخونة والبارد يزداد برودة، وإذا تجاور لونان باردان فنجدهما يسخنان بعضهما.

1-3-6-2 خداع بصري ناتج عن الظواهر المنظورية:-

إن إدراك أي شئ هو تصور ذهني، والمنظور هو وسيلة لكشف هذا التصور لذا فالإنسان لا يرى تأثير المنظور بعينه فقط ولكن يدركه بعقله، وإدراكه لحقيقة المنظور تأتي من خلال خبرته بالتحويرات البصرية الناشئة عنه. لذلك فإن هناك ما يعرف بإدراك الحقيقة، فإنه يمكن للعقل البشري الاحتفاظ بالحقائق التي يعرفها حتى وإن أصابها بعد التشويه بسبب المنظور، فإنه يدرك شكل أي جسم في أوضاعه المختلفة ويحتفظ بحجمه مع اختلاف المسافة بينه وبين الجسم. ويكون ذلك عن طريق:-

أ- **ثبات إدراك الشكل:-** وهي إمكانية إدراك شكل أي جسم حتى وإن طرأت عليه تغيرات نتيجة لزاوية الرؤية.

ب- **ثبات اللون و الإضاءة:-** ويعني إدراك اللون بكنهه الأصلي كما هو حتى وإن طرأت عليه بعض الاختلافات نتيجة الإضاءة الواقعة وما تسببه من الإختلاف بين المساحات الواقعة في الظل أو النور.

خلاصة الباب الاول:-

تشمل كلمة تشكيل أي عملية يعتمد أداؤها على مجموعة من العناصر في ظل علاقة تنظيمية محددة تحكم تواجد هذه العناصر بالنسبة لبعضها، ويهدف تنوع التشكيل في أي مجال إلي تمييز النتاج التشكيلي عن غيرة حتى يمكن أن يرتبط في ذهن الإنسان بصفات فريدة.
يعتبر وضع منهجية تفسر العملية الإبداعية أمر في غاية الصعوبة، حيث اختلفت الآراء في أسبقية العملية التشكيلية والأسس الحاكمة لها في التواجد، وهو ما يزيد الأمر صعوبة.
تعتبر عملية التشكيل المعماري عملية ثنائية العناصر تنحصر بين الكتلة والفراغ، وتعتمد بصفة أساسية على الخصائص البصرية لهذان العنصران كالشكل، اللون، الملمس، الشفافية، والمسامية. كما أن لها مجموعة من الأسس الموضوعة من خلال سابق تجارب عبر تاريخ العمارة والنابعة من نتاجات معمارية استصاغها الإنسان وارتبطت بذهنه ووجدانه، كالوحدة والاستقرار، الإيقاع، المحورية، المركزية، تأكيد الاتجاه ومقياس الحجم، ونسب الأبعاد.
يعتبر إدراك نتاج العمارة العملية المتممة لمنظومة الإبداع التشكيلي، وتتمثل في إعقال ما تراه العين من مدخلات، ومعلومات. وهناك بعض العوامل التي تؤثر على الإدراك البصري منها المتعلقة بالمشاهد أو بظروف عملية المشاهدة أو بالجسم المدرك نفسه، وقد يخفق العقل في تفهم ما تراه العين أحياناً وهو ما يعرف بالخداع البصري، والذي ينتج أحيانا بسبب سوء فهم الظواهر المنظورية.

الباب الثاني
الإنشاءات الخفيفة

تمهيد:-

تظهر الأجسام أو الإنشاءات الخفيفة في الطبيعة والعمارة بصورة متلازمة ومتقاربة حيث تمثل التكوينات الطبيعية التي أبدعها الخالق مصدرا مثاليا للبناء العضوي الوظيفي والتي يسعى الإنشاء الخفيف إلى تحقيقها بصورة مبسطة ليس من ناحية الشكل فقط، بل ومن ناحية الوظيفة حيث أن الشكل هنا لا ينفصل عن الوظيفة الإنشائية، بل هو نفسه [1].

1-2 مفهوم الإنشاءات الخفيفة:-

يعرف المنشأ بأنه خفيف عندما يستطيع أن ينقل خلال عناصره الإنشائية أحمال تزيد كثيراً عن وزنه الذاتي ، وذلك بالمقارنة مع غيره من المنشآت في نفس ظروف التحميل. وبمعنى آخر يمكن أن يعبر عن المنشأ الخفيف بأنه نتاج تطوير تصميم المنشأ وشكل المواد الإنشائية المستخدمة به للوصول لأقل استهلاك ممكن من المادة بجانب تحقيق الأغراض الإنشائية والوظيفية المطلوبة منه. ويعرف المنشأ الخفيف تبعا لمنشآت الهيئة الدولية للتوحيد القياسي بأنه أي منشأ يقل فيه متوسط وزن وحدة الحجوم منها إلى أقل من كيلو جرام واحد[2]. وبالتالي يجب أن يتم التعرض للمنشأ الخفيف كوسيلة لتوفير وزن المادة الإنشائية المستعملة اعتمادا على شكلها المناسب لتلقى الأحمال وليس عن طريق استخدام مواد خفيفة تحقق كثافة إجمالية قليلة للمنشأ. ومن الطبيعة الحية التي استفاد الإنسان منها بيوت العنكبوت والتي تعتبر أرقى المنشآت في مملكة الحشرات حيث تصنع خيوط البيت من إفرازات العنكبوت التي تشكل على هيئة شبكات يمكن أن تتحمل اجهادات عالية بالنسبة إلى وزنها شكل(2-1)، وبالطبع استفاد الإنسان من ذلك عند

البناء الفراغي داخل عظام الإنسان بيت العنكبوت

شكل (2-1) تكوينات طبيعية تشبه الإنشاء الخفيف

(1) علي رأفت: **الإبداع الإنشائي في العمارة**– مطابع الأهرام 1997ص211

(2) سعيد علي خطاب، **"الإنشاءات المعلقة– تكنولوجيا الإنشاء"**، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع، 2003.ص65

تصميمه للمنشآت الغشائية المشدودة كما في حالة خيام البدو وكذلك التغطيات الكبيرة المستخدم بها التقنيات المتطورة من التصنيع والتشييد. كما يمثل البناء الداخلي للعظام البشرية أشكالا مثالية للمنشآت الفراغية المتناهية في الدقة والكفاءة الإنشائية وخفة الوزن. واستفاد الإنسان منها في تصميم الهياكل الفراغية.

2-2 تطور الإنشاءات الخفيفة:-

يعتبر استخدام الإنسان للإنشاءات خفيفة الوزن قديم، حيث بدأ مع التفكير في بناء بيئة خاصة به تحميه من المؤثرات البيئية الخارجية القاسية، حيث بنى الإنسان البدائي مسكنه من الجلود والأقمشة علي هياكل خشبية ودعامات من أعواد وألياف النباتات الجافة، وكانت هذه المساكن إما ثابتة في مكانها أو قابلة للفك والنقل لتلائم طريقة حياته التي اعتمدت آنذاك على الرعي والصيد. وقد أوجبت عملية التنقل المستمر ضرورة سبق تجهيز العناصر الإنشائية لاستخدامها بصورة مباشرة عند تشيدها بكل موقع خلال فترة محدودة من الوقت. وقد ظهر كذلك خلال الحضارات المدنية المستقرة العديد من تطبيقات نظم الإنشاء الخفيف، ومازالت بعض هذه الإنشاءات تستخدم حتى عصرنا الحالي بنفس التقنية القديمة مع تطور بسيط لها، كما أن هناك العديد من الإنشاءات الحديثة الضخمة (التي تقوم علي تقنيات فائقة التطور) تستقى أفكارها وأشكالها من خلال دراسة وتحليل تطور هذه الإنشاءات عبر الحضارات القديمة.[1]

ويمكن التعرف علي مراحل تطور استعمال الإنسان للإنشاءات الخفيفة من خلال عرض تاريخي لمختلف العصور والحضارات التي ساهمت في تطوير شكل وأداء هذه الإنشاءات حتى العصر الحالي ويمكن تقسيم ذلك التطور إلى ثلاث فترات رئيسية:

-تطور الوحدات السكنية للبدو الرحل الذين اهتموا بذلك النوع من الإنشاء الخفيف المتنقل ليتناسب مع طريقة حياتهم دائمة التحرك.

-تطور استخدام الإنشاء الخفيف خلال الحضارات المدنية المتعاقبة، سواء كانت لأغراض السكن أو إيواء الجيوش أو لتغطية المسطحات الكبيرة أو غيرها.

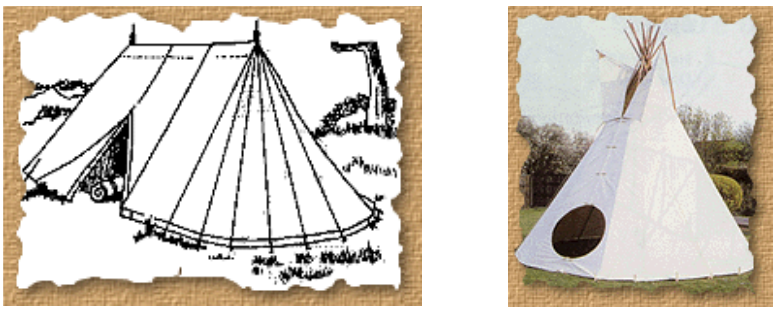
-تطور الإنشاء الخفيف خلال النصف الثاني من القرن التاسع عشر والقرن العشرين.

2-2-1 مساكن البدو الرحل:-

ارتبطت فكرة الوحدات السكنية سهلة الفك والتركيب بالبدو الرحل. حيث التنقل الدائم الذي يمثل ضرورة حتمية تساوى البقاء واستمرار الحياة. ويلاحظ عامة أن مناطق انتشار مساكن البدو الرحل تقابل أقاليم طبيعية ونباتية متشابهة، حيث توجد عادة في مناطق ذات مناخ جاف وتتعرض لظروف حرارية قاسية سواء شديدة البرودة أو الحرارة ولكنها دائما قليلة الأمطار. وتؤثر قلة الأمطار على إمكانية الزراعة والاعتماد على الصيد أو الرعي دائم التنقل، كما تؤثر ندرة النباتات والأشجار بهذه

[1] جعفر الصباغ – جلال زكي، **"تكييف الهواء في الخيام و المنشآت الغشائية و النسيجية"**، الدار الدولية للنشر و التوزيع، 1992.ص32

المناطق الجافة على عدم توافر أي مواد بناء تقليدية وخاصة المواد المستخدمة لتغطية السقف. وعلى ذلك يلاحظ تأثير ندرة الأمطار على كل من الوضع الاقتصادي للبدو واختيار نوعية السكن ومتطلبات تصميمه الوظيفي شكل(2-2).



شكل(2-2) نماذج لمسكن البدو الرحل

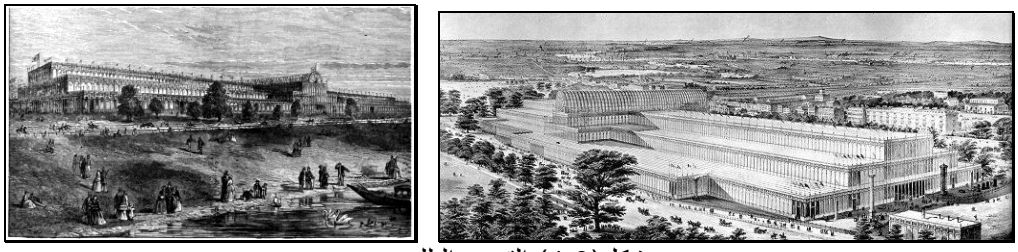
2-2-2 خيام الحضارات المدنية:-

انتشرت الخيام خلال الحضارات المدنية القديمة بصورة أساسية من خلال الأنشطة العسكرية حيث استخدمت لإيواء الجنود أثناء فترات الحروب، كما استخدمت كقصور متحركة للأمراء المحاربين. وقد انتشرت أشكال هذه الخيام تدريجيا من حضارة إلى أخرى خلال الحروب، واعتبرت خيام الأعداء أحد أهم عناصر الغنائم للقوات المنتصرة. وتشترك خصائص خيام الحضارات المدنية مع خصائص خيام البدو من حيث كونها منشآت غشائية سابقة الشد، وأن مادة الغشاء نفسه غير مدعمة بهياكل إنشائية حاملة لها كما تتشابه طرق التصنيع فيهما حيث يصنع الغشاء من شرائح من القماش المنسوج تخاط معا طوليا. وتختلف المواد المستعملة في خيام الحضارات المدنية عنها في خيام البدو وكذلك طرق اتصال القوائم مع الغشاء القماش شكل (2-3). وتختلف خيام الحضارات المدنية عن خيام حضارات البدو الرحل من حيث العوامل البيئية المؤثرة على تصميمها، ففي خيام البدو يلاحظ اختلاف الأشكال من شمال إفريقيا حتى هضبة التبت تبعا لاختلاف الظروف البيئية لكل منطقة، كما اختلفت طرق المعيشة والمواد المحلية المستعملة، ويلاحظ في خيام الحضارات المدنية اختفاء ذلك المؤثر البيئي، حيث تصمم هذه الخيام من مواد قياسية مهيأة للاستعمال في مختلف الظروف البيئية.

شكل(2-3)
خيام الحضارات المدنية

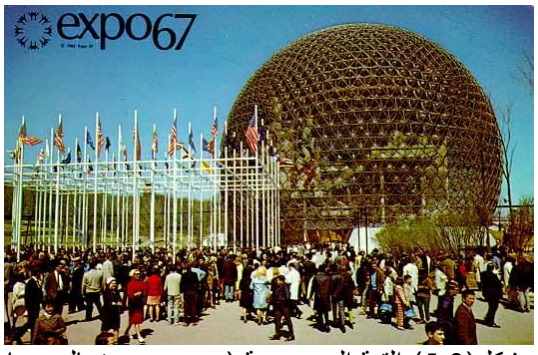
3-2-2 تطور الإنشاء الخفيف خلال النصف الثاني من القرن التاسع عشر والقرن العشرين:-

كان للثورة الصناعية أثرها الكبير على تطور نظم الإنشاء الخفيف سواء كانت منشآت تغطية لبحور كبيرة أو مساكن سابقة التجهيز والتصنيع. فقد تطورت طرق التصنيع بما يسمح باستعمال مواد إنشائية جديدة مثل الحديد الزهر والصلب والتي يمكن تجهيزها بالمصنع كعناصر مكونة للمبنى. وبذلك اقتصر العمل في الموقع على تجميع تلك المكونات في أقل وقت ممكن. ويمثل معرض القصر البلوري بداية ذلك التطور السريع[1] شكل(2-4).



شكل(2-4) القصر البللوري

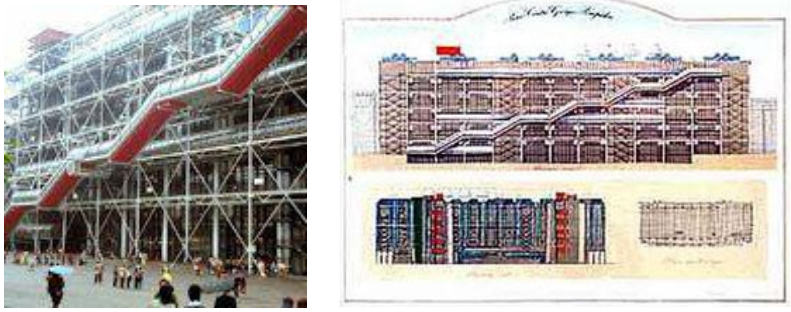
وقد استخدم الحديد الزهر بدلا من الخشب من تشييد القباب المعدنية الأولى في نهاية القرن التاسع عشر وكانت تلك القباب أول إطارات فراغية ذات قطاعات معدنية، إلا إن تلك القطاعات كانت كبيرة وثقيلة. ومع تطور صناعة الحديد والصلب ظهرت الحلول الجديدة لاستعمال الإطارات الفراغية الخفيفة والتي تطورت سريعا خلال النصف الأول من القرن العشرين. وقد كانت القبة الجيوديسية شكل(2-5) من أبرز مراحل تطور هندسة أسطح القباب والإطارات الفراغية بواسطة المهندس باكمنستر فولر سنة 1954م. وقد ظهرت في بداية القرن التاسع عشر، بعض نماذج للمساكن الخشبية سابقة التجهيز، وتكونت هذه المساكن من قطاعات خشبية قياسية الأبعاد ومصنعة بدقة ليسهل تجميعها بالموقع حيث لا يتطلب سوى تجهيز قاعدة أساسات سطحية يثبت عليها أجزاء المبنى. ومع استخدام الصلب



شكل(2-5) القبة الجيوديسية (معرض مونتريال- جناح الولايات المتحدة- 1967)

[1] نبيل حسن، "**الملاعب و القرى الأوليمبية (تخطيط – تصميم معماري – إنشاء)**"، دار الراتب الجامعية. 1992ص11

بالإنشاءات ظهرت في بداية القرن العشرين نماذج لمساكن ذات هيكل معدني ومغطاة بألواح الصاج المعرجة وقد استخدمت تلك النماذج بكثرة خلال الحربين العالميتين الأولى والثانية.
بإنتهاء الحرب العالمية الثانية ظهرت الحاجة إلى المباني سهلة التنفيذ ورخيصة التكاليف وظهرت العديد من نماذج المباني سابقة التجهيز ذات الوزن الخفيف حيث يسهل نقلها من مكان التصنيع إلى موقع التنفيذ بأقل تكاليف نقل وأقل مواد مستعملة قي التصنيع. وقد ظهرت نوعيات مختلفة من المساكن سابقة التجهيز تحتوي في بعض النماذج على الأثاث الأساسي للمسكن, كما مثلت المساكن سابقة التصنيع من سبائك الألومونيوم مجالا مناسبا لاستغلال مصانع الطائرات بعد فترة الحرب، حيث تطورت كثيرا طرق تصنيع وتشكيل قطاعات الألومنيوم. وقد أدى ظهور أزمة الطاقة العالمية سنة 1973م إلى تغير وجهات النظر في استعمال مواد البناء، حيث أعيد تقييم جدوى استخدام الكميات الكبيرة من مواد الإنشاء باهظة التكاليف الإنتاجية مثل المعادن، فظهر التطلع إلى إنشاءات اقتصادية باستخدام جمع كبير من الأجزاء والمكونات الصغيرة المشكلة بالماكينات فاستعملت هياكل الصلب الخفيف التي تتيح إمكانية تغيير بناء أجزاء المنشأ والواجهة أحيانا تبعا لتغير المتطلبات الوظيفية للمبنى. ويعتبر مبنى مركز جورج بومبيدو الثقافي بباريس شكل(2-6) مثالا على ذلك، حيث يلاحظ به تركيب جميع أجزاء المبنى دون استخدام أي من طرق اللحام أو البرشام بالموقع، حيث تم تجهيز جميع الوصلات ليسهل تركيبها بالموقع بصورة ميكانيكية، مما يوفر المرونة التصميمية للهيكل الإنشائي، وقد أمكن التوصل إلى ذلك الإنجاز التكنولوجي المتطور بعد دراسة عميقة لكل التفاصيل الإنشائية والتي ساعدت التقنيات الحديثة المعقدة على إمكانية إنتاجها وتنفيذها.



شكل(2-6)- مركز جورج بومبيدو الثقافي - باريس

يلاحظ أن تطور استخدام نظم الإنشاء الخفيف خلال القرن التاسع عشر ومنتصف القرن العشرين لم يواكبه تطور كبير في أشكال المنشآت الغشائية والتي اقتصر استخدامها في خيام السيرك المتنقلة وبعض المنشآت المؤقتة قليلة الأهمية. إلا أنه قد تطورت دراسة وتصميم هذه المنشآت فقط خلال النصف الثاني من القرن العشرين وخاصة بواسطة بيتر سترومايير (صانع الخيام الشهير في ذلك الوقت)، وأعقبه فراى أوتو بتطوير النواحي الجمالية

والإنشائية لتلك المنشآت لتدخل ضمن الأعمال المعمارية المتميزة. هذا وقد ساعد تصنيع المواد التخليقية الجديدة مثل اللدائن على تطوير إمكانات المنشآت الغشائية في تلك الفترة، حيث بدأ استعمال اللدائن تجاريا في الثلاثينات من القرن العشرين، ولكن ظهر أول استعمال مميز لها في العمارة عند استعمالها سنة 1959م في مبنى جناح الولايات المتحدة بمعرض موسكو الدولي.

3-2 مواد ومكونات الإنشاء الخفيف:-

يعتمد الإنشاء الخفيف في مختلف مراحل تطوره على سبق التصنيع لمكونات المنشأ، سواء كانت تلك المكونات عناصر إنشائية أو تغطية للهيكل الإنشائي. ومع التطور الصناعي والتكنولوجي المضطرد خلال القرن العشرين ظهرت تقنيات جديدة لتصنيع مواد الإنشاء وظهرت معها مواد تخليقية جديدة استعملت في أشكال وتراكيب معقدة يصعب تنفيذها بدون الاستعانة بتقنيات التصنيع والتشييد المتطورة. ونتيجة لذلك يلاحظ أن تطور نظم الإنشاء الخفيف في العصر الحالي قد تواجد على أوسع نطاق في الدول الصناعية الكبرى التي تتمتع بمقومات الصناعة والتقنية المتقدمة.

ويرتبط تصنيع المواد والمكونات المستخدمة في الإنشاء الخفيف بمصانع تنتج مواد لأغراض صناعية أو تجارية عامة ومعظمها غير متخصص في مجال مواد البناء، حيث توظف تلك المصانع جزئيا لإنتاج تلك المواد من خلال الخبرة المتخصصة. ويظهر الدور الرئيسي المتبادل بين كل من المعماري المصمم والمهندس الإنشائي والمصنع للتوفيق بين الشكل والإنشاء المطلوب والإمكانات المتاحة لعمليات تصنيع وتشييد تلك المواد والمكونات بالموقع.

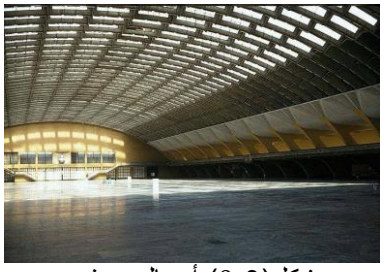
فتبعا لنظرية الإنشاء الخفيف (والتي تعتمد على كفاءة شكل المنشأ لنقل الأحمال) يظهر أن جميع المواد يمكن استخدامها لتحقيق تلك النظرية بغض النظر عن كفاءة المادة أو حجمها المطلق, وعلى ذلك يمكن ملاحظة الكفاءة الإنشائية العالية لاستخدام الأحجار في تغطية البحور الكبيرة بالعمارة القوطية شكل(2-7)، وبعض أعمال المعماري جودي حيث استعملت المادة بأقل كمية لنقل أحمال كبيرة عن طريق كفاءة الشكل والتحليل الإنشائي المتطور للمنشأ شكل(2-8)، وتنطبق كذلك تلك النظرية على بعض أعمال الإنشائي نيرفى المشكّلة من مادة الخرسانة المسلحة سابقة الصب شكل(2-9)[1].

وتحقق المنشآت المعدنية تلك النظرية بدرجة كبيرة حيث يلاحظ أن مادة الصلب مثلا ذات كثافة أكبر من الخرسانة المسلحة أو الأحجار ولكن شكل القطاعات والألواح التي تنتج بها تحت ظروف التصنيع المتطورة تسمح بتحمل قوى أكبر كثيرا من وزنها المطلق. ويمكن تحديد هذه الكفاءة الإنشائية وقياسها للمكونات الإنشائية الخفيفة من قيمة النسبة بين مقاومة الاجهادات لوحدة مساحة القطاع الي الوزن الإجمالي لوحدت الحجم وليست كثافة المادة. وتزيد قيمة هذه النسبة بزيادة الكفاءة الإنشائية للمادة أو مكوناتها مثل الألياف الزجاجية. وعلى ذلك يمكن ملاحظة أن مواد ومكونات الإنشاء الخفيف يجب اتصافها بخاصيتين هما:-

[1] علي رأفت، "**ثلاثية الإبداع المعماري، (الإبداع الإنشائي في العمارة)**"، مطابع الأهرام، 1997.ص245

شكل(2-7) العمارة القوطية

شكل(2-8) أعمال جودي


شكل(2-9) أعمال نيرفى

- القدرة العالية لنقل ومقاومة الأحمال سواء كانت شد أو ضغط.
- قلة الوزن الإجمالي لوحدة حجم المنشأ أو العنصر الإنشائي.

إذن يمكن تقسيم مواد الإنشاء الخفيف إلى مجموعات تبعا لطبيعة المواد المكونة للمنتج الي:-

2-3-1 المعادن:-

يكثر استخدام المعادن في إنتاج العناصر الإنشائية المكونة للمنشآت الخفيفة لما تحققه من كفاءة إنشائية كبيرة، حيث أن شكل القطاعات والألواح وغيرها من المكونات المعدنية مسبقة الصنع تسمح بتحمل قوى أكبر كثيرا من وزنها الذاتي وذلك بالرغم من ارتفاع كثافتها. ويمثل الحديد الصلب أكثر المعادن الإنشائية استخداما في جميع أنحاء العالم ويليه في ذلك الألومنيوم وسبائكه المتعددة.

2-3-2 المواد غير العضوية وغير المعدنية:-

تشمل المواد ذات الروابط المعدنية مثل الجبس وأسمنت الأسبستوس أو المواد المنصهرة مثل الزجاج والمواد العازلة للحرارة والصوت.

2-3-3 الخشب ومنتجاته:-

يعتبر الخشب من أقدم مواد البناء المرتبطة بنظم الإنشاء الخفيف، كما ساعدت مادة الخشب على تطور طرق سبق تصنيع المباني حيث يمكن أن يصل العديد من المنتجات الخشبية إلى مواقع التشييد بصورة نهائية وجاهزة للتجميع كمكونات رئيسية للمبنى مثل بانوهات الحوائط وجمالونات السقف والتجهيزات الداخلية والأبواب والشبابيك. وتصنف الأخشاب الطبيعية تحت فئتين رئيسيتين، الأولى هي الأخشاب اللينة ويستخدم منها في الإنشاء الخفيف الأنواع ذات المتانة العالية بالنسبة لوزنها الخفيف مثل التنوب وخشب الصنوبر الراتنجي الكثيف، والثانية هي الأخشاب الصلبة ويستخدم منها فقط خشب البلسا ذو الكثافة القليلة المناسبة لأغراض العزل الحراري في بانوهات الواجهات الخارجية.

2-3-4 اللدائن الإنشائية:-

تتميز اللدائن عن غيرها من مواد الإنشاء الخفيف بأنها مادة من صنع الإنسان وليس مادة طبيعية وقد تطورت استخدامات اللدائن في البناء فقط منذ بداية النصف الثاني من القرن العشرين، حيث استعملت خلالها كمادة سهلة التشكيل ولها العديد من المزايا الإنشائية. وقد ساعد تطور تقنيات التصنيع الحديثة على اقتصاديات إنتاج اللدائن وظهور العديد من المنتجات ذات مجال الاستعمال العريض في الإنشاء خفيف الوزن[1].

تتميز اللدائن الإنشائية بالمقاومة العالية للتآكل والعزل الحراري الجيد وإمكانية الحصول على شفافية وألوان جذابة مختلفة، كما تتميز اللدائن بإرتفاع قيمة نسبة مقاومة الاجهادات إلي الكثافة.

وتعتبر اللدائن أكثر مرونة من أي مادة إنشائية أخرى، إلا أنها تتعرض لظاهرة الزحف والإجهاد بعد مدة كبيرة من التعرض للأحمال، وعلى ذلك لا تستخدم اللدائن بحالتها المعتادة كعناصر إنشائية حاملة، إلا أنه يمكن استعمالها مع المواد الأخرى الإنشائية مثل المعادن والأخشاب أو يتم تسليحها بمواد إضافية مثل الألياف الزجاجية، كما أنها تناسب تماما إنتاج العناصر والمكونات الفراغية المقوسة والقشريات. ويعيب معظم منتجات اللدائن قابليتها للاشتعال وعدم ملاءمتها للاستعمال في ظروف مناخية تتعرض فيها لأشعة شمس مباشرة مما يؤدي لتأكسدها وتفتتها. وقد تطورت صناعة اللدائن بهدف تحسين خصائص المرونة ومقاومة الأكسدة وضعف خصائصها الإنشائية لمختلف مجالات الاستعمال.

ويمكن تصنيف منتجات اللدائن تبعا لطرق إنتاجها، ومجال استخدامها أو خصائصها، إلا أنه يفضل عادة التصنيف تبعا لخصائص الاستجابة الحرارية للدائن إلي مجموعتين رئيسيتين:-

أ- تشمل اللدائن الحرارية، حيث يمكن تطريتها بالتسخين، وتصبح صلدة مرة أخرى عند تبريدها.

ب- تشمل اللدائن المتصلدة حراريا، حيث تلين عند تسخينها ويمكن تشكيلها، ولكن بزيادة التسخين تتصلد مادة تلك اللدائن ولا يمكن تطريتها بعد ذلك.

2-3-5 الألواح متعددة الطبقات:-

تستعمل الألواح متعددة الطبقات كمكونات سابقة التجهيز للإنشاء خفيف الوزن، سواء في وحدات الحوائط الخارجية أو القوا طيع الداخلية أو الأسقف أو للتغطية المنفذة للضوء. وعادة تكون تلك الألواح إما من مادة واحدة مغطاة بطبقات رقيقة أو شرائحية أو تتكون من طبقات بالحوائط الشطرية، التي تتكون أساسا من ألواح سطحية صلدة تحصر بينها قلب إما أن يكون مفرغ أو مركب من مواد مسامية تسمح بتحقيق العزل الحراري والصوتي. وقد تحتوي كذلك

(1)-Vandenberg.M**, 'Cable Nets (Detail In Building)'**, By Academy Editions,1998. p111

على رقائق مانعة لنفاذ الرطوبة. لتحقيق أكبر كفاءة وظيفية للحوائط الشطرية المحصورة بين الألواح الصلدة.

تستخدم داخل الألواح متعددة الطبقات العديد من المواد المسامية مثل رغوات اللدائن والألياف الزجاجية والرغوات الزجاجية والصوف المعدني وألواح ألياف الخشب المضغوطة اللينة وقد يكون القلب الإنشائي لتلك الألواح على شكل خلايا النحل المصنعة من الورق المقوى المشرب براتنج الفينول أو من شرائط اللدائن أو المعادن. وتستعمل كذلك إطارات من الكرتون وشرائح خشبية في أشكال منتظمة مستطيلة أو مقوسة. وقد تملأ الفراغات بين الشرائط بالقش أو التبن أو حبيبات العزل الرغوي لتحقيق عزل صوتي وحراري للحوائط.

وتمتاز الألواح متعددة الطبقات بهذه القدرة العالية على مقاومة الأحمال، ولكن يصعب الحصول على صلادة كافية لها أو مقاومة الصدمات أو القوى الموضعية المركزية. كما يلزم دراسة خواص العزل الصوتي ومدى مقاومة تلك الألواح للحريق. ويجب عند تصميم وتصنيع تلك المكونات، الاهتمام بتجنب تأثير اختلاف السلوك بين مواد الطبقات المختلفة بسبب الحركة الناتجة عن التمدد بالحرارة والرطوبة والزحف الذي يحدث أثناء التحميل.

يتكون الإطار الداخلي للألواح متعددة الطبقات من مواد ضعيفة التوصيل الحراري لتلافي حدوث الجسور الحرارية بين السطحين الخارجي والداخلي للألواح. وعلى ذلك فهي إما أن تكون قوائم خشبية أو شرائط من الأسبستوس أو الجبس السليولوزي. وفي حالة استخدام الرغوات الصلدة مباشرة بين الألواح، كما في حالة رغوة البولي يوريثان فإن الحوائط لا تحتاج إلى إطار داخلي، حيث تلتصق الرغوة أثناء تشكيلها بالسطح الداخلي للألواح المحددة لها بصورة دائمة. وتختلف الوصلات بين الألواح تبعا لأماكن استخدامها بالمنشأ وشكلها الخارجي والوظيفة المطلوب تحقيقها من الوصلة.

تستخدم الألواح المعدنية المعرجة في الوحدات المستخدمة بالأسقف والحوائط الخارجية ذات الأبعاد الكبيرة، وتتكون هذه الوحدات من ألواح الصلب أو الألومنيوم المعرجة على شكل شبه منحرف وعادة ما تكون مجلفنة ومغطاة بطبقة من الأكريلك، وتملأ الوحدات برغوة البولي يوريثان ويغطى السطح الداخلي للوحدات بورق مقوى مغطى بالبولي ايثيلين ثم رقائق الألومنيوم المقاومة للهب ثم دهان البلاستيك وتصل كثافة تلك الألواح ذات سمك 5سم إلى 7كجم /م^2.

تتميزالوحدات الشطرية المعزولة بسهولة تثبيتها على الهيكل الإنشائي وإمكانية تغيير وإبدال الوحدات المعتمة بوحدات أخرى منفذة للضوء أو العكس تبعا للأغراض الوظيفية داخل المنشأ. وتتكون الوحدات المنفذة للضوء من ألواح شفافة من اللدائن أو الزجاج المقسى أو المقاوم للكسر وعادة ما تتكون من طبقتين توضع بينهما طبقة عازلة للحرارة من الألياف الزجاجية أو أنابيب اللدائن للسماح بمرور الضوء المشتت داخل المنشأ.

ويوضح الجدول التالي بعض المواد المستخدمة بالإنشاءات الخفيفة وإمكانياتها:-

جدول(2-1) مواد الانشاءات الخفيفة وإمكانياتها[1]

م	نوع المادة	مقاومة الحريق والأشعة فوق البنفسجية	التنظيف التلقائي	اختيار الألوان	معدل عمر المادة	التكلفة
1	بوليستر مغلف بالفينيل	مقاوم للحريق	معتدل	الألوان الفاتحة	15سنة	قليلة جداً
2	بوليستر مغلف بالفينيل ومكسو بمادة تدلار	مقاوم للحريق	نعم	الألوان الفاتحة	20سنة	قليلة
3	ألياف زجاجية مغلفة بالفينيل	مقاوم للحريق	معتدل	الألوان الفاتحة	15سنة	مرتفعة
4	ألياف زجاجية مغلفة بالفينيل ومكسوة بمادة تدلار	مقاوم للحريق	نعم	الألوان الفاتحة	20سنة	مرتفعة
5	ألياف زجاجية مغلفة	أفضل مقاومة	نعم	الأبيض فقط	25سنة	مرتفعة جداً

4-2 نظم الإنشاء الخفيف وتطبيقاتها:-

تتعدد نظم الإنشاء الخفيف بصورة واسعة يصعب معها الوصول إلى تصنيف دقيق يفصل بين كل نظام وغيره، وقد ساعد على تعدد نظم الإنشاء الخفيف، اعتمادها بدرجة كبيرة على المواد الصناعية الحديثة ذات الإمكانات الإنشائية والوظيفية غير المحدودة ودائمة التطوير، كما تعتمد نظم الإنشاء نفسها بصورة شبه كاملة على الطرق التكنولوجية الحديثة سواء في التصميم أو التصنيع أو التشييد وقد ارتبطت نظم الإنشاء الخفيف بالتطور التكنولوجي السريع خلال النصف الثاني من القرن العشرين بهدف الاستخدام الأمثل للمواد الإنشائية ومصادر الطاقة المستخدمة في الحصول عليها وتصنيعها. ولذلك حاولت تلك النظم المتعددة الوصول إلى أكبر كفاءة إنشائية بأقل استخدام ممكن للمادة الإنشائية وأقل تكاليف وعمالة وزمن تشييد. ويمكن تصنيف نظم الإنشاء الخفيف تبعا للعديد من المحددات مثل:-

[1] كلية الفنون الجميلة بالقاهرة، "**القاهرة مشاكلها الجمالية والمعمارية، (المؤتمر العلمي الأول– كلية الفنون الجميلة بالقاهرة 1991)**"، 1991، صـ62.

- البحور المستخدمة في المنشأ (بحور صغيرة أقل من 7.5متر– بحور متوسطة من 7.5 إلي 25متر– بحوركبيرة تزيد عن 25متر).
- وسيلة نقل الأحمال بالمنشأ (عزوم كما في الكمرات والإطارات – ضغط كما في الحوائط الحاملة والقشريات – شد مثل الكابلات والغشائيات).
- طبيعة المواد المستخدمة بالمنشأ (صلدة - غشائيات مرنة).
- نوعية استخدام المنشأ (سكني – إيواء – صناعي – إداري – مباني تعليمية – رياضية – معارض).
- فترة استخدام المنشأ (دائم- مؤقت - يمكن التخلص منه بعد الاستعمال).
- مرونة تصميم المنشأ (ثابت - متنقل - متحرك - متزايد - قابل للفك والتركيب - قابل لإعادة الإنشاء عدة مرات - قابل للتغير في الشكل).

يلاحظ أيضاً وجود العديد من النظم المهجنة وهي تشمل خصائص نوعين أو أكثر من النظم السابقة، ويصعب إدراجها في ذلك التصنيف، حيث أن احتمالات الجمع بين نظامين أو أكثر في منشأ واحد لا تنتهي مع استمرار تطور الفكر التصميمي سواء كان إنشائيا أو معماريا أو من الناحية التصنيعية.

2-4-1 المنشآت الخفيفة ذات البحور الصغيرة والمتوسطة:-

تتميز هذه النوعية من الإنشاءات الخفيفة بسرعة تشييدها وقابليتها للفك والتركيب، كما أنها عادة ما تكون سابقة التصنيع بصورة شبه كاملة وتنقل في صورة أجزاء كبيرة تبعاً لأبعاد الطرق المتاحة، ويقتصر العمل بالموقع على تجميع هذه الأجزاء على الأساسات والتي عادة ما تكون سطحية، وتصمم هذه المنشآت على أن تكون مؤقتة أو يسهل تغيير مكانها تبعا للمتطلب الوظيفي الذي تحققه، كما أن تكاليف استخدامها تكون مرتفعة نسبة إلى غيرها من المنشآت التقليدية الثقيلة ذات نفس الشكل والوظيفة ولكن خاصية خفة الوزن وقابلية النقل والتركيب السريع جعلها تناسب تماما الاستعمال المؤقت والطارئ خاصة بالمناطق النائية حيث يندر وجود مواد البناء التقليدية ويصعب استخدامها لارتفاع تكاليف نقلها. ويمكن محلياً الإستفادة من هذه المميزات لاستخدامها بالمناطق النائية في مصر والساحلية منها بصفة خاصة، حيث تتلاءم في نفس الوقت مع متطلبات تحقيق الراحة الحرارية في هذه المناطق، إلا أنه يجب مراعاة تصميم الوصلات ومعالجة المواد المستخدمة لتحقيق مقاومة بيئية جيدة ضد تأثير الرطوبة والأمطار والرياح بصفة خاصة.

2-4-2 التغطيات الخفيفة ذات البحور الكبيرة:-

تتميز التغطيات الخفيفة ذات البحور الكبيرة بقلة وزن العناصر الإنشائية الحاملة بدرجة كبيرة وذلك بالنسبة لوزن العناصر الإنشائية الثقيلة المستخدمة لتغطية نفس البحور، كما أن المنشآت المعرضة لإجهادات العزوم مثل الكمرات تكون أكثر التغطيات وزنا ولا يتجاوز استعمالها حدود

100م تقريبا ويتوسط ذلك الكمرات المتقاطعة والقباب الجيوديسية وقباب اللاميلا. ومع قلة المواد المستخدمة في التغطيات ذات البحور الكبيرة يلاحظ أن تكلفتها عادة لا تقل كثيرا عن تكلفة مثيلاتها من نظم الإنشاء التقليدية. ولكن مع تجاوز الحدود القصوى لإمكانات الطرق التقليدية الثقيلة في تغطية البحور الكبيرة (حوالي 100م)، تتفوق بمعدل كبير نظم الإنشاء الخفيف من الناحيتين الإنشائية والاقتصادية معا، حيث لا يكون هنالك بديل منطقي آخر للتغطية المطلوبة، وعلى ذلك تظهر كفاءة استخدام النظم الإنشائية الخفيفة بصفة خاصة للبحور التي تتعدى حدود إمكانات الإنشاء التقليدي الثقيل.

وتستخدم التغطيات الخفيفة ذات البحورالكبيرة في المباني الرياضية الضخمة ومباني المعارض ذات الفراغ الشامل وفي تغطية الصالات متعددة الأغراض والمدرجات وفي هذه الحالات تكون دائمة الاستخدام أو مؤقتة، تبعا للمحددات الوظيفية والاقتصادية المؤثرة على تصميم المنشأ. وقد تستخدم هذه الإنشاءات كمنشآت تظليل ذات مسطحات كبيرة لتغطية المدرجات والمسارح المفتوحة. وعادة ما تثبت هذه التغطيات الخفيفة على منشآت ثقيلة من الخرسانة المسلحة مثل مدرجات المباني الرياضية شكل (2-10). حيث تستقبل هذه المنشآت قوى ضغط رأسية فقط ولا يتطلب تشييدها استخدام الإنشاء خفيف الوزن.[1]

شكل(2-10) استخدام تغطية خفيفة لبعض مباني الاستادات

ويوضح الجدول التالي بيانات مقارنة جمالون صلب مقابل الكابلات وذلك لإنشاء صالة ألعاب رياضية:-

[1] وليد عليوة، **"مجلة تصميم"**، ديسمبر 2002.

جدول(2-2) مقارنة بين جمالون صلب وكابل بنائي[1]

أوجه المقارنة	جمالون صلب	الكابلات البنائية
البناء	جمالون فولاذي	7 كابلات مضفرة
الخامة	طلاء فوق ألواح صلبة	زجاج ليفي مغطى بالسليكون
الوزن	900 طن	20-50 طن
زمن البناء	4 أشهر	شهر واحد
عمره الافتراضي	15-20 عام	20-30 عام
الشفافية	صفر	4-6%
نظام الإضاءة	ضوء صناعي	ضوء طبيعي
الصيانة	قابل للتآكل	له خاصية التنظيف الذاتي

2-5 العوامل المؤثرة على استخدام المنشآت الخفيفة:-

يتأثر استخدام المنشآت الخفيفة بصفة عامة بالعديد من العوامل التي يلزم دراستها قبل الاستعانة بأي من نظم إنشائها في التصميم وذلك لتحديد مدى الحاجة لاستخدامها وجدوى ذلك بالمقارنة مع وسائل الإنشاء التقليدية المختلفة في مراحل التصميم والتصنيع والتشييد. ويمكن دراسة العوامل المؤثرة على استخدام الإنشاءات الخفيفة في أي من المشروعات بصورة متكاملة أو دراسة كل منها بمفرده إلا أنه يفضل تحديد أولوية المتطلبات الواجب تحقيقها بالمنشأ (تبعا للغرض منه ونوعية استخدامه وشكله وموقعه وظروف تمويله وإمكانات تصميمه وتصنيعه وتشييده) وعلى ذلك تتحدد أولوية دراسة هذه العوامل، ومثال ذلك استخدام المنشآت الخفيفة في تغطية البحور الكبيرة حيث يجب هنا أولا تحديد جدوى استخدام المنشأ الخفيف لتحقيق المتطلبات الوظيفية والإنشائية الخاصة بذلك للحصول على مسطح كبير خالي من العوائق، ويلي ذلك دراسة العوامل الأقل أهمية وتحديد مدى تأثيرها على المنشأ. أما في حالة اللجوء لإستخدام المنشآت الخفيفة بغرض تقليل التكاليف الأولية للمنشأ مع إمكانية صيانته خلال فترة استخدام قصيرة، فيجب أولا تحديد جدوى استخدام المنشأ الخفيف لتحقيق ذلك المتطلب الاقتصادي بالمقارنة مع غيره من نظم الإنشاء ويلي ذلك أيضا دراسة العوامل التي تليه في الأهمية. وبالمثل تتغير أهمية تأثير هذه العوامل تبعا للمتطلبات الأساسية المطلوب تحقيقها بواسطة المنشأ الخفيف والذي يتميز بخصائص فريدة يتوقف عليها مدى الحاجة لاستخدامه بديلا عن الإنشاء التقليدي.

2-5-1 العوامل الوظيفية والإنشائية المؤثرة على استخدام المنشآت الخفيفة:-

[1] محمد ماجد عباس خلوصي، "**الموسوعة الهندسية المعمارية (النوادي الترفيهية)**"، دار قابس للطباعة و النشر و التوزيع، 1999، ص86.

يؤثر عدد من العوامل الوظيفية والإنشائية على كل من اختيار استعمال الإنشاء الخفيف واختيار النظام المناسب لتحقيق الأغراض المطلوبة من المنشأ. حيث أن الحاجة إلى استعمال الإنشاء الخفيف ونظم إنشائه المعقدة والمتطورة لا يمثل هدفا في حد ذاته ولكنه وسيلة ذات كفاءة متميزة عن غيرها من نظم الإنشاء التقليدية التي تقف قاصرة أمام العديد من المتطلبات الوظيفية أو الإنشائية. وفيما يلي بعض هذه المتطلبات التي يجب تحديد مدى الحاجة إليها وبالتالي تحديد مدى ضرورة الاستعانة بنظم وتقنيات الإنشاء الخفيف.

2-5-1-1 الحاجة لتحقيق مرونة تصميمه عالية:-

تظهر الحاجة للمرونة التصميمية في المنشآت التي يتوقع تغير وظائف استخدامها أو تطورها مع مرور الزمن حيث يمكن إزالة أو إضافة أي جزء من المنشأ لتعديل شكله أو تغير مادة السطح أو خصائصها أو حتى لتغيير موقعه كليا. وتتحقق هذه الخصائص بكفاءة في العديد من نظم الإنشاء الخفيف وخاصة الغشائية منها. وفي حالة استخدامها في المنشآت الخفيفة الصلدة يجب مراعاة قابلية تجميع الأجزاء متنوعة الشكل والمواد تبعا لنظام مترابط وقياسي للأبعاد يظهر من خلال استخدام الموديول التصميمي والإنشائي لسهولة سبق تصنيع وتجميع المكونات المتغيرة ودائمة التبديل وقد تتحقق تلك المرونة التصميمية فقط من خلال حركة بعض أجزاء المنشأ للتكيف مع مختلف الوظائف.

2-5-1-2 الحاجة لتغطية بحور كبيرة.:-

يصعب الاستعانة بنظم الإنشاء التقليدية الثقيلة عادة في تغطية بحور كبيرة دون وجود نقاط تثبيت داخلية تعوق الحركة أو الرؤية المباشرة، إذ أن استخدامها في ذلك الغرض يزيد كثيرا من استخدام المواد الإنشائية وبالتالي التكاليف التي تزيد بمعدل كبير مع زيادة البحور المغطاة عن الحدود العملية لها، وتظهر هنا مميزات المنشآت الخفيفة التي تحقق استهلاكا أقل كثيرا للمواد في تغطية البحور الكبيرة والتي يصعب نظريا تحديد أقصى حدود إمكاناتها الإنشائية الفائقة.

2-5-1-3 تقليل الوزن الذاتي للمنشأ:-

تظهر في بعض الحالات الخاصة الحاجة لتقليل الأحمال الذاتية للمنشآت تبعا لأسباب إنشائية مثل ضعف مقاومة التربة للأحمال، البناء أو التعلية فوق منشأ محدود القدرة الإنشائية، تغطية منشأ قديم أو أثري، وتجنب التأثير المدمر لاهتزازات الزلازل، أو تبعا لأسباب فنية تتعلق بوسائل النقل والتشييد، خاصة بالمناطق النائية التي يصعب إمدادها بمواد الإنشاءات التقليدية الثقيلة بصورة عملية وتظهر نظم الإنشاء الخفيف سابقة التصنيع والقابلة للفك والتركيب كحلول مناسبة لذلك الغرض بسبب خفة وصغر حجم المواد والمكونات اللازم نقلها إلى هذه المناطق.

2-5-1-4 تقليل زمن التشييد:-

يهدف أساسا تقليل زمن التشييد بالموقع إلى تقليل احتمالات حدوث الأخطاء التنفيذية التي تنتج عن عدم تهيئة البيئة المناسبة للعمل بالموقع، حيث تستبدل فترة التشييد، بفترة تصنيع مكونات المنشأ وتجهيزها إلى أكبر قدر ممكن بالمصنع تحت ظروف بيئية وتكنولوجية متطورة يمكنها مراقبة جودة المنتجات وتقليل احتمالات الأخطاء بدرجة كبيرة. ولا تظهر هذه الحاجة في حالات المنشآت التقليدية التي لا تحتاج إلى دقة تنفيذية بقدر ما تتطلبها الإنشاءات الخفيفة عامة. وقد يهدف تقليل زمن التشييد بصفة خاصة إلى ملاحقة ظروف طارئة مثل الحاجة إلى منشآت لإغاثة منكوبي الكوارث الطبيعية مثل الزلازل والفيضانات أو كوارث الحروب أو التهجير السريع. وقد تظهر الحاجة إلى تقليل زمن التشييد أيضا في حالة المنشآت دائمة التنقل مثل المنشآت العسكرية بمواقع القتال والمعارض المتنقلة وخيام السيرك وخيام البدو والمجموعات دائمة الترحال سواء للأغراض العلمية والاستكشاف أو لأغراض الرحلات والصيد.

2-5-1-5 عمر استخدام المنشأ:-

يلاحظ على مدى تاريخ تطور العمارة ونظم الإنشاء أن طول فترة ملائمة المنشأ للوظائف المطلوبة منه تتناقص مع مرور الزمن، فقديما كانت معظم المنشآت تشيد لتؤدي وظيفتها لفترات طويلة وأحيانا لتكون أبدية مثل الأهرامات والمعابد المصرية القديمة، ولكن مع زيادة معدل التطور في الحضارات التالية أصبحت وظائف المبنى تتغير كثيرا تبعا لتغير الظروف البيئية والاجتماعية المحيطة بها ومن هنا قلت الحاجة للمباني ثابتة الوظيفة والشكل. ومع التطور التكنولوجي زاد معدل المتغيرات المؤثرة على التصميم المعماري وبالتالي وجب أن يكون المنشأ قابلا للتغير وتعديل الوظيفة أو يكون مؤقتا يسهل التخلص منه نهائيا بعد أداء مهمته الوظيفية المحددة خلال فترة زمنية ثابتة، ليسمح ذلك بتصميم منشأ آخر جديد يتناسب مع تطور الظروف المؤثرة والإمكانات التكنولوجية الجديدة التي ظهرت خلال هذه الفترة.

على ذلك يجب تحديد ذلك العامل الهام المؤثر على تصميم الإنشاءات الخفيفة عامة والغشائية منها خاصة حيث يمكن اعتبارها ذات عمر استخدام محدود (لا يزيد في الغالب عن 25سنة) بما يناسب بدرجة كبيرة الاستعمالات المؤقتة إلا مع استخدام مواد وتقنيات متطورة قد تزيد كثيرا من تكلفة المنشأ.

2-5-1-6 أهمية الشكل في تحقيق الكفاءة الإنشائية:-

تهدف نظرية الإنشاء الخفيف أولا إلى تطوير قدرة المنشأ على نقل الأحمال الكبيرة خلال عناصره بإستخدام أقل مواد إنشائية ممكنة. والوسيلة الوحيدة لتحقيق ذلك هو تطوير الشكل سواء كان شكل القشرة أو الغلاف الإنشائي أو في شكل الهيكل الإنشائي أو في شكل مكونات المنشأ أو حتى تحقيق ذلك في شكل التركيب الخلوي للمادة نفسها.

2-5-2 المحددات الجمالية المؤثرة على استخدام المنشآت الخفيفة:-[1]

تتيح نظم الإنشاء الخفيف الوصول إلى مؤثرات جمالية جديدة من خلال اتساع مجال اختيار طرق الإنشاء والمواد المستعملة بها والتي غالبا ما تكون حديثة ومبتكرة، مما يفتح آفاق واسعة لتحقيق أهداف تشكيلية مؤثرة. ومن هذه الأهداف تحقيق الإثارة البصرية للأشكال وجذب انتباه المشاهد من مسافات بعيدة لأسباب تتعلق إجمالا بالتسويق والدعاية لمصلحة صاحب المنشأ, وقد يكون هذا الهدف في المقابل عيبا أساسيا في المنشآت الخفيفة عامة والغشائية منها خاصة، حيث لا تتطلب بعض المباني والاستخدامات أن تكون ملفتة للنظر ومثيرة. وقد يهدف استخدام الأشكال المميزة للمنشآت الخفيفة، إظهار القيمة الفنية والمعمارية المطلوبة لتعبر عن العصر الذي أنشئت فيه والتقنيات المتطورة المستخدمة فيه. ويلاحظ عند اختيار أي من نظم الإنشاء الخفيف مراعاة هذه الخاصية المميزة لها وامكانية استغلالها من خلال المحددات التالية:

2-5-2-1 التعبير الصحيح عن الإنشاء:-

تتميز الإنشاءات الخفيفة بحرية التعبير الصريح عن طريقة الإنشاء ومكوناتها وموادها، حيث تكاد تنعدم المكونات غير الإنشائية التي يمكن تصميمها بواسطة المعماري وحده. وعلى ذلك قد تكون الأشكال الناتجة جامدة ولا تحكمها أسس جمالية أو ذوق شخصي وإنما يحكمها المنطق الإنشائي، ولكن في المقابل يمكن القول بأن التعبير الإنشائي الصريح بالمنشآت الخفيفة يجب أن يكون ضروريا حيث أن الجمال ينبع هنا تلقائيا من الكفاءة الميكانيكية والإنشائية تماماً (كما توصف المعادلة الرياضية بالجمال عندما تكون صحيحة) ففي حالة المنشآت الغشائية المشدودة تظهر النواحي الجمالية بها نتيجة لحريتها للتشكل بصورة طبيعية لتلقي أحمال الشد.
ويلاحظ أن تحقيق التعبير الإنشائي المطلوب للمنشآت الخفيفة يجب أن تتوافر فيه صفة الابتكار مع مراعاة النسب النهائية للمكونات الإنشائية وسطحها الخارجي بحيث تحقق التشكيل الفني المطلوب حيث تستخدم الغشائيات المشدودة للوصول إلى تشكيلات معمارية وفراغية داخلية جديدة ومميزة. وبجانب ذلك يجب مراعاة الدقة المتناهية في تصميم وتصنيع وتشييد المكونات الإنشائية حتى لا يفقد المنشأ تعبيره الصريح عن الوسائل التكنولوجية المتطورة المستخدمة به.

2-5-2-2 شفافية وانفتاح الفراغ الداخلي مع الخارج:-

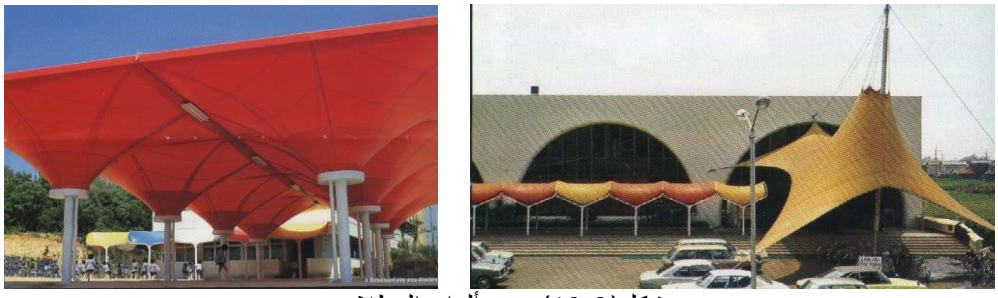
[1] نبيل حسن، **"الملاعب و القرى الأوليمبية (تخطيط - تصميم معماري - إنشاء)"**، دار الراتب الجامعية. 1992.ص48

يحقق الغلاف الخارجي للمنشأ الخفيف الاتصال البصري بين الفراغ الخارجي والفراغ الداخلي حيث يقل سمك العناصرالإنشائية بدرجة كبيرة مما يتيح استخدام مسطحات شفافة أو نصف شفافة كبيرة تساعد على انفتاح الفراغ الداخلي على الخارج بصريا. كما يلاحظ في الفراغ الداخلي للمنشآت الغشائية أنه يمكن إدراك حركة الشمس والسحب خارج المبنى بشكل جذاب كما توفر نفاذية السطح للضوء توفير الإضاءة الطبيعية المريحة داخل المنشأ نهارا وتألقا من الخارج عند أضاءته ليلا.

القبة الجيوديسية
شكل(2-11) الانفتاح علي الخارج

2-5-2-3 الألوان بالمنشآت الخفيفة:-

أتاحت المواد الصناعية الحديثة الحصول على درجات لونية مبتكرة، استخدمت بكفاءة لتغطية أسطح المنشآت الخفيفة المعدنية مما يحقق عنصرا متكاملا من الفكرة التصميمية. كما استخدمت الصبغات الملونة بالغشائيات أيضا ولكن يعيبها أساسا جاذبية سطحها الخارجي لالتصاق الأتربة به مما يستلزم ضرورة تنظيف السطح الخارجي وصيانته للمحافظة على درجة نقاء الألوان القوية المستخدمة.



شكل(2-12) تعدد ألوان المظلات

2-5-2-4 أشكال المنشآت الخفيفة الغشائية:-

تتميز المنشآت الغشائية عامة بضرورة استخدام الخيوط المنحنية والأسطح ثنائية التقوس وذلك لأغراض إنشائية بحتة، ولذلك تبدو عادة هذه الإنشاءات وخاصة المنفوخة منها وكأنها تحاكي أشكال متعددة من الطبيعة الحية أو غير الحية، إذ أنها تعتبر مثالية في أدائها الإنشائي ومصدر إلهام لا ينتهي للأشكال الطبيعية المريحة بصريا.

2-5-3 العوامل البيئية المؤثرة على استخدام المنشآت الخفيفة:-

تعتبر العوامل البيئية من أكثر المؤثرات التي تحد من استخدام الإنشاءات الخفيفة في العديد من مجالات الاستخدام. ويعتبر الغلاف الخارجي للمنشأ الخفيف غير كاف لتحقيق التحكم البيئي المريح للإنسان داخل فراغ المنشأ، سواء كانت هذه الراحة حرارية أو صوتية. ويمكن إجمالا تقسيم تأثير العوامل البيئية إلى جزئين، الأول يتعرض لتأثير هذه العوامل على الغلاف الخارجي للمنشأ الخفيف نفسه كمواد ومكونات ووصلات. أما الجزء الثاني فينحصر في تأثيرها على مدى توفير العوامل الفسيولوجية المريحة للإنسان بجانب الراحة الحرارية، مثل الراحة الصوتية والبصرية داخل المنشأ الخفيف، ويتم استعراض ذلك فيما يلي. [1]

2-5-3-1 الأداء الصوتي للمنشأ الخفيف وطرق معالجته:-

تتعدد بدرجة كبيرة مشكلات الأداء الصوتي للمنشآت الخفيفة، إلى حد أنه يصعب معالجتها جميعا بالمنشأ، بل ويستحيل ذلك في حالة عدم الاهتمام بها خلال مراحل التصميم الأولي. ويمكن تحديد هذه المشكلات فيما يلي:-

أ- **ضعف العزل الصوتي لغلاف المنشأ الخفيف:-** تتوقف قدرة غلاف المنشأ على العزل الصوتي بين الخارج والداخل (خلال مدى الترددات المسموعة الذي يتراوح بين 100 الي 3200 هيرتز على وزن وحدة المساحات منه. وعلى ذلك يلاحظ أن غلاف المنشآت الخفيفة بصفة عامة لا يقاوم نفاذ الصوت. حيث يجب ألا يقل وزن وحدة المساحات من غلاف المنشأ أو الحوائط مفردة الطبقات عن (320 كجم/م^2) وذلك لتحقيق عزل صوتي مقبول، بينما لا يصل في المتوسط إلى أكثر من (20 كجم/م^2) في حالة المنشآت الخفيفة، بل ويقل عن (3 كجم/م^2) في حالة المنشآت الغشائية المنفوخة. ويمكن معالجة ضعف العزل الصوتي هذا بتعدد طبقات الغلاف أو الحائط الخفيف مع حصر طبقة من الهواء داخلها، ويزيد العزل الصوتي بزيادة سمك الفراغ الهوائي المحصور بين الطبقات، ويجب مراعاة ذلك أيضاً في الفتحات الزجاجية أو الغشائية.

ب- **رنين الحوائط الخفيفة مع الأصوات:-** يحدث الرنين الصوتي للحوائط الخفيفة عند تساوي تردد الصوت المسموع مع التردد الطبيعي لجسم الحائط. وتتوقف قيمته على كثافة وسمك ومعامل مرونة المادة المستعملة بالحائط، حيث يزيد التردد الطبيعي للحائط المفرد مع قلة السمك ومعامل المرونة وزيادة الكثافة. ويفضل لمنع حدوث الرنين ألا يقع التردد الطبيعي للحوائط داخل مجال الترددات الصوتية المسموعة (100 – 3200 هيرتز). ومثال ذلك تتعرض الحوائط الجبسية بسمك (40 – 120

[1] جعفر الصباغ - جلال زكي، **"تكييف الهواء في الخيام و المنشآت الغشائية و النسيجية"**، الدار الدولية للنشر و التوزيع، 1992.

مم) لذلك الرنين وينتقل الصوت خلال هذه الحوائط بسهولة، بل يمكن أن تحدث له تقوية حيث يقع ترددها الطبيعي داخل مجال الترددات الصوتية المسموعة.
أما في حالة الألواح المعدنية الرقيقة وغيرها من الألواح المرنة قليلة السمك يلاحظ أن ترددها الطبيعي يفوق عادة (2000 هيرتز) مما يجعلها آمنة من حدوث رنين، ولكن ضعف عزلها الصوتي يستلزم استخدامها مع طبقات أخرى، وفي هذه الحالة يقل ترددها الطبيعي ويدخل مجال الترددات الصوتية، مما يعرضا بالتالي إلى حدوث الرنين. إلا أنه يمكن التخلص نهائيا من مشاكل رنين الحوائط الخفيفة بواسطة عدة طرق مثل:-

- زيادة وزن طبقة الحائط ليقل تردده الطبيعي عن (200 هيرتز).
- زيادة سمك الفراغ الهوائي داخل الحوائط.
- استخدام بطانة من المواد الماصة للصوت داخل الحوائط.
- استخدام طبقات مختلفة السمك.

ج- **انتقال صوت الصدمات خلال الحوائط الخفيفة:-** تعمل حوائط الإنشاءات الخفيفة المركبة على امتداد الصوت خلالها عند الوصلات والأجزاء الصلبة بها، ولذلك يجب تزويده بطبقات ماصة للصوت بين مناطق الاتصال المقترحة، كما أن العزل الصوتي الجيد للحوائط أو الأرضيات الخفيفة لا يعني قدرته على منع انتقال صوت الصدمات عليه مثل خطوات مشي الإنسان. ويمكن معالجة ذلك فقط بتركيب سطح الأرضية على طبقة ماصة للصوت أو استخدام سطح لين على الأرضية.

د- **الأصوات الناتجة عن حركة الرياح على الحوائط الخارجية الخفيفة:-** يجب عند تصميم الحوائط الخارجية الخفيفة تجنب حدوث صفير أو أصوات خبطات أواهتزازات بسبب الرياح أو صوت الطائرات، ويمكن تجنب ذلك بوضع أجزاء خاصة مرنة داخل الوصلات التي تتلاقى بها المعادن أو استخدام مواد ماصة للصوت داخل وحدات الحوائط الخفيفة (مثل الصوف المعدني أو ألياف ألاسبستوس) أو على سطحها الداخلي فقط.

ه- **تداخل الأصوات في الفراغات الكبيرة المغطاة:-** يسبب كبر حجم الفراغ الداخلي للصالات المغطاة ذات البحور الكبيرة، تداخل مسارات الأصوات وزيادة مستوى صدى الصوت وعدم القدرة على تمييز الكلمات المسموعة بسهولة. ويمكن تجنب حدوث ذلك بتصميم السطح الداخلي للتغطية بحيث يكون مجعد وكثير التلافيف لتشتيت الموجات الصوتية عليه، كما يمكن استخدام شبكة من شرائط القماش أو الستائر المعلقة من السقف بحيث تمتص الصوت أو تشتته على سطحها المحدب.

و- **انعكاس الصوت على الأسطح المقوسة داخل المنشأ:-** يزيد السطح الداخلي المقوس من احتمالات تكون نقاط بؤرية تعمل على تقوية الصوت وارتفاعه في بعض المناطق دون غيرها، ويكثر حدوث ذلك بصورة واضحة على السطح الداخلي للمنشآت الغشائية وخاصة المنفوخة منها حيث يكون سطحها مقعرا من الداخل، ويمكن معالجة ذلك بتقليل ارتفاع السقف، حيث تنخفض معه النقاط البؤرية

إلى تحت منسوب الأرضية. أو تغطية السطح الداخلي ببطانة معلقة ذات سطح ماص أو تعليق شبكة من شرائط القماش أو الستائر من السقف، كما يمكن تجنب ذلك باستخدام مناطق النقط البؤرية كمناطق حركة ثانوية.

2-5-3-2 الإضاءة داخل المنشآت الخفيفة:-

تتميز المنشآت الخفيفة عامة بصغر حجم العناصر الإنشائية وقدرتها على نفاذ الضوء خلالها كما في حالة المنشآت الغشائية مما يوفر إضاءة طبيعية جيدة تمتاز بالتجانس والتوزيع والتدرج الضوئي، كما أن شدة الضوء النافذ عبر الغشائيات أو مسطح الفتحات الكبيرة يغني عادة عن استخدام أي نوع من الإضاءة الصناعية نهارا كما تنتج الغشائيات الشفافة اتصال بصري بالخارج وإحساس بالبعد الرابع من خلال الرؤية الواضحة خلالها. ويمكن التحكم لتقليل الإبهار الناتج من الفتحات أو شرائط الغشائيات الشفافة باستعمال شرائط قماشية معلقة من السقف ويجب أن يحتفظ الضوء النافذ خلال الأسطح الغشائية بكل خصائص الضوء الطبيعي إلا في حالات الرغبة في تغيير المكونات اللونية بالطيف المرئي لغرض معين مثل نمو النباتات بالفراغ الداخلي للمنشأ، حيث يحتاج نمو النباتات إلى طول موجي قريب من 0.44 ميكرون أو الضوء الأزرق. وقد يؤدي تلوين الضوء ولو لدرجة بسيطة إلى عدم تحقيق الراحة البصرية المطلوبة. لكن في جميع الحالات يجب مراعاة ترشيح الأشعة فوق البنفسجية ومنعها من النفاذ لحماية مادة الغشاء نفسها، وعند استخدام الإضاءة الصناعية ليلا يمكن تعليق وحدات للإضاءة من سطح الغشاء أو استخدام وحدات إضاءة مثبتة بالأرضية لسهولة الصيانة، كما يمكن أن تكون الإضاءة غير مباشرة إذا كان السطح الداخلي للصالة عاكس للضوء.

2-5-4 عوامل تأمين المنشأ الخفيف:-

يمكن اعتبار غلاف المنشآت الخفيفة قاصرا عن تحقيق الظروف الأمنية المناسبة لاستخدام المنشأ بواسطة الإنسان، سواء كان ذلك نفسيا أو وظيفيا. فعادة يقبل استخدام هذه النوعية من المنشآت للاستعمال المؤقت، حيث أنها تعطي شعورا نفسيا لمستعملي المنشأ باقترابهم من الطبيعية الخارجية وعدم انفصالهم عنها إلا بغشاء رقيق من القماش، ولا تناسب تلك الصفة رغبات بعض مستعملي المبنى الذي يريدون عادة الشعور بالأمان والذي يجدونه بالمباني الثقيلة ذات الحوائط السميكة. وتظهر صعوبة تأمين المنشآت الخفيفة عامة في ضعف مقاومتها للحريق والتخريب المتعمد وعادة لا تقوم شركات التأمين بالقيام بمخاطرة التأمين على المنشآت الخفيفة إلا بعد التأكد من توافر نظم مكافحة الحريق الكافية واستخدام مواد تصمد أمام محاولات التخريب. ويصعب بصفة خاصة تحقيق ذلك في المنشآت الغشائية التي تجذب الانتباه بشكل مميز ويمكن دخولها بسهولة بواسطة أي سكين أو جسم حاد.

بالرغم مما سبق يلاحظ أن المنشآت الغشائية الخفيفة تتميز بخصائص أمنية إنشائية فريدة، حيث تزيد مقاومتها بدرجة كبيرة لذبذبات الزلازل القوية، نظرا لمرونة موادها ومكوناتها الإنشائية، كما أنها لا تسبب إيذاء للإنسان عند انهيارها ولا تصيبه بأجزاء متكسرة أو شظايا حيث لا تزيد أوزان الغشائيات عن 2كجم/م^2، مما يجعلها خفيفة بدرجة كبيرة وسقوطها يكون بطيئا وتتميز الغشائيات كذلك بقدرتها الواسعة على تحمل حدوث مناطق تدمير أو تمزق أو فتحات دون حدوث انهيار كلي للمنشأ. وتتعدد نظم مكافحة الحريق بالمنشأة الخفيفة بدرجة كبيرة تبعا للتصميم والمواد المستخدمة والوصلات بها.

2-5-5 العوامل الاقتصادية المؤثرة على استخدام المنشآت الخفيفة:-

يجب قبل استخدام أي من نظم الإنشاء الخفيف مراعاة الجوانب الاقتصادية للمنشأ المطلوب تشييده. ويمكن تلخيص هذه الجوانب في النقاط التالية:-

2-5-5-1 التكلفة الأولية للمنشأ:-

أ- **تكلفة التصميم:-** ترتفع عادة تكلفة التصميم حيث أصبح من الضروري أن يتم العمل بواسطة فريق (معماري - إنشائي – ميكانيكي) بدلا من أن يكون هذا العمل من اختصاص المعماري وحده، وقد يحقق ذلك جوا من المناقشات والدراسات اللازمة لتطوير التصميم يؤدي إلى زيادة عدد الساعات اللازمة للدراسة، وبالتالي ارتفاع تكاليف الدراسات التصميمية، إلا في حالات التكرار أو التصميم النموذجي.

ب- **تكلفة تصنيع المنشأ:-** تمتاز الغشائيات بصفة خاصة بقلة تكلفتها الأولية عند استخدامها في تغطية بحور كبيرة. وقد ترتفع تكاليف المنشآت الخفيفة عامة في حالة استخدام مكونات غير قياسية، مما يتطلب عمل قوالب خاصة لتصنيعها، وما يصحب ذلك من إجراء عدد من الدراسات والتجارب المسبقة قبل اعتمادها في التصميم النهائي.

ج- **تكلفة النقل**:- يمثل النقل في حالة البناء بالمناطق البعيدة حوالي 40% من تكاليف التشييد، وعلى ذلك تمثل الإنشاءات الخفيفة حلولا اقتصادية بدرجة كبيرة في هذه المناطق البعيدة، والتي يصعب الاعتماد على نقل مواد إنشاء ثقيل إليها.

د- **تكلفة الأساسات:-** تقل عادة تكلفة الأساسات في معظم أنواع الإنشاء الخفيف حيث لا تتطلب أكثر من أساسات سطحية مع توفير بعض نقاط التثبيت المقاومة للشد، والتي ترتفع تكلفتها نسبيا.

2-5-5-2 التكلفة الكلية للمنشأ:-

أ- **التكلفة الجارية:-** مثل الصيانة أو تغيير الشكل أو الوظيفة المتوقعة لبعض العناصر (مثل الأقمشة) وتشمل كذلك تكاليف الطاقة اللازمة لتشغيل مضخات الهواء في حالة المنشآت المنفوخة.

ب- **التكلفة بالنسبة لزمن استخدام المنشأ:-** حيث تتصف بعض أنواع الإنشاءات الخفيفة بقصر عمر استخدامها. وقد يعرف عمر المنشأ بأنه الزمن اللازم لوصول المنشأ لحالة إنشائية يصعب بعدها ضمان استعماله بأمان. وعلى ذلك يلاحظ أن بعض عناصر المنشأ قد تفسد في خلال 10 سنوات وعناصر أخرى في خلال 20 سنة حتى ينتهي عمر استخدامها تدريجيا ويلزم مراعاة ذلك عند اختيار نظم الإنشاء الخفيف من الناحية الاقتصادية المناسبة للغرض المطلوب.

2-5-6 العوامل التكنولوجية المؤثرة على استخدام المنشآت الخفيفة:-

تعتبر التكنولوجيا المتقدمة من أكثر محددات استخدام المنشآت الخفيفة، فعلى قدر توافر مقومات الاستعانة بالوسائل التكنولوجية الحديثة في التصميم والتصنيع والتشييد يكون مدى استخدام المنشآت الخفيفة، حيث تعتمد هذه النوعية من المنشآت على الدقة المتناهية في التفاصيل الإنشائية نظرا لتعدد المتغيرات والمتطلبات أثناء التنفيذ، بحيث لا يمكن الاعتماد فقط على كفاءة التصميم وإتقانه، ولكن يلزم التأكد من توافر الإمكانات المتطورة اللازمة للتصنيع والتجهيز وبعدها التشييد بالموقع[1]. وتتطلب الإنشاءات الخفيفة تكامل فكر المصمم بدرجة كبيرة مع منتِج مكونات المنشأ والمنفِّذ بالموقع، حيث يلزم معرفة المصمم بكل تفاصيل التصنيع والتنفيذ بالغة التطور وهو ما يصعب تحقيقه، وبالتالي يعمل فريق التصميم والإنتاج والتنفيذ بأسلوب الوحدة البحثية في مجال الصناعة بحيث تكون هناك علاقة قوية بين الفكرة التصميمية ومواد البناء وأسلوب التشييد ويمكن تحديد مدى الحاجة للاستعانة بالوسائل التكنولوجية في المنشآت الخفيفة من خلال الثلاث مراحل التالية مع مراعاة أنه لا يمكن التفرقة بينهم عملياً:-

2-5-6-1 العوامل المؤثرة على التصميم:-

ضرورة الاستعانة بوسائل متطورة للتحليل الإنشائي للوصول إلى أنسب الأشكال من ناحية الكفاءة الإنشائية وكذلك لدراسة سلوك المنشأ مع الرياح وطرق مقاومة ذلك، ويعتبر إيجاد الشكل للمنشآت الغشائية مشكلة تصميميه يجب الاستعانة فيها بالنماذج ذات مقياس مناسب، حيث أن الرسومات تعتبر غير كافية لتوضيح ووصف الشكل وتحديد أشكال قطع وخياطة القماش، وتستخدم لذلك أيضا بعض برامج الكمبيوتر المتخصصة.

[1] سعيد علي خطاب، **"الإنشاءات المعلقة - تكنولوجيا الإنشاء"**، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع، 2003، صـ13.

2-6-5-2 العوامل المؤثرة على تصنيع المكونات:-

يتطلب الإنشاء الخفيف قاعدة صناعية على مستوى تكنولوجي مرتفع، ويتطلب تصنيع مكونات الإنشاء الخفيف توافر مواد صناعية ذات مواصفات محددة وعادة ما تكون متطورة بحيث يصعب استبدالها بمواد أخرى. لذلك يجب توافر نظم مراقبة الجودة في إنتاج مكونات المنشأ بالمصنع بحيث لا تتجاوزالتفاوتات في أبعاد الحدود المسموح بها لتجنب حدوث مشكلات عند التجميع بالموقع.

3-6-5-2 العوامل التكنولوجية المؤثرة على التشييد:-

يجب توافر نظم النقل الآمنة لمكونات المنشأ في طرق مناسبة ولمسافات كبيرة. وتحتاج بعض نظم الإنشاء الخفيف إلى نظم معقدة لمراقبة التشييد بالموقع على مسطحات واسعة.

خلاصة الباب الثاني:-

يعرف المنشأ بأنه خفيف عندما يستطيع أن ينقل خلال عناصره الإنشائية أحمال تزيد كثيرا عن وزنه وذلك بالمقارنة مع غيره من المنشآت في نفس ظروف التحميل. وأهم العناصر التي تحتاج إنشاء خفيف هي الأسقف والتغطيات ذات البحور الكبيرة والكباري والمباني المؤقتة.
الخيوط والحبال والكابلات لا تتأثر ببحر التحميل وبذلك تكون المنشآت المشدودة أكثر كفاءة إنشائية عن غيرها لقدرتها على زيادة مسافات نقلها للأحمال دون تغير في مساحة مقطعها وبالتالي تحقق أكبر توفير في المواد الإنشائية المستخدمة. ويعتبر الشد أنسب وسيلة لنقل الأحمال بالمنشآت الخفيفة ويلي ذلك الضغط المباشر ثم العزوم، إلا أن معظم الإنشاءات الخفيفة تتلقى العزوم عن طريق تحويلها إلى قوى محورية (شد أو ضغط) وبذلك فهي تحولها إلى قوى أكثر كفاءة وتوفيرا للمادة.
تتعدد العوامل التي تؤثر علي استخدام المنشأ الخفيف فمنها الوظيفية، الجمالية، البيئية، الاقتصادية، التأمينية، والتكنولوجية، وهذه العوامل هي التي تحدد اختيار نوع عن آخر.

الباب الثالث
الدراسة التحليلية

تمهيد:-

تمثل عمارة المنشآت الخفيفة أحد المداخل التعبيرية للعمارة الحديثة، ومع قدم هذا الأسلوب في البناء والذي عرفه الإنسان منذ آلاف السنين واستخدمه لمواجهة ظروف الحياة التي كان يعيش فيها، ومع التطور في مجال التكنولوجيا المستخدمة في العمران، أمكن استخدام التقنيات المختلفة في تقديم عمارة معاصرة ذات أصالة، عمارة تحمل ملامح وسمات الماضي ولكن بأسلوب عصري. لذلك سيتم استعراض بعض أمثلة للمباني التي تم استخدام هذه التقنية في إنشاءها والتي جاءت ذات تشكيل معماري يتفق مع تطلعات الإنسان المعاصر. وقد جاء اختيار الأمثلة طبقا للأسس الاتية:-

1 – المنشآت التي تم استخدام تقنية الإنشاءات الخفيفة في انشائها.
2 – المنشآت ذات الاستخدام العام.
3 – أن يتمتع المنشآ بأهمية معمارية وكتل مميزة تجعل له صورة ذهنية فريدة.

وسيتم تحليل الأمثلة محل الدراسة طبقا لما يلي:-
1 – استعراض مجموعة من المحددات الوظيفية للعناصر المختلفة المكونة للمنشأ وعلاقتها بالشكل الخارجي والفراغ الداخلي.
2 – دراسة المظاهر المعمارية والإنشائية والتقنيات المستخدمة بالمنشأ.
3 – الوقوف علي مقومات وإمكانيات الأساليب المختلفة الإنشائية وأوجه تميز أو قصور كل منها.
4 - تقييم الأداء الانتفاعي الوظيفي والجمالي.
5 – دراسة التشكيل المعماري للمبنى.

وقد جاء اختيار مجموعة من الأمثلة سواء لمباني داخل جمهورية مصر العربية أو في المملكة العربية السعودية كإحدى الدول العربية أو في بعض المدن الأوروبية.

3-1 أمثلة المنشآت المحلية داخل جمهورية مصر العربية.

تستخدم المنشآت الخفيفة داخل جمهورية مصر العربية علي نطاق ضيق الي حد ما، حيث يقتصر استخدامها في الأعمال التكميلية للمباني، أو في تغطية المداخل أو بعض عناصر المبني التي تحتاج الي مساحات واسعة، كما تستخدم لعمل مظلات انتظار السيارات أو استراحات الركاب.

3-1-1 مظلات محطة الرسوم - كوبري مبارك السلام - القنطرة شرق والقنطرة غرب.

تقع محطة الرسوم في بداية ونهاية كوبرى مبارك السلام الذي تم إنشاؤه أعلى قناة السويس في بداية القرن الحادي والعشرون ليكون أكبر كوبرى فوق قناة صناعية، والتي تتكون من مجموعة مظلات ذات تشكيل بصري مسيطر علي مبني المحطة، وتضم أيضاً مجموعة غرف التحصيل والخدمات المساعدة لها.

3-1-1-1 الخصائص البصرية:-

أ- **الشكل:-** تتكون المظلات من هيكل فراغي قائم مرفوع علي دعامات رأسية من الصلب، والمظلة عبارة مجموعة من الشرائط المنحنية السطح، وسطح المظلة من الصاج سمك 2 مم مسحوب على البارد ومثبت أعلى الهيكل الفراغي القائم ومقوى بعلب حديدية بأبعاد 20 مم × 40 مم لتثبيت ألواح البولي كاربونيت المفرغ سمك 6مم بمسامير داخل العلب.

ب- **اللون:-** يأخذ سطح المظلات لون برونزي وذلك للعمل على جذب الانتباه.

شكل(3-1) منظر أمامي للمظلات.

3-1-1-2 أسس التشكيل:-

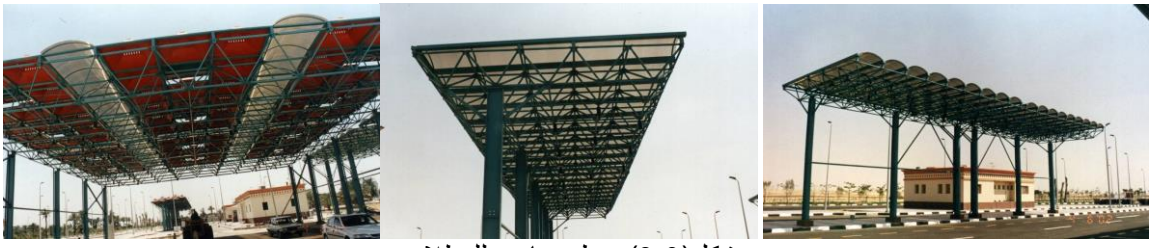
تم استخدام وحدة تكرارية عبارة عن قبو من الصاج أعلى الهيكل الفراغي مما أعطى إيقاعا سهل إدراك الشكل العام للمظلات.

3-1-1-3 العوامل المؤثرة على استخدام المظلات.

أ- عوامل وظيفية:-

-الحاجة لتحقيق مرونة تصميمه عالية.
-تقليل الوزن الذاتي للمنشأ.
-تقليل زمن التشييد.

ب- **عوامل اقتصادية:-** حيث يسهل صيانتها لأن الخامات المستخدمة يسهل تنظيفها بسهولة ويسر.



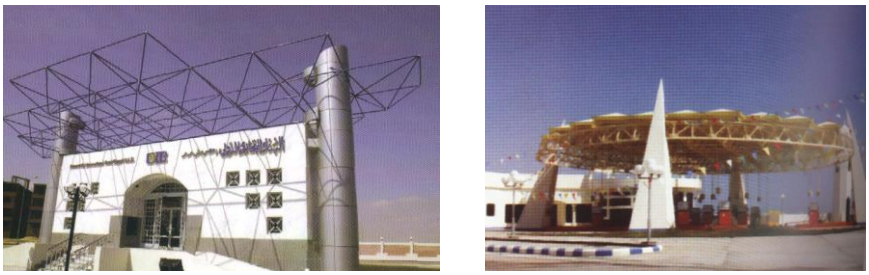
شكل(3-2) منظر جانبي للمظلات.

ج- **عوامل تكنولوجية:-** استخدام التغطية من ألواح الصاج جعلت المظلات من المرونة بحيث يمكن تكرارها بسهولة.

3-1-1-4 تقييم المنشأ وتأثيره علي التشكيل المعماري:-

من خلال استعراض المثال نجد أن استخدام المظلات جعل التصميم من المرونة بحيث يمكن استخدامها في أماكن متعددة وبكيفية متنوعة ولأغراض مختلفة وبأشكال تتفق مع روح المكان وتقنيات العصر.

علي هذا النسق تم تنفيذ بعض المظلات ذات الأغراض المتباينة. تتضح من الأشكال الآتية:-



محطة وقود – الدمام مدخل فرع البنك التجاري الدولي- مصر

شكل (3-3) استخدام المظلات في الأغراض المتباينة.

3-1-2 نادى الحوار[1].

[1] الباحث

يقع نادي الحوار لرجال الأعمال بمدينة المنصورة بمحافظة الدقهلية على ضفاف فرع دمياط - أحد فرعى نهر النيل - ويعد أحد النوادي الترفيهية بمدينة المنصورة.

شكل (3-4) شكل عام لنادى الحوار.

3-1-2-1 الخصائص البصرية:-

أ-الشكل:- تم عمل تغطية هرمية بأبعاد12.40 متراً ×12.40 متراً، وطول الضلع المائل6.80متراً مثبته أعلى قاعة المؤتمرات، بالإضافة إلى تغطية هرمية أخرى بأبعاد 7.60 متراً × 7.60 متراً مثبتة أعلى السلم الشرفي، وتم تصنيع الهيكل من قطاعات الألومنيوم جالوب وتغطيته بألواح البولي كاربونيت المثلج سمك 3 مم، بالإضافة إلى توريد و تركيب كرة من قطاعات الحديد بقطر 3.50 متراً أعلى البرج الأيمن بمدخل النادي وتغطيتها بألواح البولي كاربونيت الشفاف سمك 3 مم، مثبت عليها طبقة من الفنيل على شكل الكرة الأرضية.

شكل(3-5) التغطية الهرمية أعلي قاعة المؤتمرات

ب-اللون:- يغلب اللون الأزرق على التغطيات المختارة حيث تحاكى الكرة والتغطيات الهرمية شكل السماء وانعكاس لونها علي المياه المجاورة.
ج-الشفافية والمسامية:- الخامات المستخدمة في صنع التغطيات وفرت نفاذية للإضاءة الطبيعية طوال فترات النهار، كذلك جعلت المبنى يظهر ككتلة مضيئة أثناء إنارته ليلاً.

3-1-2-2 أسس التشكيل:-

أعطت التغطية الهرمية أعلى قاعة المؤتمرات والتغطية الهرمية المثبتة أعلى السلم الشرفي شكلاً جمالياً أعلى القاعة والسلم، كما أضفت الكرة المعدنية أعلى مدخل النادي تميزاً للمدخل.

شكل(3-6) الكرة المعدنية أعلى مدخل النادي

3-1-2-3 العوامل المؤثرة على استخدام التغطيات.

أ- **عوامل وظيفية:-** حيث الحاجة لتحقيق مرونة تصميمه عالية وأيضاً تقليل الوزن الذاتي للمنشأ.
ب- **عوامل تكنولوجية:-** استخدام الهيكل من قطاعات الألومنيوم جالوب وتغطيته بألواح البولي كاربونيت يعد استخداماً لأحد الخامات الخفيفة المرنة التي يسرت الوصول لتغطية المساحات المختلفة بشكل معماري يتلاءم مع البيئة المحيطة.

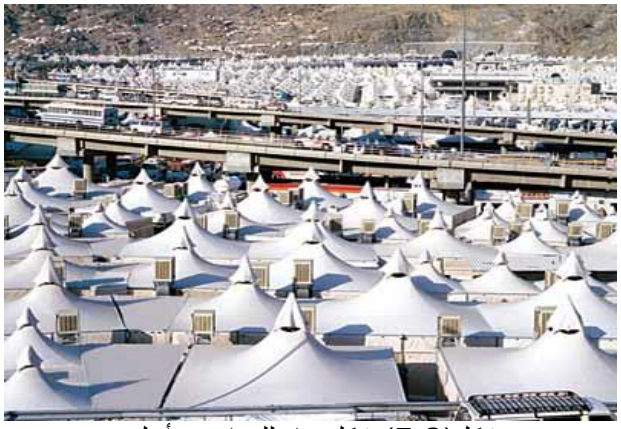
3-1-2-4 تقييم المنشأ وتأثيره علي التشكيل المعماري:-

من خلال استعراض المثال نجد أن استخدام القطاعات الخفيفة -من الألومنيوم- جعل المبنى يظهر بصورة قريبة من النفس متمثلا في اندماجه وتناغمه مع البيئة المحيطة.

3-2 أمثلة المنشآت في المملكة العربية السعودية.

تتعدد أمثلة المنشآت التي يستخدم فيها الإنشاء الخفيف داخل المملكة العربية السعودية، حيث يعتبر هذا النوع من الإنشاءات ملائماً لطبيعة المنطقة هناك من حيث المناخ وتضاريس الموقع، ايضاً تعتبر هذه الإنشاءات تطوراً للخيمة العربية والتي تعتبر شبه الجزيرة العربية مهداً لها.

3-2-1 إسكان الحجيج بمشعر مني.


شكل(3-7) شكل عام للخيام من أعلي

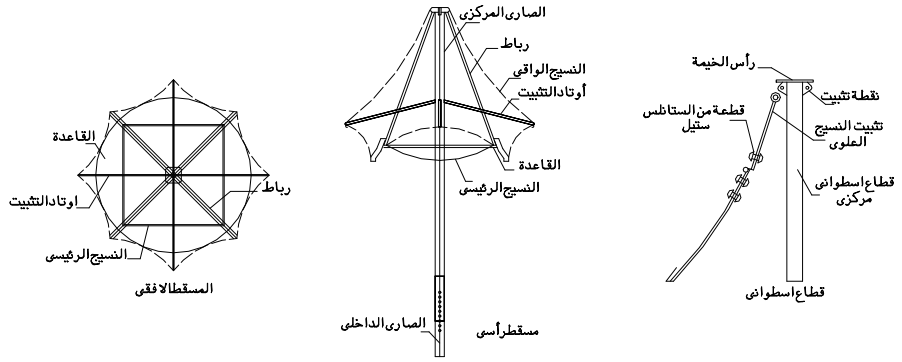
تعتبر مني من المدن التي تحوي أكبر تجمع إنساني في وقت الحج لذا كان تسكين الحجيج وتوفير متطلباتهم من أهم المشكلات التي تواجه هذه المدينة، ويرجع عدم اللجوء إلى المباني الخرسانية والاستفادة الرأسية في التسكين إلى مدلول ديني، ففي حديث عن رسول الله صلي الله عليه وسلم عن عائشة رضي الله عنها قالت:- *"ألا نبني لك بمني بيتاً أو بناءاً يظلك من الشمس فقال لا إنما هو مناخ من سبق إليه"* . – والمناخ هو موضع النزول- ولهذا الحديث رؤية فلسفية فهو يوجه الناس إلي أن مني موقف مؤقت يقضي به الحجاج عدة أيام فقط، لذلك كان الاتجاه لاستخدام مشاريع الإسكان المؤقت، وتبلغ مساحة المدينة 775500 م^2 منها 34300 م^2 مناطق جبلية والمساحة الصافية للإسكان بحدود 2500000 م^2[1].

3-2-1-1 الخصائص البصرية:-

أ-الشكل:- يتكون التشكيل العام للمنطقة من نماذج متكررة للخيام، يتكون النموذج الأكثر شيوعاً من أربعة قوائم معدنية في الجوانب الأربعة مثبتة علي قواعد خرسانية بالإضافة إلي قائم رئيسي في المنتصف به أربعة أذرع من الصلب الغير قابل للصدأ بمقاسات5×5×6 م، تحمل الهرم العلوي للخيمة والذي يفصل بينه وبين الجزء السفلي زاوية حديدية تسمح بالتهوية والإضاءة وتم تجميع كل 8 وحدات في شكل مجموعة نمطية بمقاسات 16×32 م.

ب-اللون:- تم استخدام خيام بيضاء اللون لإمكانية تطويع أشكالها لتلائم الطابع الإسلامي للمنطقة وملابس الحجاج المستخدمين الرئيسيين للمنطقة.

[1] "**مجلة البناء**" السعودي، العدد 149، يناير 2003.



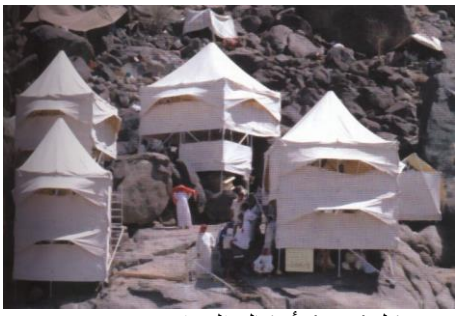
شكل(3-8) تفصيلة الهرم العلوي المغطي للخيام .

ج-الملمس:- استخدام الأقمشة المعالجة "التفلون الغير قابلة للاشتعال والذي يتحمل درجات الحرارة العالية " في صنع الخيام جعل المكان لا يخرج عن روحه وطابعه.

د-الشفافية والمسامية:- الخامات المستخدمة في صنع الخيام منفذة للضوء مما وفر نفاذية للإضاءة الطبيعية طوال فترات النهار.

3-2-1-2 أسس التشكيل:-

تصمم الخيام بإستخدام وحدة مربعة تتكرر في أسلوب نمطي يظهر من خلاله إيقاع يعمل على سهولة إدراك الشكل العام للخيام، ويتضح استخدام المقياس الحميم وذلك لإعطاء الإحساس بالطمأنينة والاستقرار، وكذلك سيطرة المستخدم علي الأبعاد المحيطة به وسهولة حركته داخله.



شكل(3-9) أشكال الخيام بمشعر مني.

3-2-1-3 العوامل المؤثرة على استخدام الخيام.

أ-عوامل وظيفة.

-الحاجة لتحقيق مرونة تصميمه عالية.
-تقليل الوزن الذاتي للمنشأ.
-تقليل زمن التشييد.
-العمر المؤقت لاستخدام المنشأ.

ب-العوامل البيئية:- حيث طبيعية المنطقة الجبلية ودرجات الحرارة العالية، وتم تطويع 8 نماذج إضافية للخيام مع وحدات وسطية تناسب الفراغات الناشئة من الزوايا والانحناءات المختلفة لقطع الأراضي الغير منتظمة.

ج-عوامل تأمينية:- حيث وجد أن استخدام الخيام القطنية لإسكان الحجيج يعرضهم إلي المخاطر والحرائق والاختناقات نتيجة التدفق الحركي للحجاج في أوقات الهروب بالإضافة إلي أخطار الرياح والعواصف الممطرة واحتمالات السيول.

د-عوامل تكنولوجية:- حيث استخدام مواد لها خواص كيميائية تجعلها تتحمل درجات حرارة تتعدي 500 درجة مئوية وإذا تعرضت للهب لا يتصاعد منها غازات سامة مما يساعد في زيادة وقت الهروب وبالتالي تقليل حجم الحوادث التي قد تنجم عند الطوارئ.

3-2-1-4 تقييم المنشأ وتأثيره علي التشكيل المعماري:-

من خلال استعراض المثال نجد أن استخدام الخيام جعل التصميم من المرونة بحيث لا يخرج المكان عن روحه وطابعه وفي الوقت نفسه يسهل حمايتها وصيانتها طوال فترة الحج، مع إمكانية تطويع أشكالها لتلائم الطابع الإسلامي للمنطقة.

3-2-2 مجموعة أسقف مركز المؤتمرات بفندق إنتركونتيننتال بمكة المكرمة.[1]

يعتبر هذا المشروع أول المشروعات في هذا المجال بالمملكة العربية السعودية حيث تم تنفيذه عام 1974م وهو يقع في منطقة أم الجود بمكة المكرمة وقام بالتصميم كل من فراي أوتو وجوتبرود.

3-2-2-1 الخصائص البصرية:-

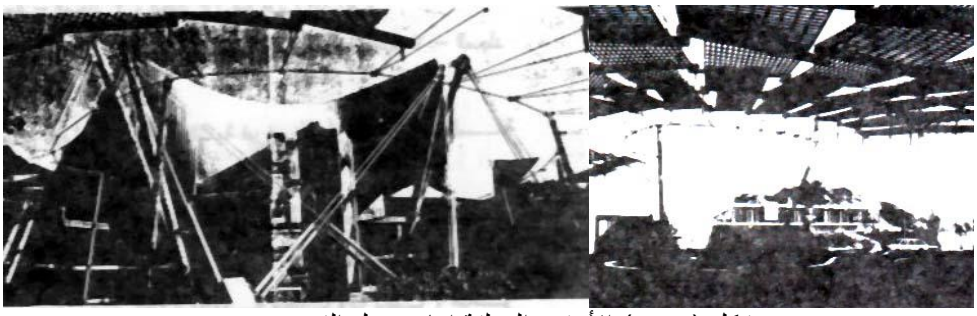
في هذا المشروع تم تغطية كل من الجامع وصالات الإجتماعات بأسقف معلقة منفصلة بشكل يعطي للمباني مظهر الخيام الضخمة، وذلك بإستعمال ألواح معدنية مع ركائز فولاذية، وقد استعملت حبال معدنية لشد هذه الألواح التي صممت علي هيئة منشآت معلقة مستقرة بتأثير الوزن الذاتي للإنشاء، كما تم تغطية الساحات الخارجية أمام المدخل خارج الفندق وقاعات الإجتماعات بمظلة خشبية متشابكة - تستعمل محليا علي نطاق واسع في المنازل- وقد استخدمت في المشروع بأشكال ونماذج متنوعة وأبعاد مختلفة لتأمين حماية هذه الفراغات من الشمس،كما تم تغطية الصالات المركزية بهيكل شبكي يتألف من كابلات حاملة إشعاعية تستقر تحت الأغطية، وقد ساهمت هذه الأسقف التي حاول المصمم أن يستوحي منها شكل الخيام التقليدية في إيجاد وحدة معمارية

[1] كلية الفنون الجميلة بالقاهرة، **القاهرة مشاكلها الجمالية و المعمارية (المؤتمر العلمي الأول - كلية الفنون الجميلة بالقاهرة 1991)**

متجانسة خاصة مع البيئة الجبلية المحيطة. والنتيجة هي محاولة جيدة في المزج بين السمات والملامح التقليدية وبين أساليب العصر المتطورة.

3-2-2-2 أسس التشكيل:-

تغطية كل من الجامع وصالات الاجتماعات بأسقف معلقة أعطي لها مظهر الخيام الضخمة، مما أوحى بتعاظم مقياس الفندق. كما تم تغطية الساحات الخارجية أمام



شكل (3-10) الأسقف المعلقة إمام مدخل الفندق
الأسقف المعلقة ومحاولة استلهام شكل الخيام للفندق-المظلة الخشبية المتشابكة أمام المدخل وقاعة الاجتماعات

المدخل خارج الفندق وقاعات الاجتماعات بمظلة خشبية متشابكة وذلك لجعل المدخل أقرب ما يكون للمقياس الإنساني.

3-2-2-3 العوامل المؤثرة على تصميم الفندق.

أ- العوامل الوظيفية:- من أهم العوامل الوظيفية التي دفعت المصمم إلي استخدام هذا النوع من التغطيات هو تقليل الوزن الذاتي للمنشأ، حيث تعتبر العناصر المستخدمة تكميلية بالنسبة للوظائف الأساسية.

ب- العوامل البيئية:- ساهمت الأسقف التي حاول المصمم أن يستوحي منها شكل الخيام التقليدية في إيجاد وحدة معمارية متجانسة خاصة مع البيئة الجبلية المحيطة.

3-2-2-4 تقييم المنشأ وتأثيره علي التشكيل المعماري:-

من خلال استعراض المثال نجد أن استخدام الأسقف المعلقة جعل التصميم من المرونة بحيث لا يخرج المكان عن روحه وطابعه. والنتيجة هي محاولة جيدة في المزج بين السمات والملامح التقليدية وبين أساليب العصر المتطورة.

3-2-3 مظلات المسجد النبوي الشريف بالمدينة المنورة.

شكل(3-11) المظلات أمام المسجد النبوي الشريف.

المسجد النبوي الشريف المظلات أمام المسجد

تعتبر توسعة المسجد النبوي الشريف أكبر توسعه عرفها المسجد، فهي تتضمن إضافة 82000 متر مربع لمساحة المسجد القديم وبما يستوعب 167000 مصلي مع الاستفادة من مسطح التوسعات للصلاة، وذلك بعد تهيئتها بتبليطها بالرخام بمساحة قدرها 67000متر مربع لتستوعب أيضا 90000 مصلي، لتصبح طاقة المشروع بعد التوسعة لأكثر من 257000 مصلي ضمن مساحة إجمالية تبلغ 165500متر مربع [1].

3-2-3-1 الخصائص البصرية:-

أ-الشكل:- تضمنت أعمال توسعة المسجد النبوي الشريف تظليل الأفنية الخارجية من المبني بواسطة مجموعة من المظلات ـ أثنتي عشر مظلة ـ أربعة في كل فراغ تصل إلي ارتفاع سقف المسجد القديم.

ب-اللون:- تم استخدام خيام بيضاء اللون لإمكانية تطويع أشكالها لتلائم الطابع الإسلامي للمنطقة.

ج-الشفافية والمسامية:- الخامات المستخدمة في صنع الخيام وفرت نفاذية للإضاءة الطبيعية طوال فترات النهار.

3-2-3-2 أسس التشكيل:-

تصمم الخيام باستخدام وحدة مربعة تتكرر في أسلوب نمطي يظهر من خلاله إيقاع يعمل على سهولة إدراك الشكل العام للخيام، ويتضح استخدام المقياس الحميم وذلك لإعطاء الإحساس بالطمأنينة والاستقرار، وكذلك إدراك المستخدم للأبعاد المحيطة به وسهولة حركته داخلها.

[1] محمود بودرش: **البناء(تطور المباني النسيجية)** .العدد 151-152. ابريل 2003

3-3-2-3 العوامل المؤثرة على استخدام المظلات.

أ-عوامل وظيفية.

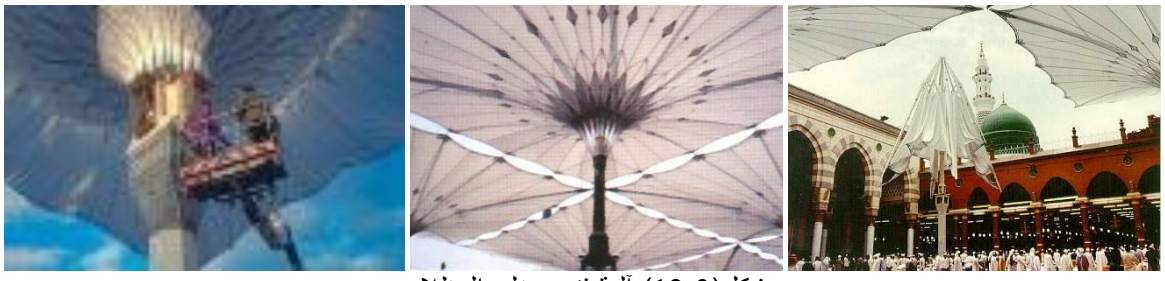
-الحاجة لتحقيق مرونة تصميمه عالية.

-تقليل الوزن الذاتي للمنشأ.

-تقليل زمن التشييد.

ب-العوامل البيئية:- الاستفادة من التهوية الطبيعية في الظروف المناخية المناسبة، ففي فصل الصيف وأثناء النهار حيث تشتد حرارة الشمس تفتح المظلات، وفي فصل الشتاء تطوي المظلات نهارا للسماح بنفاذ أشعة الشمس لتدفئة الحوائط المكسوة بالرخام حيث تحتفظ بالحرارة لتشعها ليلا حيث تنبسط المظلات لتجنب البرودة الزائدة وكذلك الحماية من مياه الأمطار.

ج-عوامل تكنولوجية:- يتم فتح المظلات وغلقها أتوماتيكيا (شكل3-12). وذلك بهدف حماية المصلين من حرارة الشمس ومياه الأمطار، وتغطي المظلات الأربع بنسيج مجمع خفيف الوزن، والعمل بجانب قيمته الجمالية التي أضفت علي هذه الفراغات رونقاً وجمالاً. يعد أحد صور التقنية العالية في استخدام الخيام بأسلوب يتفق مع أسلوب العصر.



شكل(3-12) آلية فتح وغلق المظلات

يعتبر هذا النظام الإنشائي أسلوبا علي درجة عالية من الكفاءة والإحكام حيث زودت المظلات بجهاز مراقبة لسرعة الرياح حيث تمنع عملية الفتح أو الغلق أتوماتيكيا في حالة زيادة سرعة الرياح، كما تم تزويد كل مظلة بأربع وحدات إضافية تم تركيبها بشكل متكامل مع الزخارف والكسوات أعلي رأس العمود لإضاءة الأفنية في الليل.

بالإضافة إلي وجود فتحات تهوية من قاعدة ورأس العمود متصلة بنظام تكييف الهواء الموجود في المسجد.

3-3-2-4 تقييم المنشأ وتأثيره علي التشكيل المعماري:-

من خلال استعراض المثال نجد أن استخدام المظلات جعل التصميم من المرونة بحيث أمكن تطويع أشكالها لتلائم الطابع الإسلامي للمنطقة والمحافظة علي الشكل العام

للمسجد، وفي الوقت نفسه يسهل حمايتها وصيانتها طوال فترات السنة، والمظلات تعتبر أحد صور التقنية العالية في استخدام الخيام بأسلوب يتفق مع أسلوب العصر.

علي غرار ذلك تم تنفيذ عدد ثلاث مظلات أمام ساحة مسجد الحسين بالقاهرة بهدف زيادة مساحة الصلاة خارج المسجد في أوقات الذروة، وحماية المصلين من حرارة الشمس ومياه الأمطار إضافة إلي إمكانية الاستفادة من التهوية الطبيعية في الظروف المناخية المناسبة.

شكل(3-13) شكل المظلات أمام ساحة مسجد الحسين بالقاهرة

3-2-4 صالة الحجاج مطار الملك عبد العزيز بجدة.[1]

تشغل صالة الحجاج مساحة 150هكتار تقريبا وتقع شمال صالة خطوط الطيران الأجنبية التابعة لمطار الملك عبد العزيز الدولي بجدة وتعتبر صالة الحجاج البوابة الجوية لمكة المكرمة.

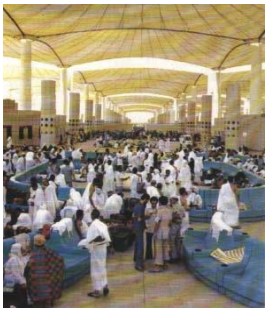
3-2-4-1 الخصائص البصرية:-

تشتمل الصالة على مبنيين متشابهين ومنفصلين بطريق مشاة منشق، وقد خصص المبنيان لخدمة عمليات الحجاج، وتبلغ مساحة كل منهما 750 × 340 متراً مربعاً، تقع على الجانبين الشرقي والغربي لصالتي الحجاج ساحات مواقف الطائرات التي يمكن لكل منها مناولة عشر طائرات بوينج 747 أمام البوابات في آن واحد، وبالإضافة إلى ذلك يمكن لكل منها احتواء 12 طائرة كبيرة الحجم و12 طائرة من الطائرات ذات الأحجام العادية، ويغطي صالة الحجاج سقف على شكل خيام تتألف من 210 خيمة

[1] جعفر الصباغ - جلال زكي: **تكييف الهواء في الخيام و المنشآت الغشائية و النسيجية** . الدار الدولية للنشر و التوزيع .1992

مصنوعة من نسيج الألياف الزجاجية المغلفة بمادة التيفلون. وتبلغ مساحة قاعدة كل خيمة 45 × 45م وترتفع بشكل شبه مخروطي إلى حلقة قطرها 5 أمتار تشد الخيمة إلى أعلى وترتفع كل خيمة 20 مترا عن الأرض عند حافتها السفلية وترتفع قمتها إلى 35 مترا، حيث تشد كل خيمة بواسطة 32 كابلا شعاعيا لشدها إلى أعمدة فولاذية تتدرج قاعدة كل منها من 2.5 م إلى 1 م عند القمة وارتفاعه 46 م.

يتكون كل مبنى من مباني صالة الحجاج من خمس وحدات لكل وحدة منها بوابتان للصعود إلى الطائرة وأربعة مناطق لتكملة إجراءات سفر الحجاج ومكاتب للخدمات المساعدة التي تشغل مبنى عال مكون من طابقين وتتم حركة الحجاج لأنه بمغادرتهم الطائرة ينتقلون إلى الطابق العلوي للمبنى لإكمال الإجراءات والجوازات وذلك قبل نزولهم للطابق الأسفل حيث تتم إجراءات فحص المتاع بقسم الجمارك ومن ثم يخرج



شكل(3-14) صالة الحجيج-مطار الملك عبد العزيز
منظور خارجي منظر داخلي لحركة الحجيج

الحجاج إلى منطقة الخدمات، وقد تم تزويد هذه المباني المخصصة لتكملة إجراءات السفر بأجهزة تكييف الهواء كما تحتوي على مرافق مكتملة لتسهيل إجراءات سفر الحجاج القادمين على الخطوط الأجنبية كما تتوفر فيها أماكن لاستلام المتاع وتكملة إجراءات الجمارك.

3-2-4-2 أسس التشكيل:-

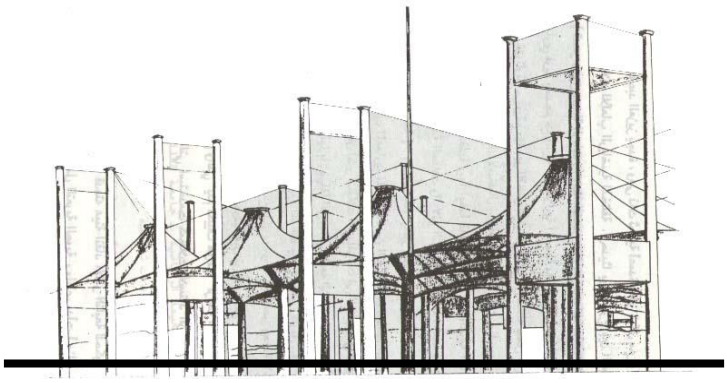
تشكل الخيام في كل مبنى في صالة الحجاج عشر وحدات تتكون كل وحدة من 21 خيمة وتشد أسقف كل وحدة إلى بعضها البعض وحول كل وحدة صفان من الأعمدة تساعد على التماسك اللازم لمحيطها، وتسمح خواص إنشاءات الكابل الفولاذي بوجود مسافات كافية بين الأعمدة مما يعطي شعورا باتساع المنطقة المساندة ويتيح مرونة تخطيط مباني عديدة في تلك المنطقة.

3-4-2-3 العوامل المؤثرة على استخدام الخيام.

أ-عوامل وظيفية.

-الحاجة لتحقيق مرونة تصميمه عالية.

-تقليل الوزن الذاتي للمنشأ.



شكل (3-15) الشكل العام للمظلات

ب-العوامل البيئية:- لقد كانت حماية الحجاج من حر الصحراء عنصرا أساسيا في تصميم سقف الصالة حيث أمكن التحكم في الطقس بواسطة استخدام 210 خيمة مصنوعة من نسيج الألياف الزجاجية المغلفة بمادة التيفلون هذا النوع من النسيج الذي عكس الحرارة ليس فقط بمثابة تصميم إنشائي للسقف وإنما أيضا يثير ذكريات خيام الصحراء المستخدمة في الماضي أثناء رحلة الحج، حيث ينقل النسيج حرارة منخفضة ويسمح بدخول الضوء الطبيعي إلى داخل المبنى نهارا ويستخدم الضوء غير المباشر المنعكس منه في الإضاءة ليلا، وارتفاع وحدات السقف والفتحات الجانبية تمكن من دوران الهواء داخل المبنى حيث تحدث عملية تبادل الهواء من خلال الفتحات العلوية في كل خيمة بالإضافة إلى ذلك يقلل ارتفاع السقف ونوع النسيج من سماع ضوضاء الحجاج وقد استخدم في عملية الإنشاء 510000 متر مربع من النسيج و180000طن من الخرسانة و 126 ميلا من الأعمدة الفولاذية و 32 ميلا من الكابلات الفولاذية فقط وتبلغ مساحة المنطقة المظللة 425250 متراً مربعاً.

4-4-2-3 تقييم المنشأ وتأثيره علي التشكيل المعماري:-

من خلال استعراض المثال نجد أن استخدام الخيام جعل التصميم من المرونة بحيث لا يخرج المكان عن روحه وطابعه، مع إمكانية تطويع أشكالها لتلائم الطابع الإسلامي للمنطقة. كذلك سهلت المواد المستخدمة تغطية مساحة كبيرة باستخدام مواد قليلة جداً إذا ما قورنت بمواد إنشائية أخري.

3-3- أمثلة المنشآت ببعض المدن الأوروبية.

تتعدد أمثلة المباني بالمدن الاوربية التي يستخدم فيها الانشاءات الخفيفة، حيث يستعمل هذا النوع من الانشاءات بكامل كفاءته، فتسلك هذه المنشاءات في أشكالها نفس سلوكها الانشائي مما يعطي مرونة عالية في التشكيل، كذلك الاستفادة من تغطية البحور الكبيرة بسهولة ويسر.

3-3-1 جناح جمهورية ألمانيا (معرض مونتريال الدولي) كندا 1967م.(1)

ضم معرض مونتريال الدولي بكندا العديد من أجنحة العرض للدول المختلفة، ويعتبر جناح ألمانيا الاتحادية محاولة لإيجاد بيئة طبيعية من صنع الإنسان. والمشروع من أعمال فراي أوتو ورولف كوتبرود.

شكل(3-16) معرض مونتريال الدولى.

3-3-1-1 الخصائص البصرية:-

أ-الشكل:- المبني علي شكل مجموعة من الخيام تغطى مساحة 8000 م^2 كانت تحتاج لحوالي مائة عمود إذا اتبعت الطرق المعتادة في التغطية ولا يكون الغلاف شكلا هندسيا منتظما حيث تبدو القوائم الرأسية الثمانية الحاملة للخيمة منثورة مع أنها تتبع نظاما هندسيا.

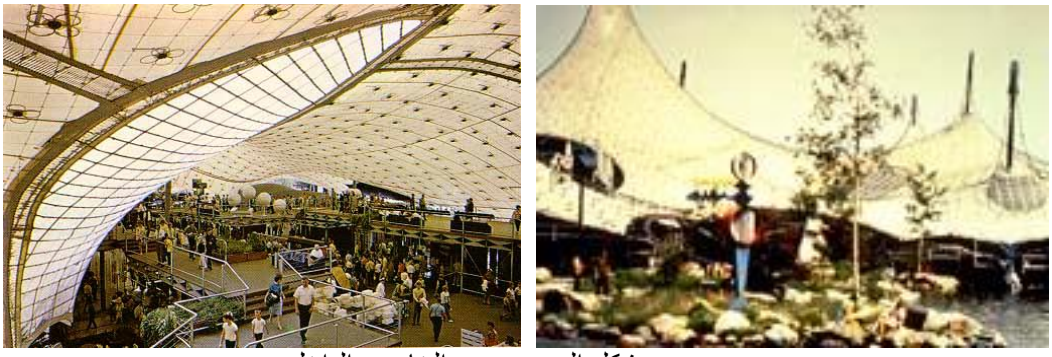
ب-الشفافية والمسامية:- الخامات المستخدمة في صنع الخيام وفرت نفاذية للإضاءة الطبيعية طوال فترات النهار، وحل محل الغشاء المنفذ للضوء فقط غشاء شفاف له شكل

(1) مجلة عالم البناء ، العدد 211 مجلة عالم البناء، ص 32 إلي ص 34. 1996

العين يسمح بدخول ضوء النهار. وفي الليل كان الجناح يبرز مضيئا وسط الخلفية المعتمة.

3-3-1-2 أسس التشكيل:-

صممت الخيام علي مستويات متحركة ميكانيكيا توفر الحرية في خط السير مما يعطى إحساسا بالإيقاع حيث يصعد الزائر إلي مستوين، كما يمكن الصعود إلي ممشى حديدي علي مستوي أعلي أو النزول إلي قاعة العرض والمطعم في البدروم أو العبور إلي جزيرة صغيرة. كما نتج عن ذلك الوصول إلي تغيير الارتفاعات حول بركة المياه، وتغير المناظر باستمرار بالنسبة للشخص السائر فوق المستويات المختلفة، حيث ينساب الفراغ الداخلي دون أي عائق، والمبنى ذو مقياس تعاظمي يظهر من الخارج بوضوح مما أدى إلى وجود طابع الأسواق الذي كان مطلوبا في المعارض.



شكل (3-17) شكل المعرض من الخارج والداخل

3-3-1-3 العوامل المؤثرة على استخدام الخيام.

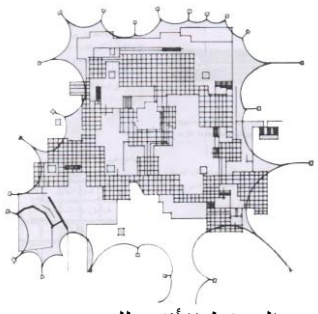
أ-عوامل وظيفية:-

-الحاجة لتحقيق مرونة تصميمه عالية.
-تقليل الوزن الذاتي للمنشأ.
-تقليل زمن التشييد.
-العمر المؤقت لاستخدام المنشأ.
-العوامل البيئية للمنطقة 0

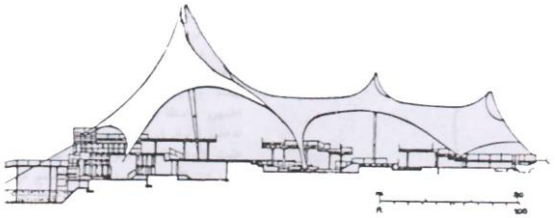
ب-عوامل تأمينية :- تم تغطية الخيام بغشاء بلاستيك مما يعطى مقاومة مرنة لتأثير الزلازل.
ج-عوامل اقتصادية:- حيث المرونة الوظيفية للمنشأ وقابلية التنقل والتحول، وكذلك قابلية سبق التصنيع لبعض عناصر المنشأ مما قلل زمن الإنشاء.
د-عوامل تكنولوجية:- حيث الكفاءة الإنشائية العالية في تغطية البحور الكبيرة.

3-3-1-4 تقييم المنشأ وتأثيره علي التشكيل المعماري:

من خلال استعراض المثال نجد أن استخدام الخيام كان بمثابة محاولة لإيجاد بيئة طبيعية من صنع الإنسان، فنجد أن تعدد المستويات داخل المعرض جعلته أقرب ما يكون للمقياس الإنساني، كذلك استخدام الغطاء الشفاف للمعرض حقق الاتصال بين الداخل والخارج مما أدي إلي وجود طابع الأسواق الذي كان مطلوبا في المعارض.



المسقط الأفقي للمعرض



قطاع رأسي للمعرض

شكل (3-18) المسقط الافقي والقطاع للمعرض

شكل(3-19) الكابلات الحاملة للخيام

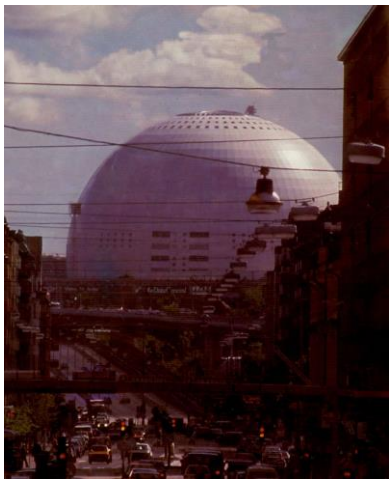
3-3-2 صالة ألعاب كروية (السويد).[1]

تقع بمدينة استوكهولم (العاصمة السويدية) وتقرر إنشاؤها عام 1984 علي مساحة تبلغ حوالي 200000م^2، وقام بتصميمها المعماري برجز أركيتكتكونتور في موقع مجهز بكامل المرافق، وتضم الصالة ملعبا رياضيا ومطعم ومجموعة من السلالم وقاعة للتدريبات ومدرج مسقوف من الجهة الغربية وجراج سفلي، بالإضافة إلى عدد من المباني التجارية.

3-3-2-1 الخصائص البصرية:-

أ-الشكل:- الصالة عبارة عن قبة كروية قطرها 110م وبارتفاع 85 م، ترتكز على 48عمود لتحاكي في شكلها الكرة الأرضية، وقد قدمت عشر شركات عروضها لصنع و تركيب الهيكل النصفي الأعلى، مع ما يلزمه من مواد خاصة لتغليفه. فجاءت العروض تحمل بدائل مختلفة و بعد التدقيق فيها وقع الاختيار على العرض الذي يقول باستعمال هيكل من الأنابيب الفولاذية المجلفنة، مع غلاف من صفائح الألومنيوم العازلة المزودة بفواصل سميكة، يزن المتر المربع منها مع هيكلها حوالي 33 كجم فقط. وتكلفت الشركة بصنع ونقل كامل أجزاء الهيكل وغلافه إلى الموقع، و تثبيتها في أماكنها المحددة.

ب-اللون:- غلاف الكرة من صفائح الألومنيوم والتي تتميز بلونها الفضي مما أعطى تفرد لهذه الصالة وسط مجموعات المباني.



شكل (3-20) شكل عام للصالة.

[1] عبد الحميد عبد العزيز مشالي: **مجلة المهندسين (أضخم وأجمل مشروع من نوعه في العالم - مدينة رياضية متكاملة).** العدد 566 ص 36 إلى 39نقابة المهندسين. مايو-2003

3-3-2-2 أسس التشكيل:-

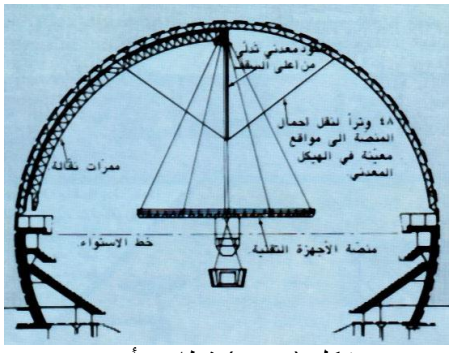
تتميز الصالة بأن لها شكلا كرويا متفردا تحاكى به الكرة الأرضية، كما أنها تتمتع بحجم جعل لها مقياس تعاظمي.

3-3-2-3 العوامل المؤثرة على تصميم الصالة.

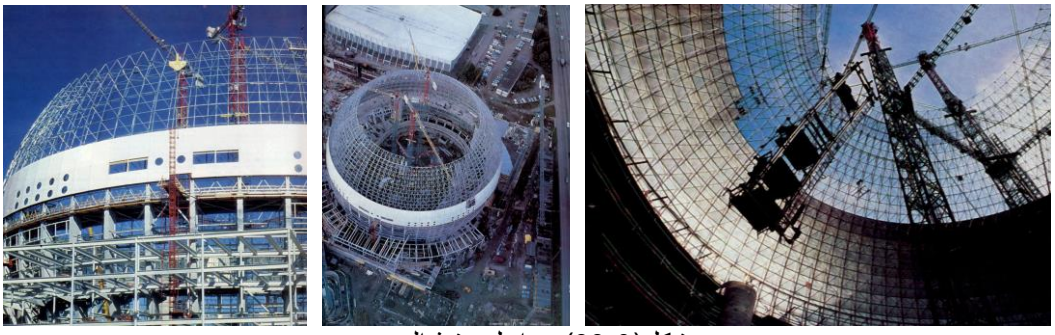
أ-العوامل البيئية:- جاء هذا النظام من الصفائح المغلفة لتأمين عزل الحرارة والبرودة والضوضاء عن داخل الكرة.

ب-عوامل اقتصادية:- حيث يسهل صيانتها0

ج-عوامل تكنولوجية:-اتخذت المقاعد المدرجة بأدوارها الثلاثة شكلا بيضاويا يكون أعلاها خط الاستواء الوهمي (أي الحد الفاصل بين الهيكل الفولاذي الإنشائي الرئيسي بأعمدته الثمانية والأربعين وبين الهيكل المعدني الخفيف الذي يغطي الصالة). وقد تدلت من أعلى هذا السقف وعلى ارتفاع 33م من أرضية الصالة منصة كبيرة طولها70م وعرضها 45م لتحمل ما يلزم من لوحات إلكترونية لتسجيل الأهداف ومعدات لتنظيم الصوت والإضاءة وضبطهما. وكان معظم تلك المعدات يتحتم تثبيته علي أطراف المنصة مما يؤدي إلى اضطراب في توازنها فاضطر المصمم إلى إيجاد نظام إنشائي ينقل هذه الأوزان إلى السقف بمعزل عن الهيكل النصفي الأعلى وبطريقة غير مباشرة، فأسقط من وسط السقف عمودا معدنيا شد أسفله إلى أعلى بواسطة 48 وترا تقاطعت مع الأوتار التي تحمل المنصة فنقلت أوزانها إلى 48 مفصلا من مفاصل الهيكل الخارجي.



شكل (3-21) قطاع رأسي


شكل(3-22) مراحل تنفيذ المبني

3-3-2-4 تقييم المنشأ وتأثيره علي التشكيل المعماري:-

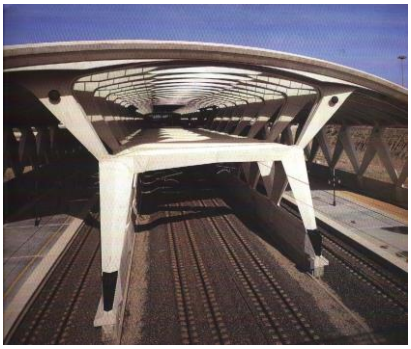
من خلال استعراض المثال نجد أن استخدام الهيكل المعدني الخفيف والذي يغطي الصالة جعل منها قبة كروية تحاكي الكرة الأرضية، مما سهل تغطية هذه المساحة الكبيرة لاستيعاب العديد من الأنشطة والخدمات بشكل متفرد ذو مقياس تعاظمي يناسب استعمال الصالة الرياضية ويعطي لها أهمية كبيرة.

3-3-3 محطة قطار في مدينة ليون (فرنسا).[1]

تم إنشاء محطة قطار ساتولاس في مدينة ليون الفرنسية، واستغرق إنشاؤها الفترة من عام 1989الي عام 1994، وهذه المحطة تعتبر الأولي من نوعها في أوروبا حيث تتميز بموقعها بين المطار من جهة و الخط السريع من جهة أخري.
تعتبر مدينة ليون حلقة وصل بين أوروبا وفرنسا، وكذلك بين شمال وجنوب فرنسا، وفي نهاية عام 1960 تم إنشاء مطار لدعم هذا الغرض، ولكن مع زيادة عدد المسافرين سواء عن طريق البر أو عن طريق الجو تتضح الحاجة الماسة لإنشاء محطة قطار.

3-3-3-1 الخصائص البصرية:-

أ-الشكل:- أثر الموقع علي خيال المهندس المعماري سانتياجو كالاترافا في تصميم هذا المشروع، فقد تأثر المهندس بالمطار المجاور للمبني وكذلك الخط البري السريع. والشكل العام للمشروع عبارة عن طائر ذو أجنحة في حالة تأهب للطيران، والجزء السفلي لهذا الطائر عبارة عن خطوط مستقيمة وهي سكة الحديد، وتنقسم المحطة إلي جزئين رئيسيين وهما الطائر والصندوق الرئيسي، والجزء المسمي الصندوق الرئيسي يتكون من أربعة جدران متوازنة بإتجاه الشمال والجنوب، وكل جدار مكون من أعمدة

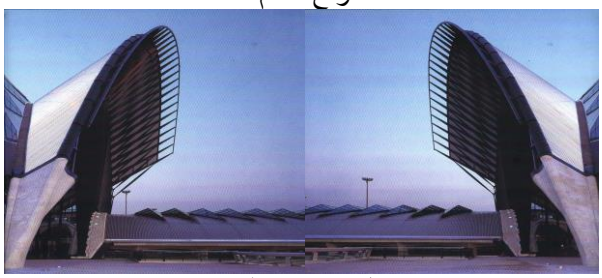


شكل(3-23) محطة قطار ساتولاس - ليون
منظور عام للمبنى شكل يوضح الممرات الرئيسية للقطارات

[1] Philip jodidio: **santiago calatrava**. taschen, 1998.

خرسانية علي شكل حرف (V) مقلوب، وهي مضلعة الشكل لكي تحد من إزعاج القطارات التي تعبر بجانبها، وهذه الجدران هي التي تكون الثلاث ممرات الرئيسية للقطارات، حيث الممر المتوسط للممرين الجانبين مخصص لمرور القطارات التي لا تتوقف بمحطة ساتولاس وتسير هذه القطارات بسرعة مائتين وستين كيلو متر في الساعة ويبلغ طول القطار منها خمسمائة متر، مكون من ستة عشرعربة.
أما الممرين الآخرين علي الجوانب منها مخصصين للقطارات التي تتوقف بالمحطة، ومجهزة بالخدمات اللازمة لاستقبال المسافرين وترحيل المغادرين، ويوجد بهما المصاعد الكهربائية التي من خلالها يتنقل المسافرين من وإلي الطابق العلوي، الذي يغطي المنطقة الخاصة بمرور القطارات التي لا تتوقف، وهذا الطابق عبارة عن قلب هذه المحطة النابض الذي يشمل جميع خدمات المسافرين، كما يوجد بداخل هذا الطابق المخارج الرئيسية المؤدية إلي المطار، وإلي محطة الحافلات وكذلك محطة سيارات الأجرة، بالإضافة إلي أماكن مخصصة لإستراحة وانتظار المسافرين. أما الطابق العلوي رغم مظهره الخارجي المهيمن علي شكل المحطة، فهو يخضع لأشكال هندسية مبسطة تعطي مرتادين هذه المحطة الطمأنينة وتبعث في نفوسهم الراحة وتجعل المسافر مرتبط باستمرار مع الخارج من خلال شفافية الحوائط الجانبية للمحطة.

الموقع العام


مدخل ومخرج المحطة
شكل (3-24) الموقع العام للمحطة.

فهذا الجزء مبني علي جسور حديدية مثبتة علي جسرين من الخرسانة المسلحة التي تغطي المحطة من الشرق إلي الغرب وتتخلل هذه الجسور الحديدية مساحات كبيرة من الزجاج بأشكال سداسية تجعل داخل المحطة ينعم بأشعة الشمس والإضاءة الطبيعية علي مدي النهار، وعلي جوانب هذا الشكل شمالا وجنوبا توجد أجنحة الطائر التي بنيت كذلك من الجسور الحديدية وتتخللها المساحات الزجاجية التي من خلالها تنفذ أشعة الشمس لتكون داخل المحطة أشكال جمالية من الظل والنور وتحمي هذه الأجنحة واجهات الطابق العلوي والرئيسي للمحطة من أشعة الشمس المباشرة والعواصف الهوائية والممطرة،

وتعطي هذه الأجنحة الشكل المهيمن علي أجزاء المحطة الأخرى، وتحدد المداخل والمخارج الرئيسية للمحطة.

منقار الطائر يوجد في الجهة الشرقية، وهو عبارة عن المدخل الرئيسي للمحطة، وفي مؤخرة الطائر من الجهة الغربية يوجد المخرج المؤدي إلي المطار، ويشمل هذا الجزء علي جميع الخدمات الغير مباشرة الاتصال بالمسافرين.

ب-الشفافية والمسامية:- تتخلل الجسور الحديدية مساحات كبيرة من الزجاج بأشكال سداسية تجعل داخل المحطة ينعم بأشعة الشمس والإضاءة الطبيعية علي مدي النهار، وعلي جوانب هذا الشكل شمالا وجنوبا توجد أجنحة الطائر التي بنيت كذلك من الجسور الحديدية وتتخللها المساحات الزجاجية التي من خلالها تنفذ أشعة الشمس لتكون داخل المحطة أشكال جمالية من الظل والنور.

3-3-3-2 أسس التشكيل:-

يخضع مبني المحطة لأشكال هندسية مبسطة. تعطي مرتادين هذه المحطة الطمأنينة وتبعث في نفوسهم الراحة، وتجعل المسافر مرتبط باستمرار مع الخارج.

3-3-3-3 العوامل المؤثرة على تصميم المحطة.

أ-العوامل الوظيفية:- حيث الحاجة لتحقيق مرونة تصميمه عالية.

ب-العوامل البيئية:- نظراً لموقع المحطة المفتوح علي الفضاء الخارجي فقد استخدم عنصر الزجاج بصورة كبيرة وذلك للاستفادة من المناخ العام المحيط، كذلك استخدام التغطية العامة والتي تتمثل في شكل الطائر وفرت كميات من الظل والنور الطبيعي طوال فترات اليوم.

3-3-3-4 تقييم المنشأ وتأثيره علي التشكيل المعماري:-

من خلال استعراض المثال نجد أن استخدام عنصر الزجاج بكثرة عمل على وجود اتصال بين خارج وداخل المحطة، مما أعطي مرتادين هذه المحطة الطمأنينة وبعث في نفوسهم الراحة من خلال شفافية المحطة، وتجعل المسافر مرتبط باستمرار مع الخارج.

3-3-4 جسر مشاة كامبو فولانتين بيلباو- إسبانيا.

يقع جسر مشاة كامبو فولانتين بمدينة بيلباو بإسبانيا، وهو من تصميم المعماري سانتياجو كالاترافا وهو بمثابة ممشى قصير على طول النّهر من متحف جوجينهيم بيلباو والذي صممه فرنك جيري، وقد تم افتتاح هذا الجسر عام 1997.

3-3-4-1 الخصائص البصرية:-

أ-الشكل:- الجسر عبارة عن نظام إنشاء فولاذي مكون من قطع مكافئ مائل على شكل قوس مكسو بالزجاج.

شكل(3-25) جسر مشاة كامبو فولانتين بمدينة بيلباو بأسبانيا.

ب-الشفافية والمسامية:- يتمتع جسر المشاة بالشفافية حيث أن الزجاج الذي يكسو جوانبه يعمل علي اتصال الجسر بما يحيطه.

3-3-4-2 أسس التشكيل:-

يتميز هذا الجسر بتفرد في شكله حيث أنه يعطي إحساساً بالحركة، والتي تعطي شعوراً بخفة التركيب.

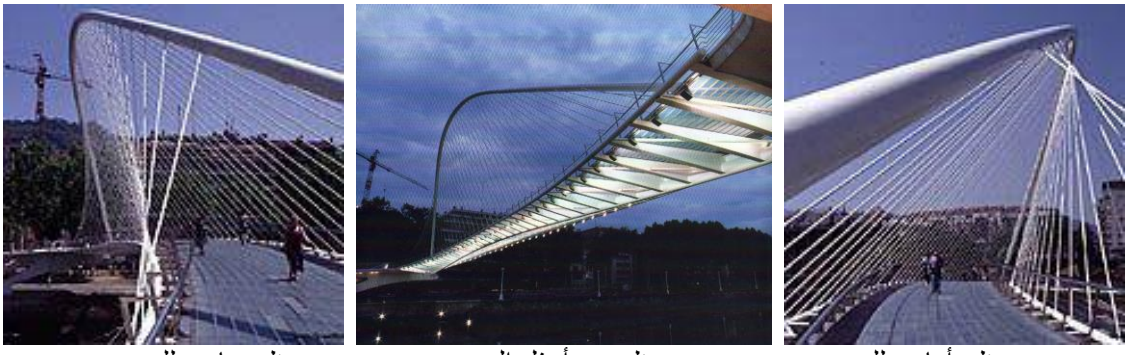
3-3-4-3 العوامل المؤثرة على استخدام الخيام.

أ-عوامل وظيفية:-

-الحاجة لتحقيق مرونة تصميمه عالية.

-تقليل الوزن الذاتي للمنشأ.

ب-عوامل تكنولوجية:- استخدام نظام إنشاءٍ فولاذيٍ مكون من قطع مكافئ مائل على شكل قوس مكسو بالزجاج يعد مخالفة للأساليب التي كانت تستخدم من قبل لإنشاء الجسور.



منظر أمامي للجسر منظر من أسفل الجسر منظر جانبي للجسر

شكل(3-26) لقطات توضيحية لجسر المشاة

3-3-4-4 تقييم المنشأ وتأثيره علي التشكيل المعماري:-

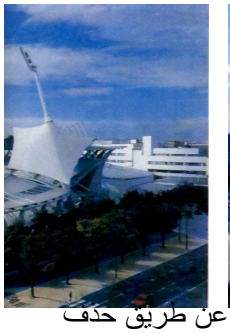
من خلال استعراض المثال نجد أن استخدام نظام إنشائي يعتمد علي الحديد والزجاج جعل التصميم من المرونة بحيث أعطي بساطة في الشكل العام للجسر وسهل اندماجه مع البيئة المحيطة، وفي نفس الوقت ظهر الجسر بصورة متميزة عن ما حوله.

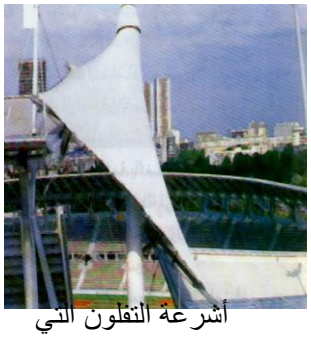
3-3-5 إستاد رياضي (باريس).[1]

أقيم هذا المشروع ليحل محل المجمع الرياضي التابع لنادي جامعة باريس والذي يرجع تاريخه إلي عام 1938 وكان يضم إستادا يسع 1000 مشاهد بالإضافة إلي الخدمات الملحقة به والتي أصبحت الآن لا تفي باحتياجات الوقت الحاضر، ويشكل نادي جامعة باريس جزءا من حرم المدينة الجامعية والذي كان واحدا من قلاع باريس العديدة التي يرجع تاريخها إلى أربعينات القرن الماضي والتي كان قد تقرر تطويرها في بدايات القرن الحالي ضمن مخطط تطوير بعض قطاعات باريس القديمة طبقا لأسس المدينة الحدائقية.
تبلغ مساحة الموقع 8.5 هكتار وهو علي هيئة شبه منحرف ويفصله عن مدينة باريس الطريق الدائري، وينحصر الموقع بين الشارع العريض وطريق فرعي تحدهما الأشجار علي جانبيهما ويمكن رؤية الموقع من" جناح الطالب البرازيلي" الذي صممه لوكوربوزيية ولوتشيو داكستا في الخمسينيات.

[1] **مجلة عالم البناء** ، العدد 194،مجلة عالم البناء، 1990، ص 12 إلي ص 34

الاستاد مفتوح علي الطريق الدائري عن طريق حذف مجموعة من المدرجات


الوحدات الخيامية تعلوها وحدات إضاءة


أشرعة التفلون التي تغطي المدرجات

شكل(3-27) الشكل العام لاستاد باريس

نظرا لعدم قدرة النادي علي تطوير وإعادة بناء المشروع فقد تدخلت مدينة باريس عام 1998 وقامت بطرح مسابقة تصميم للمشروع علي أن يتضمن الاستاد الرياضي بكامل تجهيزاته ويتسع لعشرين ألف متفرج ومكاتب للجنة الأوليمبية الفرنسية ومقر للنادي، بالإضافة إلي صالة ألعاب مغطاة تسع 1400 متفرج ومضمار تدريبات رياضية مفتوح ومضمار جري وملاعب تنس علي أن يشمل المجمع أيضاً علي مساحات لانتظار نحو 1500 سيارة تحت الأرض.

هذا بالإضافة إلي وحدات سكنية علي مساحة 25000 متر مسطح ولكن هذا العنصر الأخير تم حذفه لاحقا واستبدل بحديقة عامة.

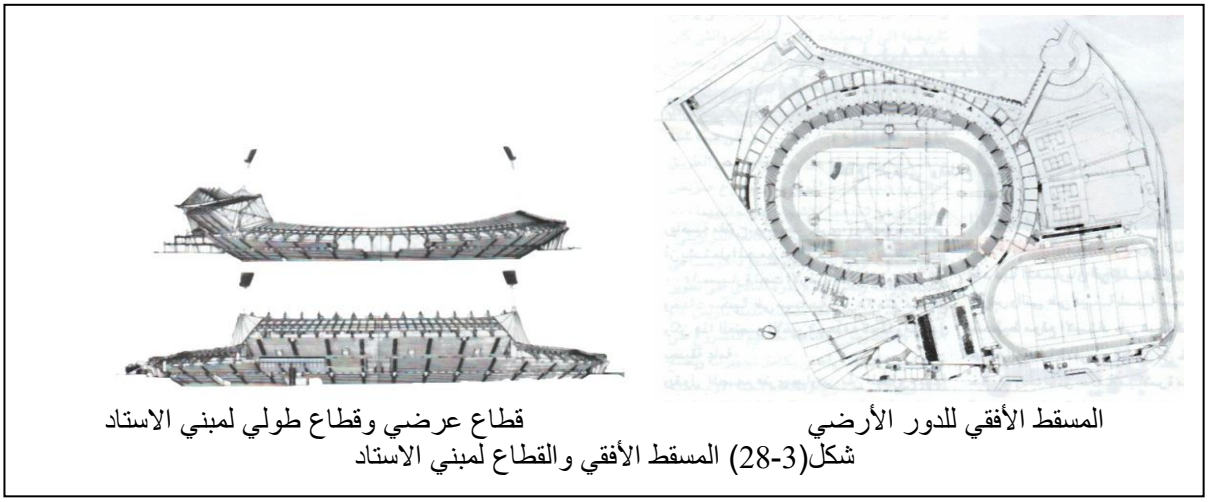
يقول المصمم هنري جاودين بأن المشروع بهذا البرنامج الشامل لن يكون مجرد إستاد رياضي ولكن هو مشروع كتله حضرية كاملة، يتكامل فيها الإستاد مع ما يحيط به من عناصر.

3-3-5-1 الخصائص البصرية:-

لجأ المعماريان إلي استغلال شكل قطعة الأرض وذلك بتخطيط موقع الإستاد علي هيئة قطع ناقص نهايته الشمالية تلتقي مع الطريق من خلال تماس خفيف وذلك لخلق علاقة مباشرة مع النسيج الحضري لمدينة باريس مع تحقيق عنصر الاستمرارية مع الجزء الشمالي من المدينة الجامعية. يربط بين الإستاد وصالات الألعاب المتعددة مبني مكاتب علي طول الطريق الفرعي وهو علي هيئة سفينة محيطها الخارجي من الزجاج يحدد مدخل الجمهور الرئيسي إلي الإستاد عند التقاء الشارع العريض بالطريق الفرعي.

ينحصر الفناء الأمامي للإستاد بين القطع الناقص وبين مبني المكاتب متخذا هيئة "قمع" ويمكن الوصول إليه مباشرة من الرصيف ويؤكد ذلك الفراغ الهائل مجموعة من السلالم المؤدية إلي الإستاد والتي تلتف حول دعامات مقصورة المشاهدين المسقوفة.

أما المقصورة نفسها فمغطاة بمظلة حديدية منحنية تستند علي دعامات طائرة من الخرسانة المسلحة بالإضافة إلي مجموعة من الأشرعة المكونة من التفلون معلقة في أعمدة الإنارة علي الجانبين الشمالي والجنوبي.



المسقط الأفقي للدور الأرضي قطاع عرضي وقطاع طولي لمبني الاستاد

شكل(3-28) المسقط الأفقي والقطاع لمبني الاستاد

يوجد بالإستاد مجموعتين من المدرجات تحدد الشكل البيضاوي له، ولتوفير صفوف مقاعد إضافية في ضلعي القطع الناقص الطوليين فقد تراجعت المجموعة العليا من المدرجات إلي أعلي وإلي الخارج وتظلها من جهة الغرب المقصورة المغطاة.
يزود النظام الإنشائي للإستاد بمجموعة مترابطة من دعامات خرسانية تلتف حول محيط الإستاد وتحمل فوقها مظلة معدنية متموجة وطائرة تتزن بواسطة ناتج الفرق بين مجموعة من قوي الضغط والشد.

3-3-5-2 أسس التشكيل:-

تتقارب وتتباعد المظلة من الصف العلوي من المقاعد بسبب تموجها مما يؤدي إلي ظهور خط السماء بشكل متناوب من منطقة إلي أخري وفي الضلعين الصغيرين علي طرفي القطع الناقص قام المعماريان جاودين بحذف أربع باكيات بالكامل من مجموعة المدرجات العلوية وذلك لخلق اتصال بصري مباشر بين الإستاد و المدينة، وهنا يصبح الهيكل الرأسي بمثابة رواق يفتح من نهايته الشمالية مباشرة علي رصيف الشارع الرئيسي ويصفه المعماري المصمم برونو جاودين بأنه رواق أعمدة يؤدي إلي المدينة علي المنسوب الأرضي وهو بمثابة صف من الأعمدة يتقدم الإستاد ويحدده بوضوح.
ويتميز التصميم بالتلاعب بين الفراغات المفتوحة والمغلقة. وهي السمة الأساسية المميزة لأعمال المعماريين جاودين، وفي هذا المشروع نجدهما اجتهدا في خلق مبني يثري عملية مشاهدة الألعاب الرياضية وفي نفس الوقت يجمل المدينة ويزينها.

3-3-5-3 العوامل المؤثرة على تصميم الاستاد.

أ-العوامل الوظيفية:- حيث الحاجة لتحقيق مرونة تصميمه عالية.

ب-العوامل البيئية:- توفر المظلة التي تغطى المقصورة والتي تستند علي دعامات طائرة من الخرسانة المسلحة بالإضافة إلي مجموعة الأشرعة من التفلون المعلقة في أعمدة الإنارة علي الجانبين الشمالي والجنوبي حماية مناخية لمرتادي المقصورة أيضاً تعطي تنوعاً في ظهور خط السماء مما يثري عملية المشاهدة.

3-3-5-4 تقييم المنشأ وتأثيره علي التشكيل المعماري:-

من خلال استعراض المثال نجد أن المشروع بهذا البرنامج الشامل ليس مجرد إستاد رياضي بل يعتبر مشروع كتله حضرية كاملة، يتكامل فيها الإستاد مع ما يحيط به من عناصر. والمشروع يخلق مبني يثري عملية مشاهدة الألعاب الرياضية وفي نفس الوقت يجمل المدينة ويزينها.

3-3-6 قبة الذكرى الألفية- لندن- إنجلترا- المملكة المتحدة.

تعتبر هذه القبة من اكبر صالات العرض في القرن الحادي والعشرين، وتم افتتاحها في بداية عام 2000 وكان هذا الافتتاح بمثابة احتفال بالألفية الجديدة، وهي من تصميم المعماري ريتشارد روجرز، وتم إنشاؤها على محيط واحد كيلومترلتغطّي مساحة 80000 مترمربع، ويمر خط جرينيتش عبر موقع الإنشاء.

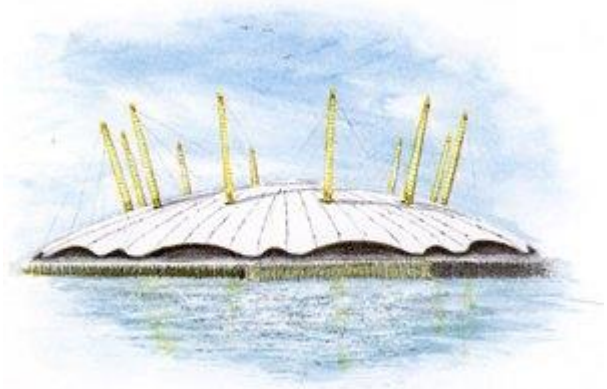
الموقع العام للقبة

منظور عام خارجي

شكل(3-29) قبة الذكري الألفية.

3-3-6-1 الخصائص البصرية:-

أ-الشكل:- تغلف القبة بشبكة من الكابلات التي تتوزع بشكل قطري على محيطها



شكل(3-30) قبة الذكرى الألفية.

بأزواج من الكابلات بحرها 25 متر وتثبت بشكل منتظم في قمة الصاري وذلك للعمل علي اتزان واستقرار القبة، حيث يدعم سقف القبةَُ ب43 ميلِ من الكابلات والتي تغلف ب10000 متر مربع من النّسيجِ الشفاف، ويبلغ ارتفاع السقف عند المركز 50 متر، ويعتبر حجمها ضعف حجم قبة أتلانتا جورجيا، وإذا تصورنا أننا وضعنا تلك القبة أسفل شلالات نياجرا فإنها تأخذ حوالي عشرة دقائق لكي تملئ بالمياه، وبلغة الحجمِ فإنها يمكن أن تحوي نفس قدرالمياه الذي يساوى حجم المياه ل 1100 مسبحِ أوليمبيِ.
ب- اللون:- تتمتع القبة بغطاء نسيجي شفاف جعل منها كتلة مضيئة تجذب الأنظار.

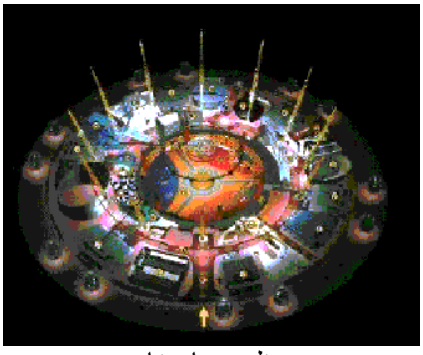
3-3-6-2 أسس التشكيل:-

تتمع الصالة بشكل متفرد وذلك لاستخدام قبة كبيرة الحجم ميزتها وجعلتها ذات سيطرة، حيث تتمتع بمقياس تعاظمي.

3-3-6-3 العوامل المؤثرة على إنشاء القبة.

أ- العوامل الوظيفية:-
-الحاجة لتحقيق مرونة تصميمه عالية.
-تقليل الوزن الذاتي للمنشأ.
-تقليل زمن التشييد.
ب-العوامل التكنولوجية:- استخدام نظام إنشائي يعتمد علي الكابلات والنسيج المقوي أعطي سهولة في التصميم وسمح بإمكانية تواجد فراغ كبير يحوي العديد من الأنشطة.

منظور داخلي يوضح العناصر الإنشائية وعلاقتها بالسقف



منظور عام خارجي

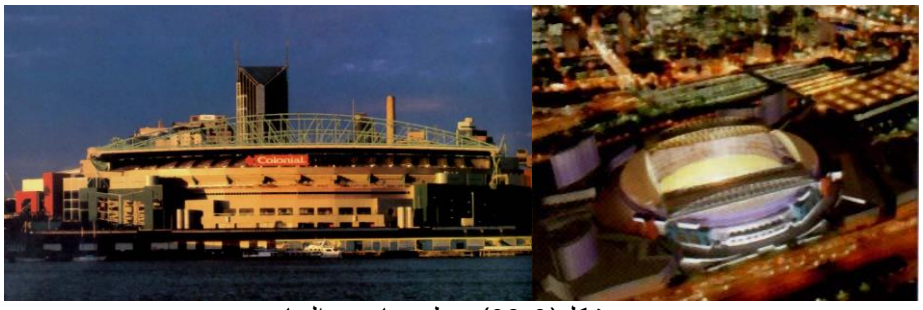
شكل(3-31) قبة الذكري الألفية.

3-3-6-4 تقييم المنشأ وتأثيره علي التشكيل المعماري:-

من خلال استعراض المثال نجد أن استخدام الكابلات والنسيج المقوي جعل التصميم من المرونة بحيث أخرج تصميماً متميزاً توافق مع الغرض من إنشائه في بداية الألفية الجديدة، كتعبير عن التقدم والتكنولوجيا المستخدمة.

3-3-7 إستاد كولونيال (أستراليا).[1]

يعتبر إستاد كولونيال من العلامات المميزة لمدينة ميلبورن بأستراليا. فأي إستاد يحتاج إلي عدة خصائص من المفترض تواجدها فيه مثل المرونة، تعددية الوظائف، الذكاء، التكنولوجيا العالية، ونجد أن معظم الإستادات الجديدة تمتلك بعض من تلك الخصائص، لكن إستاد كولونيال نجده يجمع بين كل تلك الخصائص، تم افتتاحه في مارس 2000 وهو يحتوي علي 53000 مقعد.



شكل(3-32) منظر عام من الخارج

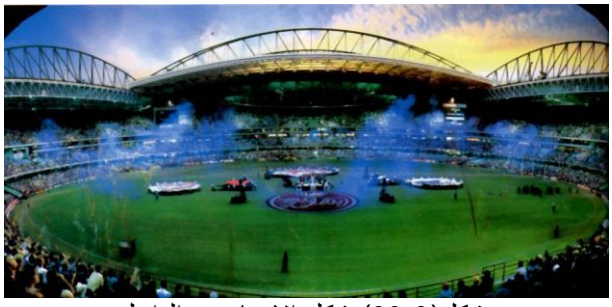
[1] وليد عليوة: **مجلة تصميم** .ديسمبر 2002ص18- 19

3-3-7-1 الخصائص البصرية:-

يمتلك الإستاد أول سطح متحرك، بالإضافة أيضا إلي خاصية الصفوف المتحركة وتلك الخاصية تعطي التعددية في الوظائف وتعطي أيضا مرونة عالية، بالإضافة إلي احتوائه علي مقاعد مزودة بشاشة فيديو تعرض 8 قنوات وتعرض المباريات بالإضافة إلي الأفلام والأخبار، تم إنشاء أسفله أماكن لانتظار السيارات وهي تعتبر متصلة مباشرة بكل خدمات الإستاد عن طريق المصاعد والسلالم. ويعتبر ذلك الإستاد متعدد الوظائف فهو يحوي داخله مناطق ترفيهية عديدة مثل المطاعم، أماكن للمشروبات، نوادي، محطة راديو، وأماكن لمشاهدة التليفزيون.

3-3-7-2 أسس التشكيل:-

يتميز الاستاد بالمرونة العالية فهو متعدد الوظائف حيث يحوي داخله عدد من الأنشطة والممارسات المختلفة، وفي نفس الوقت يتميز بالتفرد في شكل التغطية العامة للمبني.



شكل(3-33) شكل الاستاد من الداخل

3-3-7-3 العوامل المؤثرة على تصميم الاستاد:-

أ- العوامل الوظيفية:- حيث الحاجة لتحقيق مرونة تصميمه عالية.

ب-عوامل تكنولوجية:- تتضح التكنولوجيا العالية لذلك الإستاد في التغطية التي جعلته يمتلك أول سطح متحرك، بالإضافة أيضا إلي خاصية الصفوف المتحركة.

3-3-7-4 تقييم المنشأ وتأثيره علي التشكيل المعماري:-

يعتبر إستاد كولونيال الرياضي ذات تكنولوجيا وفكر معماري وعلامة من علامات الإستادات في القرن21. فهو بمثابة استاد دولي يجسد مدي حب الشعب الأسترالي وتقديسه واحترامه للرياضة والترفيه.

نتائج الدراسة:-

تعتبر المباني مرآة حضارة الدول وانعكاس لمدى ما وصلت إليه من تقدم وتكنولوجيا حديثة، لهذا كان التسابق بين الدول المتقدمة في إقامة المباني بالأشكال والأحجام الكبيرة مع التطوير المستمر للطرق الحديثة التي تتناسب مع تكنولوجيا القرن الحالي، ويكون ذلك عن طريق تطوير طرق ووسائل إنتاج المباني وكذلك تطوير المواد المستخدمة في صناعة البناء.
وبعد دراسة وتحليل بعض الأمثلة التي استخدم فيها الإنشاء الخفيف في الدول محل الدراسة، توصل البحث إلي بعض النتائج والتي يمكن تناولها علي النحو التالي:-

- إمكانية تحقيق أعلي مستوي من الجودة في الأداء من خلال المعايير التصميمية المتعارف عليها في المستوي المطلوب في إطار اقتصادي مقبول.
- توفير مستوي جيد من الإضاءة وتهوية وتوفير مسطحات مناسبة كذلك توفير رؤية مناسبة واستغلال طبيعة وتفرد الموقع.
- تحقيق المرونة الداخلية وسهولة الحركة والاتصال وإمكانية تقسيم الفراغ المعماري الي وحدات فراغية أصغر.
- تتيح الإنشاءات الخفيفة للمصمم الخروج بتشكيلات معمارية وتفاعلات تعبيرية في العديد من المشاريع.
- تفرد الطابع المعماري والحفاظ علي الهوية والمفاهيم الجمالية من خلال بساطة التشكيل العام للكتل أو الفراغات الداخلية.
- إثارة الوجدان والفكر من خلال تشكيل معماري غير نمطي.
- بساطة نظام الإنشاء ووضوحه وسهولة وسرعة التنفيذ.

كذلك يعتمد استخدام هذه النوعية من الإنشاءات على خصائصها حيث تعتبر هذه الخصائص هي العوامل المحددة لاستخدامها وتصنف كما يلي:-

العوامل الوظيفية:-

- الكفاءة الإنشائية في تغطية البحور الكبيرة.
- المرونة الوظيفية حيث قابلية التعديل والتحول في شكل المنشأ وإمكانية النقل.
- إمكانية سبق التصنيع لدرجة شبه نهائية مما يقلل زمن التشييد بالموقع.
- قلة الوزن الذاتي للمنشأ مما يقلل الحمل على أساسات المنشأ.
- إمكانية استخدامه لأغراض مؤقتة أو دائمة.

العوامل التشكيلية:-

- التعبير الصريح عن الإنشاء.
- الأشكال المميزة للغشائيات المشدودة.
- الشفافية واتصال الفراغ الداخلي بالخارج.
- استخدام مواد يسهل تلوينها بصورة مبتكرة.

العوامل البيئية:-

- تمتع البيئة الداخلية بالإضاءة الطبيعية طوال فترات النهار.
- صعوبة معالجة الأداء الحراري والصوتي للفراغ الداخلي.
- الحاجة إلي دراسة أحمال الرياح لتلاشي ما يمكن أن ينتج عن ذلك.

عوامل تأمين المنشأ:-

- الحاجة إلي وجود صيانة دورية للعناصر الإنشائية المستخدمة.
- مقاومة الإنشاءات الخفيفة لتأثير اهتزازات الزلازل.

العوامل الاقتصادية:-

- قلة التكلفة الأولية للمنشأ.
- الحاجة إلي توفير مصدر تمويل مستمر لعمل صيانة دورية.
- زيادة زمن وتكلفة التصميم في مراحله الأولي حتى يصل للصورة النهائية.

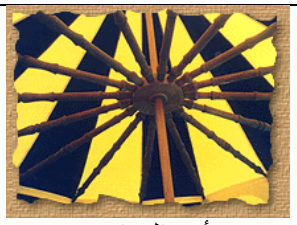
العوامل التكنولوجية:-

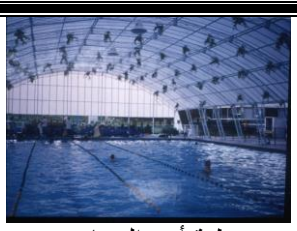
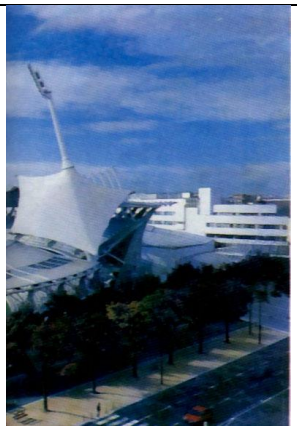
- الاعتماد بدرجة كبيرة على مواد صناعية جديدة ذات تقنيات إنتاجية معقدة.
- الحاجة إلي وجود أنظمة مراقبة أثناء التشييد وكذلك عمالة مدربة.
- الحاجة إلي توافر تجهيزات متطورة لحساب وتصميم النظام الإنشائي.

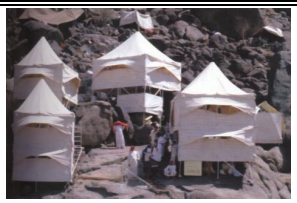
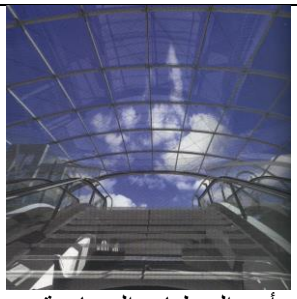
يوضح الجدول التالي ما توصلت اليه الدراسة:-

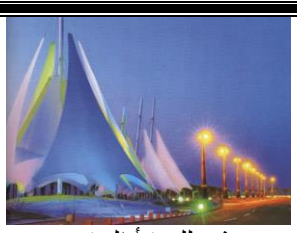
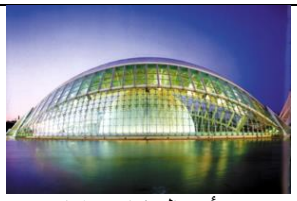
جدول(3-1) تأثير عناصر ومكونات الإنشاءات الخفيفة علي التشكيل المعماري

عناصر الإنشاءات الخفيفة	المثال	التأثيرعلي التشكيل المعماري

1-المواد:-	أ-المعادن	فندق العرب بدولة الإمارات	تتضح الكفاءة الإنشائية في أشكال القطاعات المستخدمة مما سهل في الحصول علي أشكال مرنة أعطت حرية في التصميم.
	ب-المواد غير المعدنية	مبني استاد بالقاهرة	أعطت هذه المواد سهولة في تغطية الفراغات بأحجام مختلفة خاصة الأعمال التكميلية منها.
	ج-الخشب ومنتجاته	 أحد الخيام	هذه المواد تتميز بسهولة تشكيلها وتوفرها في العديد من الأماكن.
	د-اللدائن الإنشائية	كوبري	تتعد هذه المواد نظراً لأنها مصنعة مما ساعد العديد من السبل التشكيلية لمختلف الإستخدامات.
	هـ-الألواح متعددة الطبقات	تغطية سطح المبني	تستخدم بأشكال مختلفة لتغطية الأسطح بشكل جمالي.

2-النظم	أ-تغطية البحور الصغيرة والمتوسطة	 تغطية أحد المسابح	قابلية الفك والتركيب وسبق التصنيع بصورة شبة كاملة جعل استخدامها مثالي للأغراض المؤقتة.
	ب-تغطية البحورالكبيرة	الإستاد الاوليمبي - ألمانيا	تحقق المنشآت الخفيفة أقل استهلاك للمادة لذا تعتبر مثالية في تغطية البحور الكبيرة.
3-العوامل المؤثرة علي استخدام الإنشاءات الخفيفة:-	**أ-عوامل وظيفية** -المرونة	أحد الاستادات	تظهر المرونة الوظيفية في تغطية المسطحات المختلفة بأشكال عديدة واضافة أو إزالة أجزاء منها.
	-تقليل وزن المنشأ	 استاد باريس	تفيد عند ضعف مقاومة التربة أو الأعمال التكميلية للمنشآت القديمة أو الأثرية أو في مناطق الزلازل والهزات الأرضية أو في تعلية المنشآت ذات القدرة التحميلية الضعيفة ولكن بأشكال مختلفة ومتنوعة.
	-تقليل زمن التشييد	مظلات المسجد النبوي	قلة زمن التشييد تفيد في تقليل احتمالات حدوث أخطاء تنفيذية كذلك عند الحاجة إلي الحصول علي المنشأ في زمن قياسي.

		 خيام الحجاج بمني	
	-عمر استخدام المنشأ	 أحد خيام المعسكرات	تفيد هذه المنشآت في الاستخدام المؤقت كالمعسكرات وغيرها بأشكال تتفق مع البيئة المحيطة.
	ب-محددات جمالية:- -التعبير عن الإنشاء	 المجمع الرياضي-أثينا	حرية التعبير عن الإنشاء تعطي إحساساً بتلقائية التعبير مما يولد شعوراً بالجمال في نفس الرائي. حيث الاستخدامات المتنوعة خاصة في تغطيات الأسطح أو في الأعمال التكميلية للمباني كالأسوار والمداخل وغيرها.
	-الشفافية والإنفتاح بين الداخل والخارج	 أحد التغطيات الزجاجية	يحقق المنشأ الخفيف اتصال بصري بين داخل الفراغات وخارجها مما يعطي احساسا بالأمان في الكثير من الأحيان.

	-الألوان	 نموذج للمنشأ الخفيف بمدخل مدينة جدة	يمكن استخدام العديد من الألوان مما أعطي تنوعا في أشكال المنشآت المختلفة.
	-الأشكال	 أحدأعمال كالاترافا	أعطت هذه الانشاءات تنوعاً في خط السماء مما متعها بالتميز البصري.
	-الإضاءة	 من أعمال كالاترافا	توفر العديد من هذه الانشاءات اضاءة طبيعية خلال فترات النهار، كما تظهر ككتلة مضيئة بالليل.

التوصيات:-

- تعميم استخدام الإنشاءات الخفيفة في المناطق المختلفة والتي يصعب توافر مواد البناء بها.
- توجيه النظر لهذا النوع من الإنشاءات ووضعه بعين الإعتبار عند تصميم المنشآت المختلفة، حيث أن التصنيع المسبق الكامل للأنسجة والهياكل الإنشائية المستخدمة وسهولة نقلها وسرعة تركيبها وتفكيكها وانعدام الحاجة إلي صيانتها الدورية تقريبا، إلي جانب ذلك سماحها بتسريب قدر لا بأس به من الإضاءة

الطبيعية وقدرتها علي مقاومة الرياح وتحمل أوزان الثلوج، كذلك أكبر ما تتميز به هو مقدرتها علي تغطية مساحات كبيرة جداً بأسلوب سهل وميسر.

- تعتبر الدوافع الاقتصادية هدفاً أساسياً وراء تطوير طرز المنشات الخفيفة الوزن ولكنها تعنى أيضا جعل العمارة أكثر قابلية للعيش مع الإنسان، وهكذا فان قلة عدد العناصر الإنشائية يفسر عن زيادة في إمكانية التكيف وتسمح بتعديل الفراغات الداخلية وفقا لتغير حاجات شاغلي المباني، وفى نفس الوقت فإن المنشآت التي تعمل على الشد والتي تتمدد ويتغير شكلها بسهولة تؤمن كذلك خارجيا استعداداً للتكيف ليس فقط من شروط الموقع الخاصة والمعينة ولكن أيضا مع متطلبات البيئة الطبيعية بصورة عامة، وإن السهولة التي يتم بها إقامة هذه المنشآت وتفكيكها ثم نقلها تقدم مميزات وتسهيلات إضافية للمجتمع الذي يتزايد بصورة دائمة.
- ضرورة فهم الهيكل الإنشائي عند تصميم هذا النوع من المنشات، حيث أنها تخلق تمازجا رائعا وارتباطا عضويا وثيقا بين العمارة والهندسة لأن شكلها المعماري هو نفس سلوكها الإنشائي، فالشكل الجيومتري لهذه المنشآت هو الذي يحقق لها الاستقرار والثبات.
- الإهتمام بتبني مواد للإنشاءات الخفيفة ودراسة علاقتها بالتشكيلات المعمارية من خلال المناهج الدراسية كنظريات العمارة.
- تصميم منهج في العمارة يدرس للطلبة لتوفير العديد من المتطلبات المادية والبيئية.
- الاهتمام بدراسة عاملي الأمن والأمان عند استخدام هذا النوع من الإنشاءات.
- ضرورة توعية المعماري عن هذه الأنواع من المنشآت، وواجب الصناعيون أنفسهم لتوعية المعماريون وإطلاعهم على التطورات التكنولوجية والمستجدات الصناعية في هذا المجال.
- العمل علي نشر الثقافة المعمارية العامة بين مختلف الطبقات بهدف التقدم وادراك الشخص العادي لما يحيط به، والمامه بالمتغيرات الجديدة.
- ضرورة وجود عمالة مدربة لتدعيم استخدام هذا النوع من الإنشاءات لمختلف المباني والأماكن.
- مراعاة الناحية التشكيلية عند استخدام الإنشاءات الخفيفة حيث تستخدم بقصور في هذا الجانب في معسكرات الجيوش وغيرها.
- إذا كان قد شاع استخدام المنشآت النسيجية في وظائف عديدة مثل تغطية صالات المطارات ومدرجات الملاعب والمباني الرياضية والترفيهية والأسواق التجارية والحدائق وأفنية المدارس والساحات العامة والمستودعات ومحطات بيع الوقود ومواقف السيارات، فإن استخدامها في قطاع الإسكان وهو القطاع الأكبر لم يتحقق بعد على الرغم من الجهود والمحاولات العديدة والتقدم التكنولوجي الهائل

لهذه المنشآت في الدول الصناعية، ولا يزال إنشاء مساكن باستخدام المنشآت النسيجية حلماً يراود الكثيرين حتى اليوم فهل نشهد في الوقت القريب مساكن عصرية مشيدة من الخيام. يبقى الإشارة إلى أن الاستخدام الوحيد للمنشآت النسيجية في القطاع الإسكاني إنما هو استخدام ثانوي مكمل إذ تستخدم كعنصر جمالي في القصور والمنازل والأماكن العامة وتحقق الفسحة والتفاعل المطلوب مع البيئة الطبيعية والمشيدة وبالإضافة لدورها في تغطية الفراغات والربط بين المباني ومعالجة الأمكنة والممرات والأفنية الداخلية والخارجية.

- في سبيل تعزيز وتفعيل التعاون بين المعماريين والصناعيين في قطاع البناء فقد ظهرت في أوربا حركة أطلقت على نفسها (الصناعة للعمارة) وأصبح لها صدى واسع ومؤيدون كثر في البلدان الأوربية، وتهدف هذه الحركة إلى تعميق العلاقة بين المعماريين والصناعيين من خلال تفهمهم لحاجات وتطلعات بعضهم البعض، وتسعى هذه الحركة إلى تلمس رغبات وطموحات المعماريين الإبداعية التي لا حدود لها وتناقش سبل تطبيقها وتنفيذها على أرض الواقع من خلال ابتكار الحلول الصناعية وتطوير المواد والأنظمة، فهل يكون لمثل هذه الحركات صداً في أعمالنا المعمارية ?!

المراجع

الكتب العربية:-

1- احمد عبد الغني محمد، مي عبد المنعم عطا الله، **"المفاهيم الأساسية"**، مطبوعات الهيئة العامة لقصور الثقافة، 1999.
2- ارنست فيشر ترجمة أسعد حليم، **"ضرورة الفن"**، مطابع الهيئة المصرية للتأليف والنشر، 1971.
3- إسماعيل شوقي، **"الفن و التصميم (الطبعة الثانية)"**، مدينة نصر – القاهرة، 2001.
4- ألفت يحيي حمودة، **"الطابع المعمارى بين التأصيل والمعاصرة"**، الفنية للطباعة والنشر، 1987.
5- ألفت يحيي حمودة، **"نظريات وقيم الجمال المعمارى"**، دار المعارف، 1975.
6- أميرة حلمي مطر، **"فلسفة الجمال "أعلامها و مذاهبها "**، مطابع الهيئة المصرية العامة للكتاب، 2002.
7- جعفر الصباغ- جلال زكي، **"تكييف الهواء فى الخيام و المنشآت الغشائية و النسيجية"**، الدار الدولية للنشر و التوزيع، 1992.
8- حسن االششتاوي حسن- مجدي محمد موسي، **"الأسس التشكيلية للتصميم فى البعدين والثلاثة أبعاد للسطوح و الأجسام"**، عمادة شئون المكتبات- جامعة الملك سعود، 1988.
9- دينيس شارب، **"العمارة فى القرن العشرين"**، دار بن كثير- دمشق – بيروت، 1995.
10- رامي دية، **"الدراسات التحليلية المعمارية"**، دار قابس للطباعة والنشر والتوزيع، 2002.
11- روبين جورج كولنجوود, ترجمة:-احمد حمدي محمود, مراجعة علي ادهم, **"مبادئ الفن"**, مطابع الهيئة العامة للكتاب, 1998.
12- سعيد علي خطاب، **"الإنشاءات المعلقة- تكنولوجيا الإنشاء"**، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع، 2003.
13- سينكلير جولدي، ترجمة :-محمد بن حسين البراهيم، **"تذوق الفن المعمارى"**، عمادة شئون المكتبات- جامعة الملك سعود، 1986.
14- صلاح زيتون، **"عمارة القرن العشرين"**، مطابع الأهرام – القاهرة، 1993.
15- عرفان سامي، **"عمارة القرن العشرين (الجزء الخامس)"**، دار النشر للجامعات المصرية- القاهرة، 1969.
16- عرفان سامي، **"نظريات العمارة العضوية"**، مطابع مؤسسة طباعة الألوان المتحدة – القاهرة، 1977.
17- عرفان سامي، **"نظريات العمارة مقرر السنة الأولى لطلبة العمارة"**، مطابع مؤسسة طباعة الألوان المتحدة – القاهرة، 1967.

18- عرفان سامي، **"نظريات العمارة مقرر السنة الثانية لطلبة العمارة"**، مطابع مؤسسة طباعة الألوان المتحدة – القاهرة، 1966.
19- عرفان سامي، **"نظرية الوظيفية فى العمارة"**، دار المعارف بمصر-1119 كورنيش النيل – القاهرة، 1966.
20- علي بيومي، **"القيمة المعمارية و الفن التشكيلى"**، دار الراتب الجامعية- دار الوفاء، 2003.
21- علي رأفت، **"ثلاثية الإبداع المعمارى(الإبداع الفنى فى العمارة)"**، مطابع الأهرام، 1997.
22- علي رأفت، **"ثلاثية الإبداع المعمارى، (الإبداع الإنشائى فى العمارة)"**، مطابع الأهرام، 1997.
23- علي رأفت، **"ثلاثية الإبداع المعمارى (البيئة والفراغ)"**، مركز أبحاث انتر كونسلت، القاهرة، 1996.
24- عماد محمد عدنان تنكجي، **"مفردات العمارة والإنشاء وضوابط العمارة المعاصرة"**، دار دمشق للطباعة والصحافة والنشر، 1997.
25- كـ .و سيمثيز-ترجمة :- د/محمد بن عبد الرحمن الحصين، مراجعة:- محمد عبد المجيد فضل، **"أسس التصميم فى العمارة"**، جامعة الملك سعود-النشر العلمي و المطابع، 1996.
26- كلية الفنون الجميلة بالقاهرة، **"القاهرة مشاكلها الجمالية والمعمارية، (المؤتمر العلمي الأول- كلية الفنون الجميلة بالقاهرة 1991)"**، كلية الفنون الجميلة بالقاهرة، 1991.
27- كمال الدين حسن، جلال محمد زكي، **"السلوك الحراري للمنشآت (تحديده واقتصادياته)"**، الهيئة القومية للبحث العلمي (طرابلس)، 1982.
28- محمد أبو بكر الرازي، **"مختار الصحاح"**
29- محمد رجب بيومي- محمد رأفت محمود، **"دليل استخدام شبكات الإنترنت للبحث العلمي والبحث عن المعلومات"**، دار النشر والتوزيع بجامعة أسيوط عضو إتحاد الناشرين المصريين، 2002.
30- محمد شهاب أحمد- عبد الصاحب حمودي العزاوي، **"العمارة أساليبها والأسس النظرية لتطور أشكالها"**، دار مجدلاوي للنشر والتوزيع، 1994.
31- محمد عزت مصطفي, **"قصة الفن التشكيلى (العالم القديم)"**، مطابع الهيئة المصرية العامة للكتاب، 1996.
32- محمد ماجد عباس خلوصي، **"تصميم المطارات ومباني الركاب"**، دار قابس للطباعة و النشر و التوزيع، 1998.
33- محمد ماجد عباس خلوصي، **"الموسوعة الهندسية المعمارية (النوادي الترفيهية)"**، دار قابس للطباعة و النشر و التوزيع، 1999.
34- محمد محمود عويضة، **"تطور الفكر المعمارى فى القرن العشرين"**، دار النهضة العربية بيروت، 1984.

35- نبيل حسن، **"الملاعب والقرى الأوليمبية (تخطيط- تصميم معماري- إنشاء)"**، دار الراتب الجامعية،1991.
36- يحيي حمودة، **"التشكيل المعماري"**، دار المعارف بمصر، 1984.

المجلات والدوريات:-

37- **"مجلة آركا"**، الأمارات العربية المتحدة-دبي, سبتمبر/أكتوبر 1999.
38- **"مجلة البناء"** السعودي، العدد 149، يناير 2003.
39- **"مجلة البناء"** السعودي، العدد 151-152، مارس/إبريل 2003.
40- **"مجلة البناء"** السعودي، العدد 170-171، أكتوبر/نوفمبر 2004.
41- **"مجلة المهندسين"**، نقابة المهندسين، العدد 565، ابريل 2003.
42- **"مجلة المهندسين"**، نقابة المهندسين، العدد 566، مايو2003.
43- **"مجلة عالم البناء"**، مركز الدراسات التخطيطية والمعمارية، العدد 43، 1984.
44- **"مجلة عالم البناء"**، مركز الدراسات التخطيطية والمعمارية، العدد 83، 1987.
45- **"مجلة عالم البناء"**، مركز الدراسات التخطيطية والمعمارية، العدد117، 1990.
46- **"مجلة عالم البناء"**، مركز الدراسات التخطيطية والمعمارية، العدد 197، 1998.
47- **"مجلة عالم البناء"**، مركز الدراسات التخطيطية والمعمارية، العدد205، سبتمبر/أكتوبر1998.
48- **"مجلة عالم البناء"**، مركز الدراسات التخطيطية والمعمارية، العدد 211، 1999.
49- سيد التوني، عن الثقافة والعمارة، **"مجلة هندسة"**، 1988.
50- **"مجلة الهندسة للإنشاءات والصناعة والتكنولوجيا"**،مركز المنشورات الهندسية المجلد 6 العدد 31، أكتوبر1989.
51- **"مجلة تصميم"**، العدد الرابع, ديسمبر 2002.
52- **"مجلة عمار"**, العدد العاشر فبراير/مارس 1997.

رسائل الدكتوراه:-

53- شيرين محي الدين وهبه، **"مطروحات الشكل وتقنيات الإنشاء في العمارة (دراسة تحليلية لأثر تقنية الإنشاء في تحديد مخرجات التشكيل)"**، كلية الهندسة- جامعة القاهرة، 2000.
54- نوبي محمد حسن، **"التفكير الإبداعي في عملية التصميم"**، كلية الهندسة- جامعة أسيوط، 1997.
55- يحي يوسف صالح الزعبي، **"تأثير الظروف البيئية على التشكيل المعماري جدلية الشكل في العمارة"**، كلية الهندسة- جامعة القاهرة، 1978.

رسائل الماجستير:-

56- أسامة محمد الفقي، **"العناصر المعمارية التراثية كأساس تصميمى فى العمارة المعاصرة بمصر"**، كلية الهندسة- جامعة الإسكندرية، 1993.

57- أسامة محمد علي فرج، **"أثر تكنولوجيا البناء على الطابع المعماري فى مصر"**، كلية الهندسة- جامعة عين شمس، 1992.

58- جورج راغب، **"جماليات إنشاء الكباري (رؤية خاصة من وجهة النظر المعمارية) "**، كلية الهندسة- جامعة القاهرة، 1998.

59- حسام حسين سمير، **"العمارة الواعية (استجابة التشكيل للمؤثرات البيئية) "**، كلية الهندسة- جامعة القاهرة، 2001.

60- حسن عبد الله، **"هندسة التكوين- دراسة تحليلية للتكوين المعماري فى إطار العلاقة بين المفهوم والناتج"**، كلية الهندسة- جامعة القاهرة، 1992.

61- رضا أحمد سيد نصير، **"الإنشاءات الخفيفة تأثير المناخ على إمكانية تطبيقها في مصر"**، كلية الهندسة- جامعة عين شمس، 1991.

62- طارق محمد عبد الله حجازي، **"دراسة تحليلية للأداء الجمالى فى العمارة وتذوقه وأثره على المجتمع"**، كلية الهندسة- جامعة أسيوط، 1992.

63- عبد الرحمن عبد النعيم، **"عمارة اللدائن"**، كلية الهندسة- جامعة القاهرة، 1989.

64- عزت عبد المنعم مرغني، **"العوامل المؤثرة على اختيار الشكل فى العمارة (دراسة تحليلية بهدف تقييم أداء الشكل فى العمارة المصرية المعاصرة)"**، كلية الهندسة- جامعة أسيوط، 1992.

65- مجدي محمد قاسم، **"تأثير التكنولوجيا وتطور أساليب ومواد البناء والمعالجات المناخية على شكل العمارة"**، كلية الهندسة- جامعة عين شمس، 1998.

66- محمد عبد الفتاح احمد إسماعيل، **"التشكيل المعماري- بين القيم التراثية والقيم المعاصرة نحو منهجية لمنطق التواصل (دراسة تطبيقية على التشكيل الخارجي للمباني العامة المعاصرة بمصر)"**، كلية الهندسة- جامعة القاهرة، 2000.

67- نهاد محمد عويضة، **"التشكيل وحقيقة العمارة (دراسة تحليلية لمدي ارتباط التشكيل بالحقائق المعمارية)"**، كلية الهندسة- جامعة القاهرة، 1999.

68- هشام جلال الشيمي، **"تقنيات أساليب الإنشاء والإدارة"**، كلية الهندسة- جامعة الأسكندرية، 1999.

69- هشام محمد محمد حسين، **"التوافق بين الشكل والمضمون فى المباني الرياضية"**، كلية الهندسة- جامعة عين شمس، 2000.

70- ياسر جلال الدين عارف، **"التقدم العلمي والتقني وأثره في العمارة الحديثة"**، كلية الهندسة- جامعة الإسكندرية، 1993.

الكتب الأجنبية:-

71- Jencks.C**, 'Architecture Today'**, Academy Editions. London, 1988.
72- Ching.F.D.K**, 'Architecture Form, Space, & Order',** Second Edition, John Wiley & Sons, Inc.1996.
73- Otto.F**, 'Form, Force, Mass-Bases,**.1990.
74- Engel.H**, 'Structure Systems',** Van Nostrand Reinhold Company,1971.
75- Vandenberg.M**, 'Cable Nets (Detail In Building)'**, By Academy Editions,1998.
76- Portoghesi.P**, 'Nature and Architecture'**, Skira Editor, Milan, Italia,2000.
77- Grillo.P.J, **'Form, Function & Design'**, Dover Publications, Inc., New York,1975.
78- Jodidio.P**, 'Santiago Calatrava',** Taschen,1998.
79- Jodidio P, **'Contemporary American Architects'**, vol.4, Benedikt Taschen Gmbh, London, 1997.
80- Robbin,T,'**Engineering a New Architecture'**, Yale University Press, London, 1996.
81- Stotesbury.S.D, Lin.T.Y**, 'Structural Concepts and Systems for Architects and Engineers'**, Van Nostrand Reinhold Company New York Second Edition,1988.
82- Hamlin.T, f.a.I.a**, 'Forms and Functions of Twentieth-Century Architecture (Volume I The Elements of Building)',** New York Columbia University Press,1952.
83- Hamlin.T, f.a.I.a**, 'Forms and Functions of Twentieth-Century Architecture (Volume II The Principles of Composition)',** New York Columbia University Press,1952.
84- Hamlin.T, f.a.I.a**, 'Forms and Functions of Twentieth-Century Architecture (Volume III Building Types)',** New York Columbia University Press,1952.
85- Hamlin.T, f.a.I.a**, 'Forms and Functions of Twentieth-Century Architecture (Volume IV Building Types)**', New York Columbia University Press,1952.

86- Center.T, **'Sports Dome'**. Scotland, Millenium Done, London,1999.
87- Wong.W, **'Principles of Form and Design'**, John Wiley & Sons, Ink, 1993.
88- **'6TH International Exhibition & Conference for Building & Construction'** 26-30 June, 1999.

World Wide Web Sites:-

89- www.albenaamagazine.com
90- www.alfozan.com
91- www.alrajhisteel.com.sa
92- www.alrowad.com
93- www.archnet.org
94- www.asce.org
95- www.greatbuildings.com
96- www.hbrc.edu.eg
97- www.tamimitents.com

جامعة المنصورة
كلية الهندسة
المكتبة المركزية

الكلية : الهندسة	**القسم** : العمارة	**الرقم العام** :
الاسم : أسماء رمضان محمد العنتري	**الدرجة** : الماجيستير	**التاريخ** : 2005
عنوان الرسالة :- **تأثير الإنشاءات الخفيفة علي التشكيل المعماري**		

المستخلص

الهدف :- تهدف الدراسة الي محاولة البحث عن الوسائل الكفيلة التي تساعدنا علي ايجاد الرؤيا الصحيحة لتأثير الانشاءات الخفيفة علي التشكيل المعماري وذلك من خلال عدة نقاط:-

1. القاء الضوء علي أهمية استخدام الانشاءات الخفيفة في المباني ومدي تأثيرها علي التشكيل المعماري لها، سواء لدي الممارسين في مجال العمل المعماري أو لدي الدارسين والباحثين.
2. تحقيق القناعة بأن النظام الانشائي والمواد المتاحة للانشاء لها تأثيرها علي العمارة والتصميم، سواء كان تصميما أو تطويرا في شكل أو طابع مبني مما يدل علي أنه عامل رئيسي في مفردات التشكيل المعماري للمبني.
3. التوصيات التي يمكن استخلاصها كمؤشرات للحصول علي تشكيل معماري ذو سمة مميزة نتيجة استخدام تقنية الانشاءات الخفيفة.

تشتمل الدراسة علي ثلاثة أبواب تتناول الدراسة النظرية والدراسة التحليلية ومجموعة من النتائج والتوصيات الخاصة بموضوع الدراسة.

الباب الاول:- دراسة عامة عن التشكيل المعماري.

يشتمل علي ماهية التشكيل المعماري وأسسه ومبادئه وإدراكه ودراسة العوامل المؤثرة عليه.

الباب الثاني:- دراسة عامة عن الإنشاءات الخفيفة.

يتناول نظم الإنشاءات الخفيفة من حيث تكويناتها والمواد المستخدمة بها وتقنية تنفيذها ومدى التفاعل بين النظام الإنشائي وشكل المبني.

الباب الثالث:- الدراسة التحليلية.

يشتمل علي تحليل لنماذج معمارية لتقييم هذه المباني من حيث مدى نجاح استخدام هذا النوع من الإنشاء بها، وإلى أي حد أدت هذه المباني وظيفتها الجمالية والتشكيلية ومدى أدائها المعاصر ونجاحها في التطبيق.

النتائج والتوصيات.

يخلص البحث الي مجموعة من النتائج والتوصيات الخاصة بكيفية استخدام الإنشاءات الخفيفة ومدي ملائمة هذا النوع من الإنشاءات للاغراض المختلفة وتأثيرها علي الناحية الجمالية والتشكيلية للمباني. وكذلك أهم العوامل المؤثرة علي استخدامها.

رؤوس الموضوعات:-

الإنشاءات الخفيفة – التشكيل المعماري

Mansoura University
Faculty of Engineering
Department of Architecture

Call no. :-	**Department:** architecture	**Collage**: Faculty of Engineering
Date:-	**Degree:**-M.SC	Author:- Asmaa Ramadan M. El-antary
Title**:-** **The Influence of Light Structures on the Architectural Form**		

Abstract

Aim :- This study aims at illustrating the problems of coordination between form and light structures that is essential in reaching design excellence. The study illustrates the theoretical concept on the relationship between form and light structures. "FORM" which is an organized relationship between a group of elements.

First:-In fact the form of buildings is the first architectural aspect perceived by the observer. studying the form in architecture is a necessity, and which is the main theme of the research, and which is covered in the theoretical part.
Architecture addresses a great number of users, and it is important to study how they perceive the form of building, as a result the research studies perception as an important fact which concerns architects to realize how their buildings are perceived.

Second:- lightweight structures are assumed as one of the advanced trends in Architecture and structural design, where the use of structural materials is minimized to reach the most optimal form. This could be reached by several techniques of prefabrication.
These lightweight structures have become a new dimension in creative design for wide ranging choice of shapes. Structure and envelope systems, materials and manufacture construction technologies. Accordingly, lightweight structures represent unique solutions in large spanning and other design needs. The use of lightweight structures could be the most economical system for some special types of structures like temporary. Mobile and demountable buildings. Besides, lightweight construction facilitates adaptability and dynamic interaction with the environment and enhances timely response to change; what becomes outmoded can be modified, the whole building can be removed to make place for the new.

Third:- Results and recommendations..
The conclusion of the research concerning the factors affecting the design and construction of lightweight structures. Which hinder their local applications.

Key words:- lightweight structures- Architectural Form

Mansoura University
Faculty of Engineering
Department of Architecture

The Influence of Light Structures on the Architectural Form

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Science Degree in Architecture

By
Arch. Asmaa Ramadan M. El-Antary

Supervised by

Prof. Mohamed Esmat Hamed El-Attar
Associate Professor of Architecture, Department of Architecture, Faculty of Engineering, Mansoura University
Prof. Mohamed Mohamed Taha El-Azab
Associate Professor of Architecture, Department of Architecture, Faculty of Engineering, Mansoura University

2005