دار المنظومة
DAR ALMANDUMAH
الرواد في قواعد المعلومات العربية

العنوان:	مدى انعكاس تصميم المشربيات بالعمارة الإسلامية على نظام ميرو للهياكل المعدنية
المصدر:	مجلة علوم وفنون - دراسات وبحوث
الناشر:	جامعة حلوان
المؤلف الرئيسي:	حامد، محمد حلمي
المجلد/العدد:	مج 21, ع 4
محكمة:	نعم
التاريخ الميلادي:	2009
الشهر:	أكتوبر
الصفحات:	165 - 180
رقم MD:	70649
نوع المحتوى:	بحوث ومقالات
قواعد المعلومات:	HumanIndex
مواضيع:	التراث الإسلامي، الفنون التطبيقية، الإنشاءات المعدنية، العمارة، التصميم الداخلي، العمارة الإسلامية، المشربيات، الفنون الشعبية، الإبداع الفني، الأعمال اليدوية، الاصالة، المعاصرة
رابط:	http://search.mandumah.com/Record/70649

© 2021 دار المنظومة. جميع الحقوق محفوظة.
هذه المادة متاحة بناء على الإتفاق الموقع مع أصحاب حقوق النشر، علما أن جميع حقوق النشر محفوظة. يمكنك تحميل أو طباعة هذه المادة للاستخدام الشخصي فقط، ويمنع النسخ أو التحويل أو النشر عبر أي وسيلة (مثل مواقع الانترنت أو البريد الالكتروني) دون تصريح خطي من أصحاب حقوق النشر أو دار المنظومة.

مدى انعكاس تصميم المشربيات بالعمارة الاسلامية على نظام ميرو للهياكل المعدنية

The reflection of the Islamic Oriel design thought on the contemporary Mero metal space frame system

أ.م.د. محمد حلمى حامد

قسم الأثاثات والانشاءات المعدنية والحديدية– كلية الفنون التطبيقية

المقدمة ومشكلة البحث:

دأبت الثقافات المختلفة منذ القدم على إثراء بعضها البعض، وأخذت العلاقة بين الثقافات أشكالا متنوعة مثل المحاكاة والترجمة والتأثير والتأثر والتثاقف والتداخل وكذلك الغزو والتهجين والهيمنة، ومن الصعب أن نتصور اليوم وجود ثقافة ما تطورت بمعزل عن الثقافات الأخرى، والتأخر كان مصير أي حضارة حاولت أن تنغلق على نفسها،وربما أن أي ثقافة تحتوي على عناصر أصيلة وعناصر مستعارة من الثقافات الأخرى، فليس من الممكن دراسة المكونات الثقافية لحضارة ما إلا من خلال مقارنتها بالمكونات الموجودة في الثقافات الأخرى التي احتكت بها في مرحلة ما من تاريخ تطورها، ومنذ منتصف القرن التاسع عشر استخدمت المقارنة بشكل واسع في الكثير من مجالات المعرفة.

وكثيرا ما يحدث فى عالم الابداع ألا تكون الأفكار الابداعية أصيلة أصالة كاملة، وانما تعود جذورها الفكرية الى اعمال سابقة عليها، فى تواريخ سابقة أو بلدان مختلفة، وتاريخ المنجز البشرى فى الفنون والأداب ترتكز على أليات مكررة من التأثير والتأثر المتبادل، ولا شك أن دراسة الغرب للفنون الاسلامية عامة، ولفكر التصميم الاسلامى فى هندسته واقتصاده– وخاصة الدراسات التى قام بها كريزول Creswell .K.A.C لطرق بناء الكثير من عناصره المعمارية والانشائية قد تركت بصماتها الواضحة على فكر التصميم الغربى المعاصر، وقد لوحظ أن الفكرة الأساسية لبناء وتشكيل أحد أهم انظمة الهياكل الفراغية المعاصرة ميرو M12 تكاد تتطابق مع الفكرة الأساسية لبناء وتشكيل عناصر ووحدات نظام المشربيات التى اتسمت بها العمارة الاسلامية، وسيتم من خلال هذا الطرح توضيح هذا.

أولا: الدراسة

إن دراسة العديد من التصميمات فى عصرنا الحديث فى مجالات عديدة تظهر لنا مدى تاثر فكر الفنان والمصمم والمهندس بحضارتنا المصرية على مر العصور، كما أن تأصيل الافكار التصميمية المعاصرة وارجاعها الى جذورها التراثية سيكشف عن سبق الحضارة الاسلامية فى الكثير منها، مما يسمح باعادة اكتشافها وتناولها فى بدايات جديدة نابعة من تراثنا وحضارتنا، ويتم ذلك بدراسة الملامح الأساسية لكل من نظام المشربية

الاسلامى، ونظام ميرو الفراغى M12، ثم مقارنة النظامين ومناقشة هذه المقارنة وموازنتها، باستخدام المنهج الوصفى التحليلى، لتوضيح مدى انعكاس فكر الفنان الإسلامى على فكر التصميم المعاصر.

١- نظام المشربية:

(شكل ١)

تعتمد المشربية (شكل ١) كنظام على خلفية الفن الفكر الاسلامى من ناحية، كما تحتويها بنية معمارية ذات ملامح تتبع ذات الخلفية من ناحية أخرى، ومن المهم إلقاء الضوء على هاتين النقطتين من أجل توضيح نظام المشربية، فالفن الإسلامي هو الفن الذي يرسم صورة الكون والوجود من زاوية الفهم الإسلامي لهذا الوجود وعلى تصور شامل للإنسان والحياة والكون، من خلال ترجمة لفكر العقيدة الإسلامية لهذا الكون والحياة والإنسان.

ونستطيع إجمال أهم سمات الفن الإسلامي في أنه يقوم على أساس ثابت من عقيدة وفكر التوحيد، كما أن الفن الإسلامي وسيله لا غايه، وهو لقاء بين إبداع الموهبة ونتاج العبقرية، بين دقة الصنعة ومهارة التنفيذ، فهو يجمع بين الخبرة والإتقان، ومن أهم

خصائص الفنون الإسلامية (مرجع ٢):

١- **الوحدة:** مبدأ توحيد الكل فى واحد قيمة نابعة من المنهج الإسلامى الذى نادى بالتوحيد كمحور أساسى للعقيدة، وانعكس هذا تشكيليا على استخدام الوحدات التى تنطلق من أشكال نجمية اشعاعية، فالجزء يحدد موقعه واتجاهه فى البناء الكلى المتجانس.

٢- **التجريد:** ينبع التصور الاسلامى للعالم والانسان، من مبدأ الجزء والكل وان الانسان ما هو الا جزء من الكون وكان يصوغ أعماله معتبرا اياها عبادة، وبالتالى تعدت وظيفة الفن الاسلامى من المحاكاة او نقل الواقع الي نقل ما هو خلف الواقع اى انها اعتمدت على الجانب الروحانى والحدس بشكل كبير.

٣- **كراهية تصوير الكائنات الحية:** الشبهات ابتعد الفنان المسلم عن تصوير الكائنات الحية تقريبا، كما كان ينحو نحوا تجريديا بعيدا عن محاكاة الطبيعة، عند استخدام الوحدات النباتية التى أطلق عليها الأوربيون اسم (أرابيسك) نسبة للعرب، وتتألف هذه الوحدات من عناصر تجريدية مكونة من أفرع نباتية تتداخل وتتشابك معا بطريقة منسقة جميلة.

٤- **الطابع الهندسي:** يغلب الطابع الهندسى مختلف أشكال الفكر التصميمى اللاسلامى بكافة مظاهره واتجاهاته، وقد استخدم الفنانون المسلمون الوحدات الهندسية على اسس مدروسة وابتكروا انواعاً

من التراكيب التي تصنع اشكالاً نجمية متعددة- المبسطة المتداخلة والمركبة- (مرجع رقم ٨)، تستند إلى مبادئ أقرها علماء الرياضيات الحديثة بعد ذلك بقرون، فتستخدم أشكالا بسيطة لتشكيل نماذج هندسية معقدة، وتعكس بعض تصميمات الفن الإسلامي هندسة أشباه البلورات باستخدام أشكال مضلعة متقابلة بحيث يمكن خلق نماذج يمكن أن تمتد الى ما لا نهاية، ولم تكن الوحدات الإسلامية عند المسلمين منفصلة بل مترابطة متماسكة إنسيابية مستمرة لا يمكن ان نوضح بداية الوحدات من نهايتها (مرجع رقم ١٦).

١-١- الفكر الفني للعمارة الإسلامية:

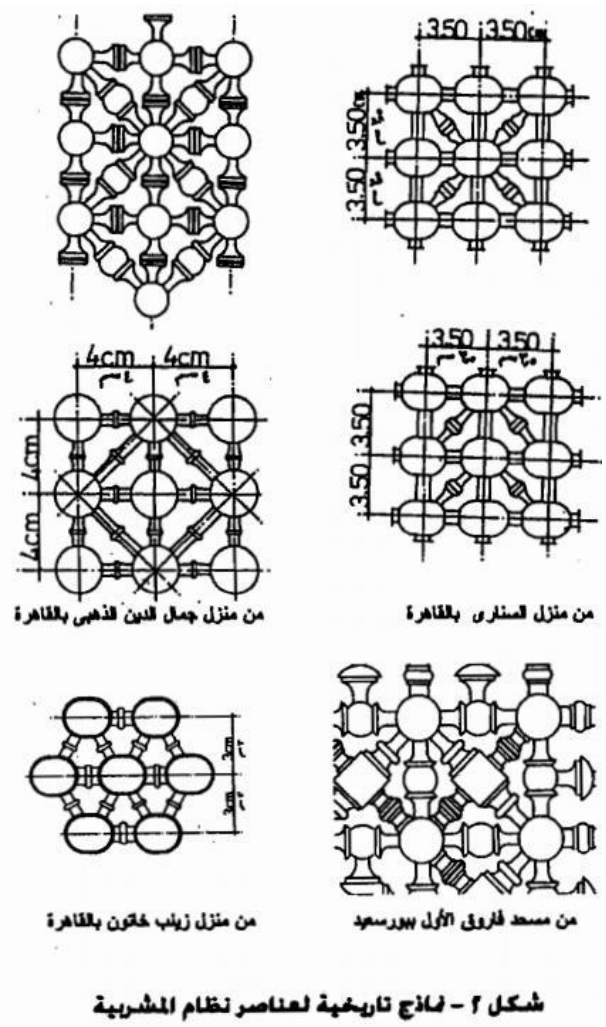
قبل دراسة نظام المشربية لابد من الإلمام بالفكر الفنى للعمارة الإسلامية التى تحتوى هذا النظام، فقد أوجد ارتباط أنظمة البناء الإسلامية بعلم الهندسة علاقة تناسبية بين الكليات واجزائها، عبّرت عن العلاقة الجمالية والوظيفية بينهما، وكان لهذه العلاقة تأثير في اعتماد مقاييس معينة للوحدات من حيث الابعاد والانتظام والتسلسل، وقد عكست العمارة الإسلامية في عصورها المقومات الحضارية من الناحية الاجتماعية أو الثقافية أو من الناحية الطبيعية والمناخية، وكانت تحمل في تفاصيلها الملامح التالية (مرجع رقم ١٠):

- يعكس التشكيل العام للعمارة في العصور الإسلامية وظائف المكونات.
- التباين بين المسطحات والفتحات نتيجة لطبيعة وطرق الإنشاء المعتمدة على مواد البناء المحلية.
- تظهر صراحة التعبير للعناصر الإنشائية خاصة في المباني السكنية حيث تظهر أعتاب الفتحات الكوابيل الحاملة للأبراج معبرة عن صراحة الإنشاء وبنفس التعبير تظهر الأكتاف الإنشائية للمباني كما تظهر صراحة الإنشاء في طرق التسقيف، وتظهر الأعمال الخشبية بلونها الطبيعي.
- التنغيم من القيم الواضحة التي تظهر في التعبير المعمارى للواجهات، خاصة في المبانى العامة مثل وكالة الغورى بالقاهرة التي تظهر فيها التنغيم بايقاع منتظم مع اختلاف في المستوى، كما ظهر هذا التنغيم بايقاع غير منتظم في الواجهة الرئيسية لمدرسه السلطان حسن.
- تكامل الفراغات وتداخلها خاصة في المبانى السكنية، كما تظهر هذه العلاقة الفراغية في ارتباط فراغ غرف الادوار العليا بفراغ الادوار السفلى، وتتأكد كذلك في الانتقال المفاجئ من الفراغ الضيق الملتوى للمدخل إلى الفراغ الاكبر في الفناء الداخلى للمبنى وتساعد هذه الظاهرة على امتصاص الهواء وتفريغه وتجديده داخل المبنى.
- يعبر توجيه المبانى إلى الداخل عن طبيعة الحياة الاجتماعية والظروف المناخية الأمر الذى استبدل معه الفراغ الخارجى بالافنية الداخلية حتى تستوعب النشاط الخاص بالسكان وبذلك تظهر المبانى الاسلامية متلاصقة ليس بينها أى مسافات أو فراغات وفى حالة عدم التوجه للداخل فان الفتحات الخارجية للادوار السفلية تكون مرتفعة وتكون الشبابيك مغطاة بمشربيات.

- تزداد بروزات الواجهة تدريجيا من الأدوار السفلية إلى الأدوار العليا الأمر الذي يساعد على تظليل جوانب المباني وزيادة الانتفاع بالفراغ العلوي للشارع.
- تظهر التكوينات والتشكيلات الهندسية في التفاصيل المعمارية الدقيقة التي تكون العناصر المعمارية الكبيرة، وهى تقسيمات هندسية متداخلة تستعمل في الأجزاء المفرغة كما في الفتحات والنوافذ أو في الأجزاء المقفلة كما بالأبواب والأثاث، وتظهر كذلك في الأعمال الخشبية والوحدات التي تغطى الحوائط.
- أعطى تصميم الأفنية اهتماما خاصا ليس فقط بسبب المعيشة اليومية للسكان إنما لفائدتها في تلطيف الجو الداخلي للمباني وتكييفه طبيعيا.
- تعتبر الملاقف من أهم العناصر المميزة التي تخدم الظروف المناخية فهي في مصر مثلا تستقبل الهواء الرطب من مصدره في الشمال الغربي ثم توجهه بعد ذلك إلى داخل المبنى، ويختلف تصميم هذه الملاقف باختلاف المناطق المناخية واتجاهات الرياح ورطوبة الجو فيها، وقد ارتبط اتساع فتحاتها بمستوى نظر الانسان حيث تضيق هذه الفتحات عند مستوى النظر وتتسع بالتدريج إلى أعلى هذا المستوى، والعمارة الإسلامية بالإضافة إلى ذلك غنية بالنوافذ ذات الدلف التي تنزلق إلى أعلى داخل المباني أو خارجها، ثم نجد المشربيات من العناصر التي تخدم الظروف المناخية والاجتماعية.

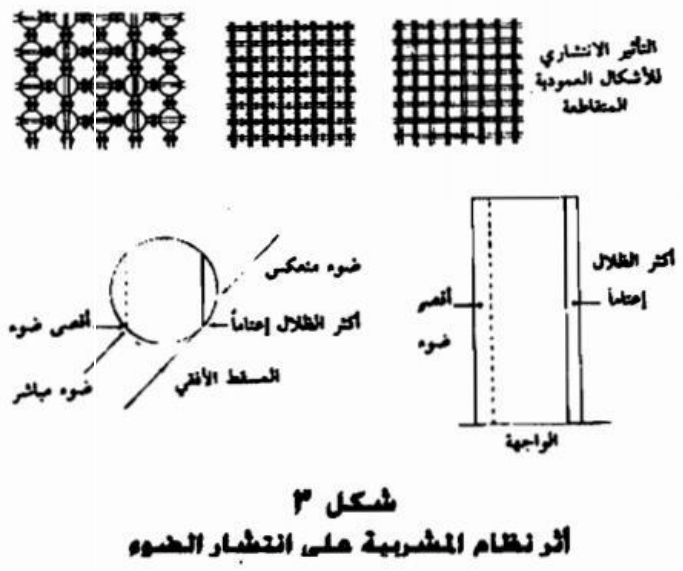
١-٢- المشربية:

المقصود بالمشربية ذلك الجزء البارز عن حوائط جدران المباني التي تطل على الشارع أو على الفناء الأوسط للمنازل الإسلامية بغرض زيادة مساحة سطح الأدوار العليا، ويستند هذا الجزء البارز إلى (كوابيل) و(مدادات) من الحجر أو الخشب تربط الجزء البارز من المبنى، بينما تغطى الجوانب الرأسية الثلاثة لهذا الجزء البارز بحشوات من الخشب الخرط المكوّن من (برامق) مخروطية الشكل، دقيقة الصنع تجمع بطريقة فنية بحيث ينتج عن تجميعها أشكال زخرفية هندسية ونباتية أو كتابات عربية، وسميت المشربية بهذا الاسم لوجود صلة وثيقة بين هذا الجزء من المبنى وبين الفتحات التي كانت توضع بها أواني الشراب (القلل الفخارية)، وقد اتسع مدلول هذا المسمى (المشربية) ليشمل كل الأحجبة الخشبية المنفذة بطريقة الخرط والتي كانت تغشى فتحات



شكل ٢ - نماذج تاريخية لعناصر نظام المشربية

النوافذ أو تفصل بين أجزاء المبنى المخصصة للرجال وتلك المخصصة للنساء سواء كان ذلك في المنازل أو في المساجد، وتعرف المشربية في بعض بلدان العالم الإسلامي باسم (روشن أو روشان) وأيا كان المسمى، فإن الشكل لم يختلف إلا في بعض الجزئيات البسيطة التي أضفت على شكل المشربية طابعاً مميزاً وخاصاً بكل بلد من بلدان العالم الإسلامي، متوافقة في ذلك مع أهم خاصية من خصائص الفن الإسلامي وهي (الوحدة والتنوّع) وفى شكل ٢ نماذج تاريخية لعناصر نظام المشربية مستمدة من عمائر بالقاهرة (مرجع٦- ١٢٤).



شكل ٣
أثر نظام المشربية على انتشار الضوء

وقد وصل فن المشربية درجة كبيرة من الإتقان في مصر خلال العصر المملوكي، وأجمل نماذجه في القاهرة ورشيد وفوه من العصر العثماني.

ويتيح نظام المشربية لأهل المبنى (المسكن) رؤية مَن في الخارج دون أن يراهم أحد وذلك لاختلاف كميات

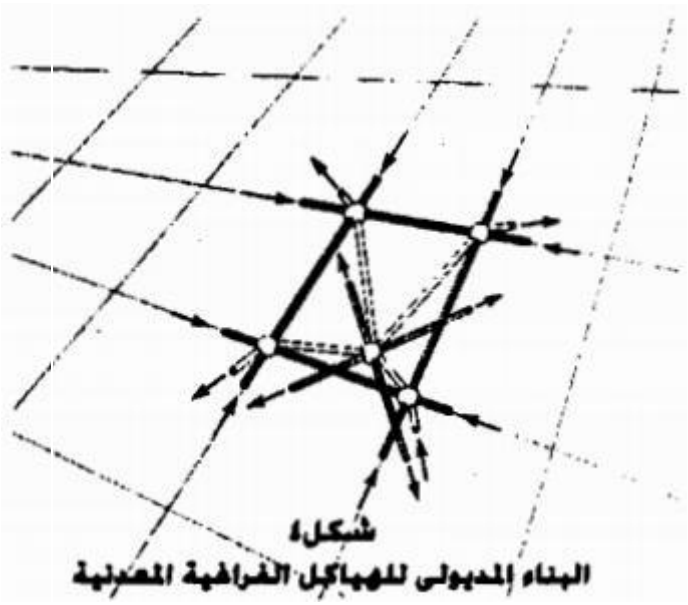
الضوء داخل المشربية عن خارجها، ويوفر ذلك خصوصية لأهل المبنى (المسكن)، كما أن التكوين الهيكلي والزخرفي للمشربية يتفق تماماً مع الظروف المناخية لمعظم بلدان العالم الإسلامي والذي تسوده في معظم فصول السنة شمس ساطعة، وتعد المشربية من أحسن الحلول لهذه المظاهر الطبيعية، إذ إن الفتحات الضيقة التي تتخلل قطع الخرط تتحكم في كمية الضوء النافذ إلى الغرفة المقامة عليها المشربية، ويوضح شكل ٣ الذى أثر وحدات نظام المشربية على انتشار الضوء داخل المسكن وكيف يحوله الى ضوء منعكس أقل حدة)، كما تعمل تلك الوحدات على تلطيف درجة الحرارة من خلال النسيم الذي يمر من بين هذه الفتحات، كما أن طريقة الخرط تقوم على توظيف القطع الصغيرة من الخشب وذلك بخرطها وتجميعها فيتم الاستفادة بقطع الخشب مهما كان صغرها، وذلك يمثل جانباً اقتصادياً مهماً.

١-٣- بناء المشربية:

يكمن مضمون الطريقة التى تصنع بها المشربية فى خرط الأجزاء الخشبية الدقيقة التى تسمى (برامق) مع وصلات خشبية على شكل كرة أو مكعب، وتتجمع هذه البرامق مع بعضها فى نظام دقيق ينتج مسطحات ساترة مخرمة، ويؤدى تغيير حجم أو شكل بعض الأجزاء واعادة ترتيبها الى خلق أشكال جمالية فى مسطح المشربية مثل المشكاة أو الصور المستوحاة من تجريد الطيور أو الحيوانات أو الكتابات ذات الطابع الدينى أو التى قد تشير الى شخصية الصانع، ومن المشربيات ما تنوعت حباته وفصوصه الدقيقة وتسمى بأسماء مختلفة تبعاً لنوعية الخرط المستخدم في مكوناتها، وهناك الخرط العدل والميموني والمسدس ومسدس الدقماق والوردة العريجة، وبتجميع هذه الوحدات تنتج بينها فتحات ضيقة قد تحيط بها حشوات ذات عيون أوسع، مما ينتج عنه التباين الذى يعززه استخدام أنواع مختلفة من الخشب تعطى الفرصة الكبيرة لإبتداع علاقات شكلية (ضوئية ولونية) متنوعة وجميلة، وتتم عملية خرط البرامق باستخدام آلة مبسطة عبارة عن مخرطة خشبية مكونة من (زنبتين) من الصلب (غرابين) مركبين على قضيب حديدى تسمح المخرطة بتدوير العود الخشبى بسرعة وسهولة، وباستخدام الأزميل فى تشكيل العود الذى يدور حول نفسه، وتستعمل المخارط الآلية التى أضفت السرعة والآلية على الإنتاج، وتثبت المشربية إما بشكل مساو لواجهة المبني أو تبرز إلي الخارج بواسطة كوابيل ذات زخارف (قارن مرجع٤- ص١٢٥).

١-٤- جماليات نظام المشربية:

نماذج الخرط الخشبى تجسيد فكرة تختزل الجمال لصالح الوظيفة والبناء الفني، فالفكرة في أنظمة البناء الإسلامية لا تسعى الى التجسيم والمحاكاة كما في نموذج الفن الغربي بل تستلهم عناصر (الارابيسك) بكل مكوناته سواء في التنظيم من حيث التكرار والايقاع والتناوب، او من حيث اشتماله على الوحدات النباتية والهندسية والكتابية المنفذة بالخرط ولكن بأشكال وأحجام مختلفة وفي اماكن


شكل١
البناء المديولى للهياكل الفراغية المعدنية

متعددة، فالفكرة وهي تتحول الى كتلة تضيف الى القيمة الوظيفية قيمة بصرية وتعبيرية، والجمع بين هذين العالمين، وحل التناقض بينهما أحد أروع انجازاته المتميزة، كما أن لكل شكل من أشكال الخرط العربى وصفاً ودوراً وحاجة ومعنى، فالوحدات التي تستخدم في موقعها بذائقة فنية راقية تضفي على البناء الفني قدرة اضافية للتعبير، كشكل وكلغة، وكل بناء يرتبط ارتباطاً وثيقاً بكل مكوناته وعناصره، ويوضح (شكل ٢) نماذج تاريخية لعناصر نظام المشربية

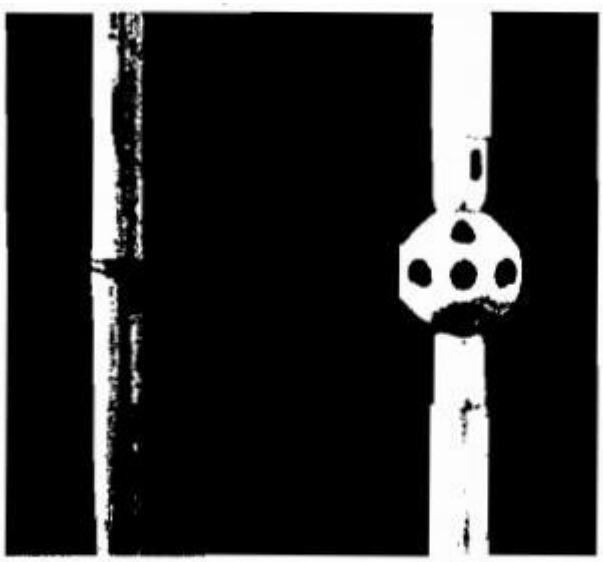
من عمائر تاريخية بالقاهرة الفاطمية تخيرها الباحث لكونها تعبر عن الفكرة الفنية التشكيلية المطابقة لنظام الهياكل المعدنية الذى ستتم دراسته، وجدير بالذكر أن نظام المشربية يتسم بالتنوع والغنى غير المحدود.

٢- نظام الهياكل المعدنية الخفيفة ميرو:

نظم الهياكل المعدنية أحد أشكال المنشآت المعدنية الخفيفة، ويعرف المنشأ المعدنى بأنه خفيف عندما تكون قدرته الإنشائية على نقل الأحمال خلال عناصره تزيد كثيرا عن وزنه الذاتى بالمقارنة مع غيره فى نفس ظروف التحميل، كما يعرف المنشأ الخفيف (مثل الأكشاك والمظلات والبرجولات ..الخ) أيضا بأنه المنشأ المعدنى الذى تقل فيه متوسط وحدة الحجوم (متر مكعب) عن ١٠٠ كجم من اجمالى حجم المنشأ، حسب المواصفات الدولية للتوحيد القياسى، وتصنف المنشآت المعدنية حسب نظام بناء الشكل، سواء كان نظام إنشاء خطى، أو نظام إنشاء مسطحات، أو نظام إنشاء كبسولى، وقد اختبر الكسندر جراهام بيل (١٨٤٧- ١٩٢٢) في وقت مبكر من هذا القرن الهياكل الفراغية المصنوعة من ثماني السطوح ورباعي السطوح، وأشار الى ما تحمله من خصائص عالية مثل خفة الوزن والقوة التي أظهرتها هذه الأشكال الهيكلية ودمجها في العديد من مشروعات نظم الهياكل الفراغية space frame systems، وإذا كانت أحد الأفكار الأساسية للباوهاوس Bauhaus هى ربط بنية التصميم الفردي بتسلسل العمليات الصناعية serial manufacture فى الانشاء المعدنى، فقد تمكن ماكس منجرنهاوزن Max Mengeringhausen- وهو مؤسس لشركة ميرو في ألمانيا عام ١٩٤٣ لتصنيع المنشآت خفيفة الوزن- من تحقيق ما هدف اليه الآباء المؤسسون **للباوهاوس**، ونجح في تطوير نوع جديد من الهياكل ثلاثية الأبعاد بطريقة عملية، وصاغ ثمانية قوانين لبناء الهياكل ثلاثية الأبعاد، وبالتالي وضع الخلفية العلمية التي لا تزال مؤثرة فى بناء الكثير من هياكل الصلب من هذا النوع حتى اليوم، فكان

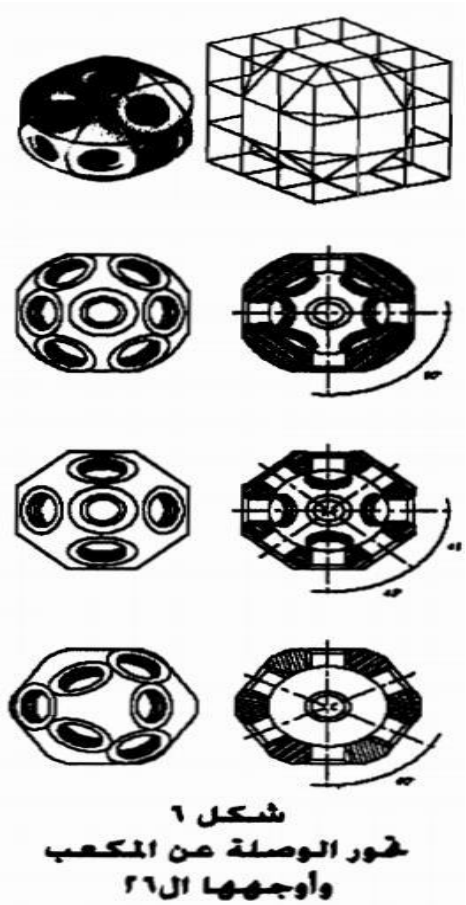
يجمع بين النظرية والتطبيق، فاصبح علامة على تقنية البناء التي تستخدم مواسير الفولاذ الصلب طبقا للقواعد الهندسية، والتى عرضت بالمعرض الدولي للبناء ببرلين في عام ١٩٥٧ (مرجع رقم ١٧).

٢-١- الفكر الفنى للهياكل الفراغية المعدنية:



شكل٥ العقد "nodes"
تقلل من الطول الساكن static length
النظام يحاكى الطبيعة

تقدم لنا الطبيعة العناصر الأساسية لكل أنظمة البناء، والانسان يقوم فقط بمحاكاة ما هو مخلوق بالفعل، والاقتصاد أحد القوانين الأساسية للطبيعة فهى لا تبدد مواردها إلا بصعوبة، والمهم هو العلاقة بين إنشائية المادة المستخدمة والفراغ الذى يمكن أن تشكله، وبين قدرتها وسلوكها فى نقل الأحمال، هذا هو المبدأ الأساسى الذى قامت عليه الإطارات الفراغية، إن سيقان العديد من النباتات (مثل القصب والبامبو) على شكل أنابيب توجد عليها عقد "nodes" وظيفتها التقليل من الطول الساكن static length، هى نفس العناصر الإنشائية المصممة للتعامل مع إجهاد ثني bending stress مع تناوب أو تغيير اتجاه القّوة ويوضح هذا شكل ٥ (مرجع ٩-٣).



شكل ٦
محور الوصلة عن المكعب
وأوجهها الـ٢٦

٢-٢- نظام الهياكل الفراغية M12

نظام انشائى نمطى –قياسى standardized- يتكون من أجزاء مديولية مرنة يتم تجميعها لتشكل هيكل فراغى متزن ومتماسك فى مستويين متوازيين، وهذا النظام يعنى تصميم ابتكارى باستخدام الأشكال الهندسية مثل المعكب وثلاثى ورباعى السطوح وشبيهاتهم octahedron, tetrahedron, cube, semi octahedron وبإضافة الأشكال الهندسية لمتشابهة أو المختلفة تحصل على هيكل فراغى قوى ذاتى التماسك وباستخدام العديد من أساليب التغطية يمكن الحصول على العديد من التصميمات الجذابة لمختلف المساحات مثل أكشاك ومنصات المعارض والأبراج الإعلانية وتجهيزات المحلات ونظم الإضاءة وتجميل المبانى والفتحات المعمارية.

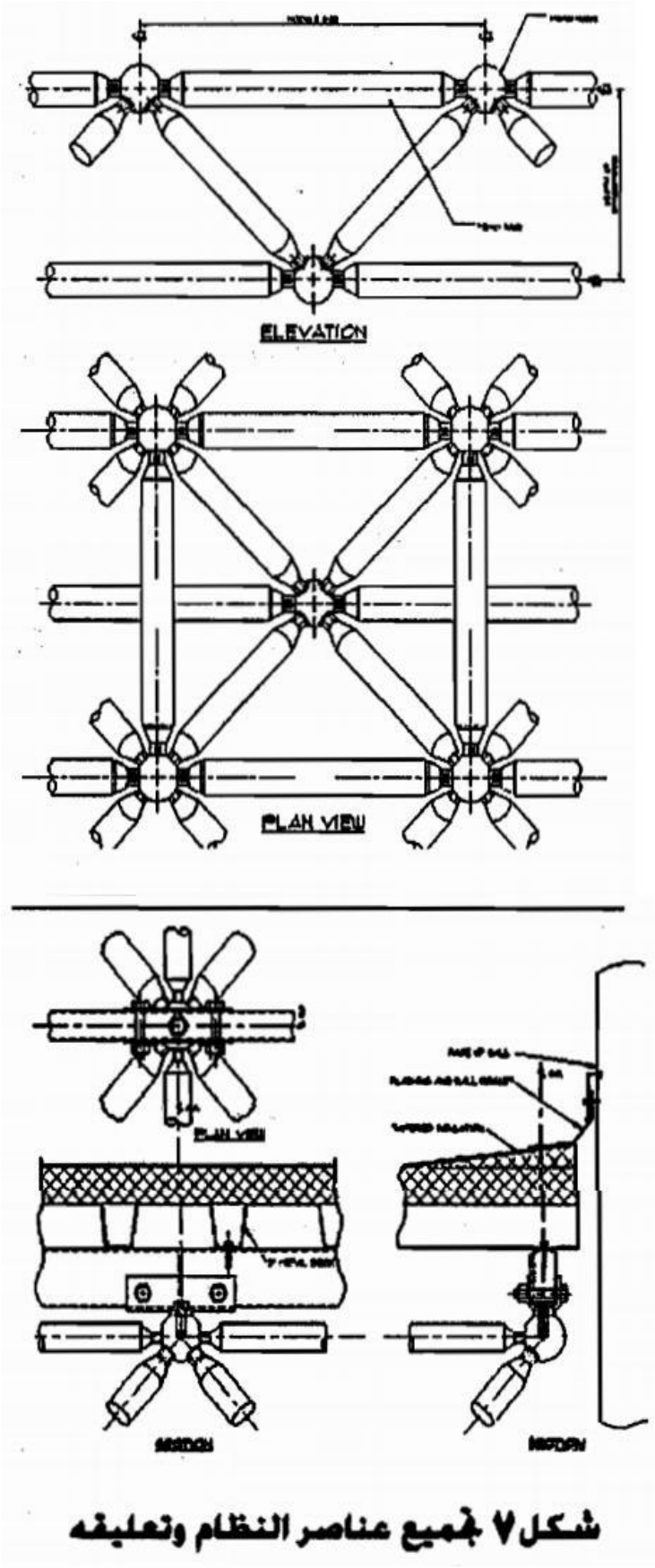
والنظام مكون من عنصرين فقط: (الوصلة المعدنية– العقدة node) (والعضو الأنبوبى member) يُسْتَنَدُ ثباتهم وتصميمهم على قوانين الطبيعة البنيويّة الأساسية غير القابلة للتغيير، وتتعاقب أطوال الأعضاء بواسطة هذا العَامِل دّاخل اطار هندسيّ، ويوضح هذا شكل رقم ٨ (مرجع ١١).

٢–٣– الوصلة المعدنية The MERO Node

(مرجع٩ –ص٤):

تحورت الوصلة عن المكعب، ولها ٢٦ وجه، ثمانية منهم مثلثات متساوية الأضلاع، وثمانية عشرة منهم مربعات، وعلى أى حال وللدواعى العملية والإقتصادية فالوصلة تصنع بالفعل من كرة تشكل مساحات مستديرة، كما لو كان اقتطع من المكعب ثمانية عشر مساحة دائرية، وهذا وحده هام للتطبيقات العملية، فالمساحات الدائرية على مسافة مضبوطة من مركز الكرة، وفى منتصف هذه المساحة يوجد ثقب مقلوظ بحجم معين، تتقاطع إحداثيات كل الثقوب المقلوظة فى مركز الوصلة، والتى تحدد بدورها درجات الزوايا 45ْ، 60ْ، 90ْ، 120ْ، 135ْ و180ْ.

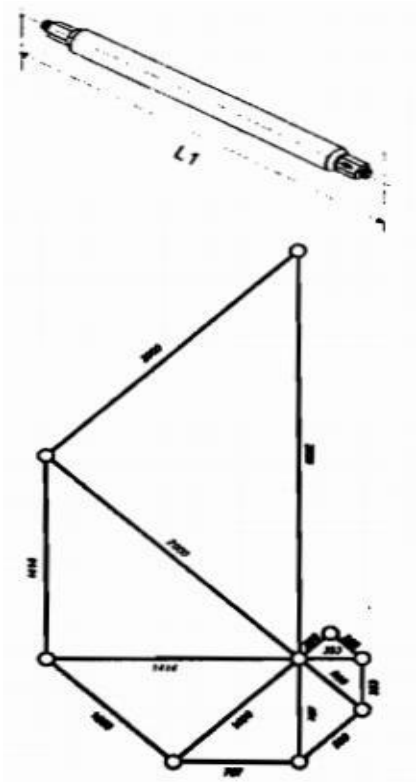
وتعتبر زوايا محاور الوصلة بالنسبة لبعضها هى نفس زوايا المكعب فى المستوى القطرى مثل 90ْ، 60ْ،45ْ، والأشكال الموضحة تشتق من المكعب وشكلت بناء على وصلة ميرو القياسية، وباستمرار



شكل٧ جميع عناصر النظام وتعليقه

إضافة الأشكال المختلفة يمكن تكوين العديد من الهياكل الفراغية، وهذا يعنى أن كل منشآت الهياكل الفراغية space frame يمكن أن تجمع بوصلات قياسية وبحد أقصى طولان مختلفان من المواسير، أما الوصلات الخاصة للزوايا المختلفة أو الثقوب الإضافية فتكون فى حالات استثنائية قليلة، مما يعنى أنه بإنتاج عدد قليل من الأجزاء يمكن أن نحصل على عدد كبير من الإمكانات للتصميم والاستخدام.

٢-٤- العضو الأنبوبي member (مرجع٩- ص٥):



شكل ٨
العضو الأنبوبى وطوله القياسى

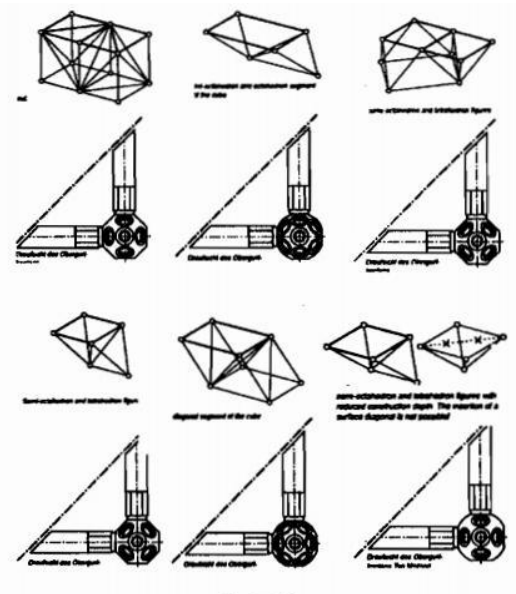
فى هذا النظام وعند تجميع النهايات فى كل طرف تمر قوى التوتر أو الضغط tensile or pressure forces خلال الوصلة، ويتعاقب تكرار الأعضاء والوصلات فى تسلسل هندسى بهذه الطريقة، وقد صمم مقاس طول الماسورة من مركز الوصلة إلى مركز الوصلة فى طول قياسى L1 وتكرار المزيد من الأعضاء والمواسير ينتج وحدة قياسية مضبوطة، ولقطر الماسورة تأثير على البحر المنشأ، ويجب وضعه فى الاعتبار مع طول الماسورة، فالعلاقة عكسية بين سمك الماسورة وعدد الأعضاء والوصلات المستخدمة بالقياس الى مساحة وبحر المنشأ، والاستعانة بالجداول القياسية التى يوفرها دعم النظام يجعل التنفيذ ميسورا، ويضيق حجم البحث عن تضمين نماذج لهذه الجداول ولكنها تحدد العلاقة والأبعاد بين شكل الهيكل الفراغى ونوع الوصلة المستخدمة وقطر الماسورة وطولها وسمكها ونوع الخامة المنفذ منها النظام.

٢-٥- أساسيات هندسية (مرجع٩- ص٦):

على الرغم من أن الهياكل الفراغية لميرو لها طابع جمالى، فهو ليس بالعامل الهام فى قواعد النظام، فمن الضرورى الالتزام بضوابط الطريقة الإنشائية للنظام واختيار التصميم الذى يحقق متطلبات الأمان والمنفعة serviceability الحمل الواقع على الهيكل الفراغى عادة ما يتكون من الحمل الميت والحمل الحى- أو ما يمكن تسميته بحمل الشغل، وعادة الحمل الواقع يمر عبر الهيكل الفراغى خلال الوصلات nodes، وتصميم الأعضاء —المواسير- لمقاومة حمل الثنى يكون مفيدا فقط فى حالات مثل تعليق الإضاءة، المعروضات، البضائع، المنقولات، فى تجهيزات المحلات.

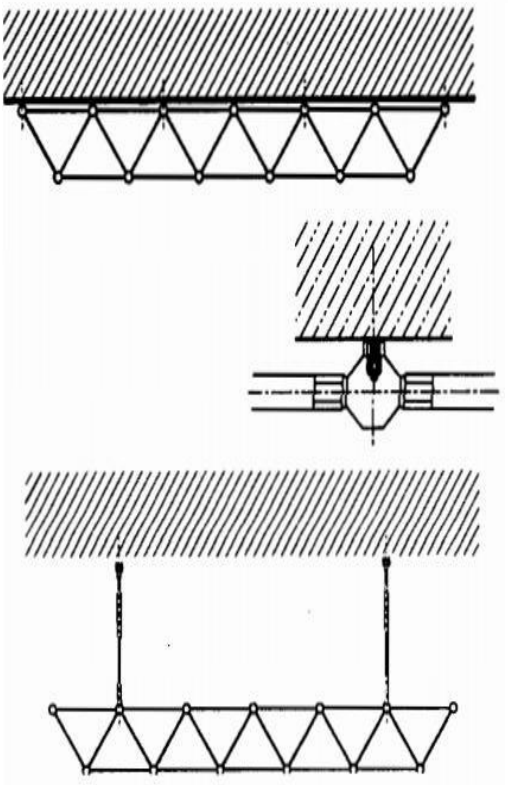
وبالإضافة إلى عمق الإنشاء وتوزيع الأحمال فموضع حمل (رفع) الهيكل الإنشائى مهم بالنسبة للحصول على بحر صافى للمنشأ، والتحميل المثالى هو ما يكون من الجهات الأربع، وكل نقطة عند حافة الأعضاء

chords تكون إما محمولة أو معلقة supported or suspended، وهذا يعنى أن هيكل الجمالون يكون حمله مؤمنا من اتجاهين، بحر الهيكل الفراغى يكون كبيرا، علاوة على أن قدرة تحميل الأوزان تكون عالية نسبيا وبالحد الأقصى، كما يعلق suspension من أربع نقاط بالسقف، أو يحمل من جانب واحد projection، النمط الآخر الأقل ملائمة هو التحميل من ثلاث اتجاهات، وفيه يكون اتجاه التحميل واحد، وذلك يقلل من فرصة إنشاء بحور واسعة.



شكل ٩
تغير تشكيل الوصلة يغير من شكل الجسم الفراغى

الشكل المثالى يستطيع احتواء الأحمال الرأسية وكذلك قوى القص الجانبية lateral shearing forces معا، علاوة على إمكانية تجميعه من المكونات القياسية للنظام فلا يتطلب تركيبات خاصة، ويجب الاهتمام بوصلات التقاء السقف مع العمود Mast nodes عندما يربط العضو الوترى للسطح مع العضو الوترى للفراغ فى نقطة النهاية الطرفية nodal point، كما أن الركائز المثبتة تستوعب كلا من القوى الرأسية وقوى القص الجانبية، ويمكن تثبيتها فى كل من أساسات الأرضية والهيكل الفراغى على السواء، وركائز التثبيت تتكون غالبا من ماسورة دائرية وقاعدة من الصاج، ووصلة ميرو M12 وبعض وصلات لتشبيك الماسورة، والركائز البندولية Pendulum Support لا تحتوى على وصلات جاسئة rigid وتتحمل فقط القوى الرأسية، أما قوى القص الجانبية فيمكن احتواؤها خلال الأمتداد الأفقى الذى يحدث عن طريق المباعدة عن الحوائط.



شكل ١٠
بعض طرق تعليق النظام فى السقف

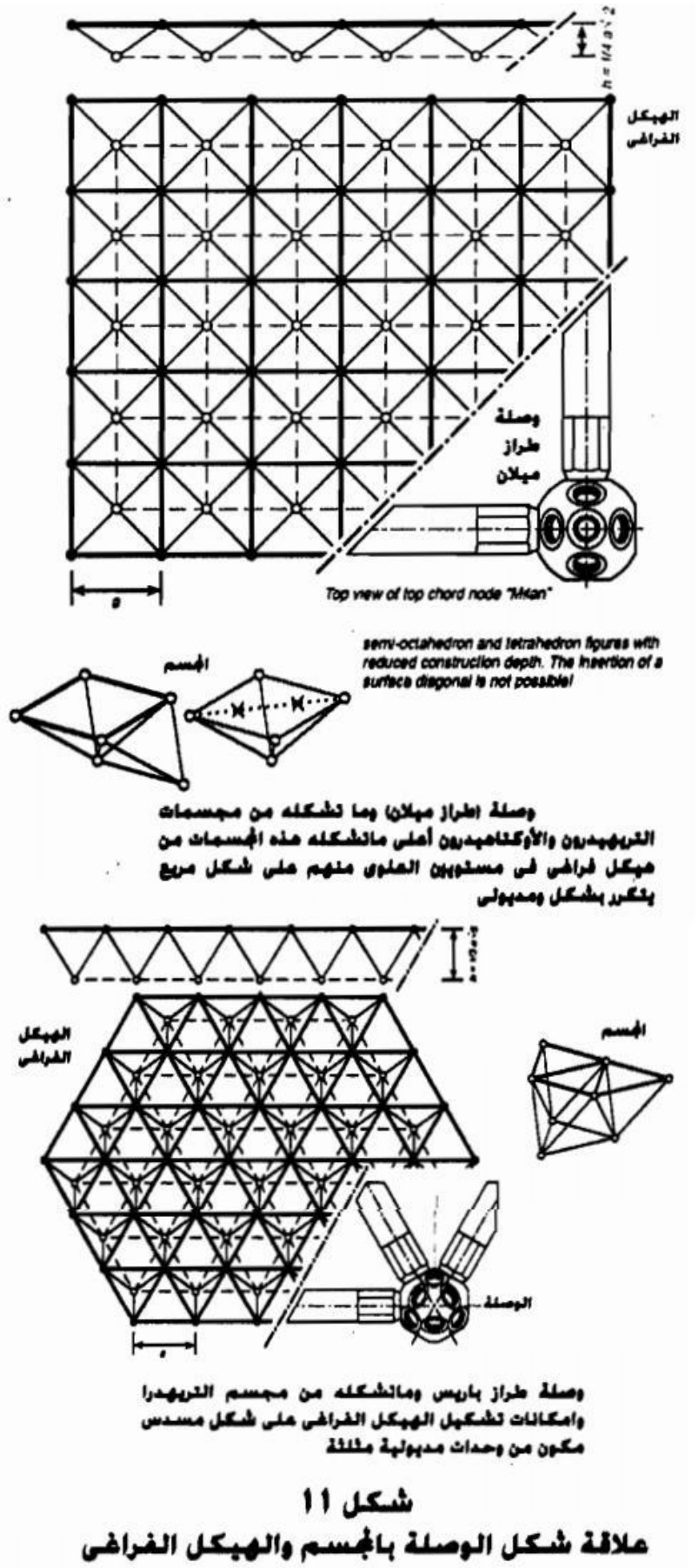
٢-٦- تجميع الهيكل الفراغى (مرجع٩- ص١١):

كون العناصر الإنشائية محدودة العدد، وأسلوب التجميع متريا فى متناول اليد، وباستخدام أدوات تجميع قابلة للنقل، ميزات جعلت هذا النظام عمليا، وهناك ثلاث طرق أساسيّة للتجميع:

تشييد كابولى Cantilever Erection: تجمع المواسير يدويا على الأرض بالبدء بنقطة تحميل واحدة، وتقام من نقطة إلى أخرى فى الفراغ فى صفوف فى شكل الشبكة المعدنية، وطريقة التجميع بعمل كابولى يسهل عملية التجميع عندما لا يكون من المتيسر استخدام معدات الرفع فى الموقع الأرض ثم ترفع الى موضعها يدويا باستخدام معدات رفع، ويُمْكِنُ لهذه الطريقة أن تضاف إلى أسلوب التجميع بالكابولى طريقة التجميع على الأرض:

الثقوب الإضافية فتكون فى حالات استثنائية قليلة، مما يعنى أنه بإنتاج عدد قليل من الأجزاء يمكن أن نحصل على عدد كبير من إمكانات للتصميم والاستخدام.

١- يتم تجميع الهيكل الفراغى بأكمله خارج الموقع النهائى للتشييد، ثم توضع على الأعمدة أو أماكن التثبيت بواسطة معدات الرفع المناسبة ويتم وصلهم، ويمكن تعليق الهيكل الفراغى بأحد أسلوبين:



شكل ١١
علاقة شكل الوصلة بالجسم والهيكل الفراغى

- **التعليق بالقرب من السقف**، بواسطة مسمار مقلوظ (يمكن أن يثبت فى الحائط)، ويتوقف على تصميم انشاء وصلابة السقف consistency، ويمكن تثبيته بطرق التثبيت التقليدية conventional dowels، مع مراعاة مواصفات المنتج المرتبطة بقيم التمدد.
- **التعليق السريع التقليدى**: بأسلاك ضبط الإرتفاعات، ويستخدم لتثبيت الهيكل الفراغى أو السقف القياسى المفرد، وأقصى بعد عن السقف هو متر، وأى اختلافات فى ارتفاع السقف يمكن تعويضها بواسطة ضبط الأسلاك.

التجميع بالتقسيم: يتم تجميع الهيكل الفراغى من المواسير والوصلات على على الأرض ثم ترفع الى موضعها يدويا باستخدام معدات رفع، ويُمْكِنُ لهذه الطريقة أن تضاف إلى أسلوب التجميع بالكابولى.

طريقة التجميع على الأرض: يتم تجميع الهيكل الفراغى بأكمله خارج الموقع النهائى للتشييد، ثم توضع على الأعمدة أو أماكن التثبيت بواسطة معدات الرفع المناسبة ويتم وصلهم.

ويمكن تعليق الهيكل الفراغى بأحد أسلوبين:

١- التعليق بالقرب من السقف، بواسطة مسمار مقلوظ كما فى شكل ١٠ (يمكن أن يثبت فى الحائط كما فى شكل ٧)، ويتوقف على تصميم انشاء وصلابة السقف consistency، ويمكن تثبيته بالطرق التقليدية conventional dowels، مع مراعاة مواصفات المنتج المرتبطة بقيم التمدد.

٢- التعليق السريع التقليدى: بأسلاك ضبط الإرتفاعات، ويستخدم لتثبيت الهيكل الفراغى أو السقف القياسى المفرد، وأقصى بعد عن السقف هو متر، وأى اختلافات فى ارتفاع السقف يمكن تعويضها بواسطة ضبط الأسلاك.

ثانياً: المناقشة:

لعمل الموازنة والمقارنة بين كل من نظام المشربية الأسلامى ونظام هيكل ميرو الفراغى M12 اللذان سبق دراستهما، لا بد من مراعاة اختلاف العديد من العوامل التى سبق الاشارة اليها مثل عوامل اختلاف الخامة المنفذ منها كل نظام، وكذلك زمن التنفيذ وبيئته وهدف التصميم والتقنية المستخدمة والخلفية الهندسية العلمية، وسنعتمد على المعايير التصميمية Design Criteria للمنتج أو النظام، وهى الأداة الأساسية لقياس مستوى الأداء Performance، أى قابلية التصميم للوفاء بمتطلبات مستخدميه، طبقا لمعايير تراعى احتياجات مستخدمى هذه الأنظمة، ويمكن تلخيصها فى النقاط التالية:

١- المعيار التخطيطى Planning Criteria:

يهدف هذا المعيار إلى تحديد موقع الهيكل المنشأ ومساحته، واختيار المكان المناسب لطبيعة النشاط ومدى ملاءمته للأنشطة الأخرى المجاورة، وترجح كفة نظام المشربية فى هذه الجزئية حيث أنها تخطيطيا تنتمى الى المساحة المعمارية المركبة عليها، فى الوقت الذى يتعذر الحكم على الثانى بعيدا عن حالة تركيبه على الرغم من اختلاف الهدف والوظيفة.

٢- المعيار الوظيفى Functional Criteria:

أن يكون كل جزء فى الهيكل الانشائى فى حالة توازن تحت تأثير الأحمال الواقعة عليه، ولا يتحقق ذلك إلا من خلال ملائمة خامة المادة (وقطاعاتها) للهيكل الانشائى، كما أن تحقيق الغرض الوظيفى على الوجه الأمثل يلعب دورا أساسيا فى رضا المستخدمين من خلال سهولة الاداء الوظيفى وييسر الاستخدام وكفاءته، والكفاءة التصميمية Functional Efficiency هى كون التصميم ينتج عن أقصر البدائل وأسرعها وأقلها

استهلاكا للوقت والجهد، وإذا كانت ظروف التصنيع المتطورة تسمح لمكونات الهيكل الفراغى المعدنى بتحمل قوى أكبر كثيراً من وزنها المطلق، فيمكن تحديد الكفاءة الإنشائية وقياسها للمكونات الإنشائية من قيمة النسب بين مقاومة الاجهادات لوحدة مساحة القطاع إلى الوزن الإجمالى لوحدة الحجم وليست كثافة المادة، وتزيد هذه النسبة بزيادة الكفاءة الإنشائية للمادة أو مكوناتها، ومواد ومكونات الهيكل الفراغى المعدنى يمكن اتصافها بخاصتين هما:

- القدرة على نقل ومقاومة الأحمال سواء كانت شدا أو ضغطا.
- قلة الوزن الإجمالى لوحدة حجم الهيكل الفراغى أو العنصر الإنشائى.

ونرى أن نظام المشربية يفوق وظيفيا نظام ميرو واستمراره لقرون عدة يؤكد هذا.

٣- المعيار الجمالى Aesthetic Criteria:

تعنى ارتباط أعضاء أو أجزاء الهيكل الفراغى بعضها البعض، إلى جانب ارتباط هذه الأجزاء بالهيكل الانشائى العام، فى علاقة متوازنة ومتوائمة مع الوظيفة الاستخدامية، وتوافق المظهر الجمالى للمنشأ مع المفاهيم التشكيلية الخاصة بالمادة ولونها وملمسها وتكوينها، من حيث عناصر التصميم الأولى كالخط والنقطة والمساحة والملمس المرئى للسطوح، أو مبادئ التصميم كالاتزان والتكرار والتماثل ..إلخ، كما أن لشكل العنصر تأثير على تحمل الاجهادات والعوامل الجوية المختلفة، ملاحظة تجانس الأبعاد الأفقية والرأسية لتحقيق المتطلبات الوظيفية والجمالية، ويظهر التطور العلمى والتكنولوجى فى الإنشاء فى مواد وعناصر الهياكل الفراغية ونظرياتها المتطورة وتتنوع فيها القيم الجمالية وتتناسق فيها مختلف العناصر المؤثرة على التصميم مثل:

- الحيز الفراغي المحيط
- المفردات الحسية العمرانية والقيم الجمالية
- الشخصية المعمارية للمنطقة
- المعالجة التشكيلية
- قوة الانطباع التصوري البصري

وأرى أن جماليات نظام المشربية يفوق جماليا نظام ميرو، وان كان كلاهما قد تم توظيفه جماليا فى العديد من التصميمات المعمارية وتصميمات الأثاث على السواء لإكسابها طابعا خاصا.

٤- معيار الحركة Accessibility Criteria:

الحركة من العوامل الواجب مراعاتها فى تصميم الهياكل خاصة داخل الحيزات المفتوحة كالشوارع والميادين، حيث تطلب سهولة الحركة حول وداخل التصميم، واذا كانت كفة النظامين متعادلتين حاليا فإن بدايات نظام المشربية لم يكن معيار الحركة متحققا بكفاءة.

٥- معيار الأمان Security Criteria:

يحتاج المصمم الى الاهتمام بتوفير عنصر الأمان، خاصة فى الهياكل الفراغية المعدنية المفتوحة، نظرا لتواجد أعداد كثيرة فى بعض أوقات الاستخدام، فعادة ما يؤدى الزحام إلى مشكلات وتحميل اضافى على المنشأ، وتختلف المواد فى قدرتها وخصائصها على تحمل الاجهادات والأحمال المختلفة المؤثرة على الهيكل الانشائى ومقاومة المكونات والعناصر لعمليات الاتلاف، فلابد أن يكون للأجزاء القدرة على مقاومة التحطيم ونزع الأجزاء، وفى هذا الجزء أيضا نرجح نظام المشربية على الرغم من قيام عامل الأمان فيه على الحدس والخبرة العملية أكثر من الحسابات الهندسية.

٦- معيار المتانة Durability Criteria:

يهتم هذا المعيار باستخدام مواد على درجة من المتانة تتحمل التخريب، مع مراعاة العمر الافتراضى للمنشأ، والاستدامة Sustainability، وأثر العوامل الاقتصادية عليه عند اختيار الخامات الأساسية أو البديلة، وكذلك العوامل المناخية وأثارها، كما يراعى عمل اتصال جيد بين الأساسات وبين الهيكل الفراغى، ولذا تقاوم تأثير القوى العرضية من خلال التقويات المائلة بين أركان الأعمدة، وفى هذا المعيار ترجح كفة نظام ميرو لاستخدام الخامات المعدنية التى تفوق خامة الخشب متانة.

٧- معيار الصيانة Maintenance Criteria:

عامل الصيانة من العوامل الهامة فى التصميم، فيجب أن تكون المكونات سهلة التنظيف والاستبدال فى زمن قياسى نسبةً إلى الجزء المطلوب استعاضته، وفى هذا المعيار ترجح كفة نظام ميرو.

٨- معيار كفاية الخدمات Services Efficiency Criteria:

يجدر بالتصميم أن يتضمن الخدمات المطلوبة، أو التى يمكن إلحاقها بالوظائف الأساسية له، كإضافة لوحات إعلانية، أو سلال مهملات وكبائن التليفونات، وما إليها وفى هذا المعيار يرجح نظام ميرو.

٩- معيار التوافق البيئى Environmental Compliance Standards:

من الأهداف التصميمية توفير بيئة جميلة تستجيب لكافة المتطلبات الإنسانية الوظيفية والنفسية، والتوظيف الأمثل للمنشأ يثرى الإحساس بالترابط والانتماء الاجتماعي، وذلك بتحقيق متطلبات المناخ والموقع مثل أشعة الشمس وميولها ودرجة الحرارة والرياح والعواصف الرملية والأمطار، ودراسة حركة الهواء وتخلخله أفقياً ورأسياً، وفى هذا الجزء نرجح نظام المشربية فهو نتاج احتياجات تصميمية للتوافق مع البيئة المحيطة.

١٠- المعايير الاقتصادية Economic criteria:

يمكن تحقيق قيمة اقتصادية بتقليل الانفاق على تصنيع المنشأ، من خلال تطبيق أساليب سبق التجهيز والمديولية والاقتصاد فى عمليات وخطوات الإنتاج، والاقتصاد فى الخامات بتحقيق الكفاية دون اكثار، ومن متطلبات الاقتصاد فى تصميم المنتج (مرجع رقم ٣):

- اقتصاد فى الوقت: تقليل الوقت (الزمن) عند الإنتاج والنقل والتركيب.
- اقتصاد فى النقل: تقليل الوقت عند النقل.
- اقتصاد فى الحيز الفراغى: تنظيم الحيز الفراغى لتحقيق أكبر قيمة نفعية للمكان.

وفى هذا المعيار يرجح نظام ميرو.

١١- سمات مشتركة بين النظامين (مرجع رقم١ ومرجع رقم ٥):

١١-١- بساطة تصميم العناصر والأجزاء، "بحيث يؤدي كل عنصر وظيفته الجزئية Function في إطار الوظيفة الكلية للنظام".

١١-٢- سهولة فك وتركيب أجزاء النظام أثناء وبعد إجراء عملية الصيانة أو النقل.

١١-٣- ملاءمة مكونات وعناصر وحجم النظام لطبيعة المكان وظروف الأداء الوظيفى، وتحدد مواضع العناصر في المنتج تبعا لأهميتها Hierarchy وصلاتها الشكلية والوظيفية.

١١-٤- تحقق المواءمة الأرجونومية بين أبعاد جسم الإنسان والمنشأ.

١١-٥- إمكانية تجزئة وحدات التصميم الكلية إلي وحدات جزئية (نمطية) تسمح بفكها وإعادة تركيبها دون إتلاف العناصر.

١١-٦- إمكانية التنوع في بدائل التكوينات لتلبية الوظائف المتنوعة، وتنظيم العناصر لعمل أشكال متعددة التوافقية Modulation لأنظمة مختلفة من خلال عدد معين من العناصر (مرجع رقم١ ص٩٤).

١١-٧- الاقتصاد في الوقت والجهد وإمكانية الإنتاج الكمي.

١١-٨- التوافق البعدي والشكلي للوحدات Standardization، مع مراعاة نسب السماحات والتفاوتات Tolerance في تشكيل وتركيب العناصر لتيسير تجميعها.

١١-٩- إمكانية الإحلال والتبديل بتوفير عناصر بديلة (Possibility of Substitution)

١١-١٠- إمكانية الامتداد المستقبلي بإضافة وحدات وعناصر جديدة في اتجاهات وزوايا مختلفة.

١١-١١- تناسب أبعاد Dimension وأحجام العناصر مع وظيفتها والأحمال الواقعة عليها.

ثالثاً: الخلاصة والنتائج:

١- يتضح من الدراسة المقارنة اعتماد النظامين على نفس الفكرة التصميمية، فى بناء الشكل وهندسية تكرار العناصر، وهى وجود عناصر (برامق فى نظام المشربية- أعضاء أو مواسير فى نظام ميرو) ويتم تجميع هذه العناصر بواسطة كرة تتوسط هذه العناصر واذا كان نظام ميرو يمتاز بالبناء الهيكلى فى مستويين فهذه أيضا يمكن تحققه فى نظام المشربية كما يمكن استلهامها بتخيل العناصر بالاسقاط.

٢-السمات المشتركة بين النظامين تؤكد سبق فكر التصميم الاسلامى فى ابتكار المنتجات ذات نظم البناء التجميعى تأسيسا على خليفة هندسية تتيح التكرار للوحدات في شبكة مديولية، ويضيق حجم البحث عن تأكيد هذا فى مجالات تصميمية متنوعة.

٣-وحدات نظام المشربية تختزل الجمال لصالح الوظيفة والبناء الفني يستلهم عناصر (الارابيسك) بكل مكوناته في التنظيم من حيث التكرار والايقاع والتناوب الخ.

٤-نظام الهياكل الفراغية M12 نظام انشائى نمطى قياسى standardized- يتكون من أجزاء مديولية مرنة تجمع مشكلة هيكل فراغى متزن من مستويين، باستخدام الأشكال الهندسية مثل المكعب وثلاثى ورباعى السطوح وشبيهاتهم.

٥-تحورت الوصلة فى نظام ميرو M12 عن المكعب، ولها ٢٦ وجه، ولا يتم ثقب وقلوظة كل هذه الأوجه ولكن يتم انتاج طرز من الوصلة كل منها يشكل مجسما يتيح عند تجميعه تكوين هيكل فراغى ذى شكل معين حسب التصميم المطلوب.

٦-العلاقة عكسية بين سمك الماسورة وعدد الأعضاء والوصلات المستخدمة بالقياس الى مساحة وبحر المنشأ فى نظام ميرو الفراغى M12.

٦- المراجع:

١. د.أحمد عمر بدوى، نظام البناء التجميعى فى تصميم المنتجات، مجلة علوم وفنون، يناير ١٩٩٨.

٢. د.ثروت عكاشة، القيم الجمالية فى العمارة الإسلامية، دار الشروق ١٩٩٤.

٣. د.على رأفت، ثلاثية الابداع المعمارى، الإبداع الانشائى فى العمارة، مكتبة كونستلت- القاهرة- ١٩٩٧.

٤. د.محسن محمد عطية، موضوعات فى الفنون الاسلامية- مكتبة النهضة المصرية ١٩٩٩.

٥. د.محمد عبدالله رضوان، لنظم سابقة التجهيز كأحد الأساسيات التصميمية لعمليات التأثيث والإنشاء المعدنى، مجلة علوم وفنون، جامعة حلوان، أبريل ١٩٩٩.

6- Creswell .K.A.C, Early Muslim Architecture, Oxford 1932.

7- Gohn Macsai, Dr. and others housing, John Miley and sons, New York, 1976.

8- Dr. Hossam Aboulfotouh & Dr. Gamal Abdelhameid, Retrieving THE DESIGN METHOD OF THE ISLAMIC DECAGONAL GIRIH PATTERNS Proceedings of the 3rd International Conference of the Faculty of Fine Arts Alexandria University, 2007.

9- System and Function Appendix A Technical Documentation for space Frames, Geometry, Structural Details Edition 1999.

10- http://egypteng.com

11- http://www.meroform.com/englisch/neu_e.htm

12- http://www.ntb.ltd.uk/displays/t_meroform.htm

13- http://www.exhibitsinc.com

14- http://www.aepacific.com/index.html

15- http://www.z-house.com/main.htm

16- http://newsvote.bbc.co.uk/mpapps/pagetools/print/news.bbc.co.uk/hl/arabic/world_news/newsid_639..../639.149.stm

17- http://www.corusconstruction.com/en/reference/teaching_resources/architectural studio_reference/design/space_grid_structures/brief_history_development system.

18- http://www.hdgonline.net/index.php?id=3619&tx_hdgcategories_pi1%5Bparent

19- www.bookrags.com/wiki/Mero-schmidlin