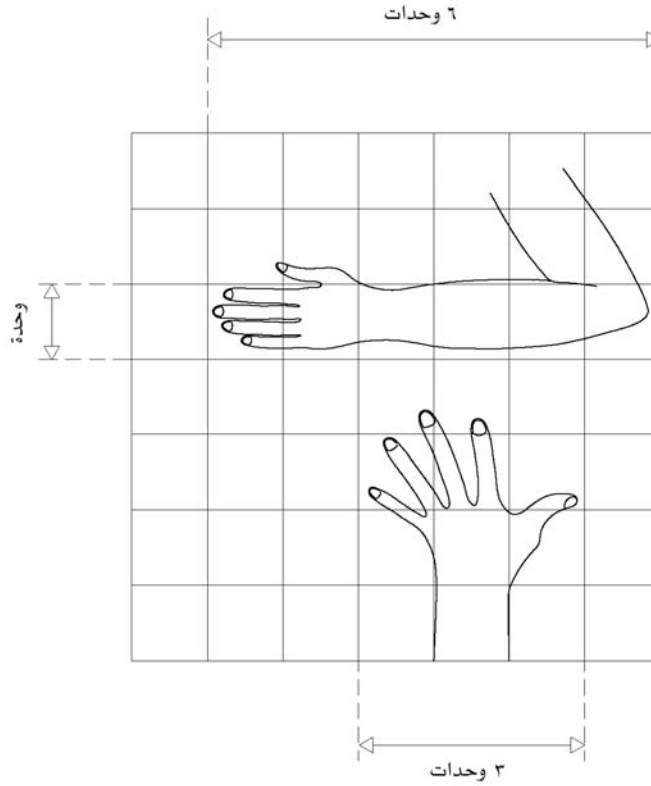


# الفصل الأول

## المكونات المعيارية وأسس تصميمها وإنتاجها

إن استخدام الوحدات أو المكونات المعيارية في تنفيذ المباني قديم قدم الحضارات الإنسانية، كما دلت على ذلك الكثير من شواهد الحضارات القديمة، فقد استخدم الطوب بوصفه وحدات معيارية في البناء منذ أن عرف الإنسان أسس البناء. وقد أشارت الدراسات إلى أن الوحدات التي استخدمها الإنسان في القياس تم اشتقاقها من الجسم البشري (الشكل رقم ١)، وهذا ما أكدته الاكتشافات في عدد من مدافن قدماء المصريين في (ممفيس) منذ أكثر من ثلاثة آلاف سنة قبل الميلاد [Nagarjan 1976 و Baicje and Williman 2000].



الشكل رقم (١): وحدات القياس الطولي المشتقة من أعضاء جسم الإنسان (الوحدة = ١٠٠ ملمتر).

وفي المجتمعات الإسلامية أخذت المعايير شكلاً جاداً، خاصة في الأمور التي تخص البناء ومراقبة نوعية وجودة مواده، حيث كانت من مهام المحتسب الإشراف على ذلك، فقد كان لديه - على سبيل المثال - قالب من الخشب المتين يستخدمه لمعايرة القوالب التي يستخدمها صانعوا مواد البناء والبناءون [الحصين ٢٠٠٣].

وبتطور صناعة البناء انتقلت طرائق البناء من استخدام المواد بصورتها الأولية إلى استخدام العناصر والمكونات المصنعة، إلا أن التطور الصناعي والإنتاج الغزير لمواد البناء الحديثة، أدى إلى ظهور مشكلة ضعف انسجام وتوافق بعض مواصفات أداء هذه المنتجات وتلاؤمها مع متطلبات واحتياجات المستخدم [Ehren Kranz 1989] و [Rittern and Nuelsoen 1987]؛ مما أدى إلى زيادة الاهتمام بوضع المعايير والضوابط التي تضمن إنتاج مواد البناء ومركباته التي تحقق الوظائف التي أنتجت من أجلها، وتفي بمتطلبات المستخدمين، من حيث مستوى الجودة، وكفاءة الأداء، والمتانة، وطول عمرها الافتراضي.

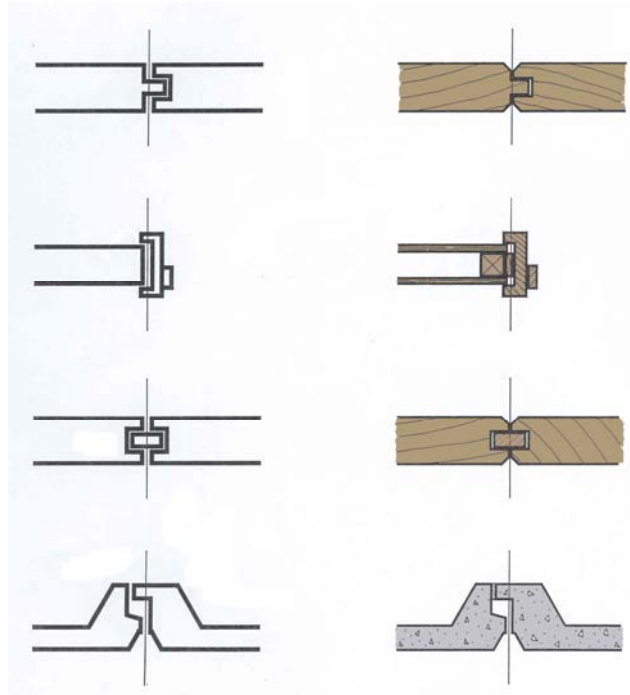
### أسس تصميم المكونات المعيارية

تتوفر الكثير من العناصر والمكونات والوحدات الأساسية لتنفيذ المباني السكنية في المملكة، إلا أن استخدامها يتم دون الالتزام بجميع ضوابط المعايير وشروطها السليمة، كإجراء الاختبارات اللازمة للتأكد من ملاءمتها للبيئة، واستيفائها لمواصفات الأداء، ومتطلبات الاستبدال والصيانة، وتحقيق مستوى الجودة. كما أن تصميم العديد من المساكن في المملكة يتم دون الالتزام بالنسق المديولي الضابط لأبعاد الفراغات أفقياً ورأسياً؛ مما يعيق الاستفادة القصوى من استخدام المكونات المنتجة معيارياً، مثل: (وحدات بلاط الأرضيات، ووحدات السقف الداخلي، ووحدات تكسية الواجهات ... إلخ)، ويتم - نتيجة لذلك - تجميعها وتركيبها بطرائق غير سليمة ينتج عنها هدر في استهلاك المواد، باستخدام وصلات غير مخصصة لها، مما يفقدها خواصها المعيارية.

إن تصميم المكونات المعيارية وفق نظام نسقي (مديولي) يسهل إنتاجها، ومن ثم تجميعها وتركيبها في الموقع. كما أن العناية بوسائل تجميع وتركيب هذه العناصر والمكونات المعيارية في الموقع من خلال مراعاة أنظمة التوافق القياسي (Dimensional Co-ordination)؛ يسهل عملية تجميعها وتركيبها مع بعضها بعضاً من دون الحاجة إلى تغيير مقاسها (الشكل رقم ٢). وتعمل العناية بالسماح القياسي (الخلوص) (Tolerance) إلى



بما يوافق متطلبات المبنى الوظيفية، واحتياجات المالك، وضمن مقدرته المالية، من دون أن يقلقه تحديد مواصفات المكونات المستخدمة في المسكن أو جودتها. أما بالنسبة للمالك فإن استخدام العناصر والمكونات المعيارية في تنفيذ مسكنه يؤدي إلى حصوله على مسكن بجودة أعلى وسعر أقل، مع سهولة الصيانة وإبدال التالف من المكونات، واستمرار توفر قطع الغيار والصيانة بسعر مناسب، كما أنها تعني للمقاول المنفذ سهولة التجميع والتركيب، وسرعة التنفيذ باستخدام عدد أقل من العمالة، بالإضافة إلى تقليل نسبة الهدر أو الهالك من مواد البناء المستخدمة.



الشكل رقم (٣): الخلوص: فاصل بين المكونات لامتصاص التمدد والانكماش.

ويلزم لنجاح تصميم مكونات معيارية ملائمة لتصميم الوحدة السكنية، ومتوافقة مع بعضها بعضاً ومع بقية المكونات عند استخدامها في تنفيذ المسكن؛ أن تراعى المتطلبات التالية:

#### ١. المتطلبات الوظيفية:

تعنى المتطلبات الوظيفية بتحقيق حسن أداء العناصر والمكونات المعيارية لتحقيق الغرض منها لتلبية احتياجات المستخدمين، ولتلائم الخصائص البيئية والمتغيرات المناخية لكل منطقة جغرافية.

## ٢. متطلبات الجودة:

تعنى متطلبات الجودة بتحقيق معايير وخواص العوامل المؤثرة جميعها في تصميم العناصر والمكونات المعيارية، مثل: (معايير قوة المكون المعياري، ومتانته، ومقاومته للحريق، وكذلك فيما يخص خواصه الحرارية والصوتية). ويلزم لضمان تحقيق مستوى عالٍ من الجودة؛ تحديد الموصفات والمعايير الخاصة بكل عامل من العوامل المؤثرة في تصميم المكون المعياري.

## ٣. متطلبات الاستبدال

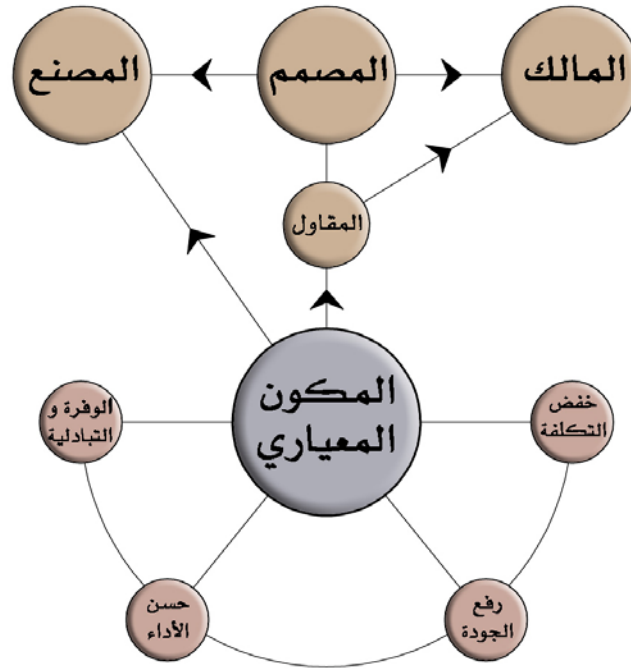
تعنى متطلبات الاستبدال بإخضاع خصائص المكون المعياري جميعها للتقييس والمعايرة، بشكل جيد، ومتوافق مع نظام النسق المديولي لتصميم المباني، وهي المتطلبات التي تمكن المصنع من إنتاج مجموعة كبيرة من العناصر والمركبات المعيارية المنسجمة في الحجم والشكل والأداء إلى حد يضمن استبدالها كلياً أو جزئياً، ويتحقق هذا المطلب عندما تكون خصائص المنتج جميعها قد أخضعت للتقييس والمعايرة بالدرجة المطلوبة.

## ٤. متطلبات التكلفة:

تعنى متطلبات خفض التكلفة بتجنب التنوع غير الضروري للمكونات، وتوجيه تصميم المكونات للاستخدام العقلاني، والتخلص من السمات التصميمية المبالغ فيها؛ وذلك بتصميم المكونات بنسق مديولي يتوافق مع الأبعاد القياسية للقطاعات والأجزاء المكونة له والمتوافقة مع الحيز الأساسي، والسماح القياسي (الخلوص) المطلوب لتسهيل عملية التجميع والتركيب، ومع نظام الوصلات المستخدمة في التثبيت.

## أسس إنتاج المكونات المعيارية

إن إنتاج المكونات المعيارية في بيئة إنتاج صناعي متحكم بها، وتوفرها في السوق المحلية؛ يمنح عدداً من الإيجابيات (الشكل رقم ٤)، فالمصنع يستخدم عمالة مدربة ومتخصصة يمكنها أن تتحكم في الجودة، مما يساهم بشكل فاعل في تجنب العيوب الصناعية، وزيادة العمر الافتراضي للمنتج، وخفض التكلفة نظراً لكون الإنتاج يتم بكميات كبيرة.



الشكل رقم (٤): إيجابيات استخدام المكونات المعيارية في بناء المساكن.

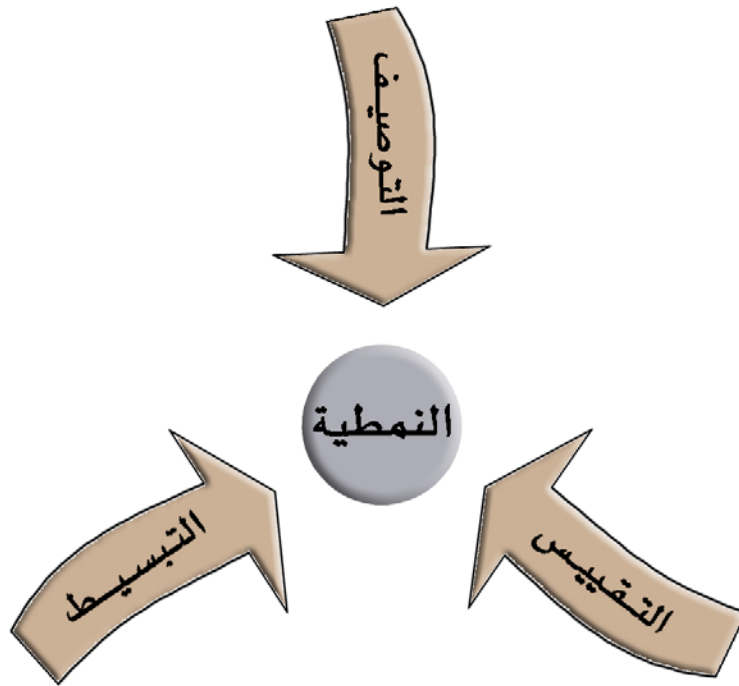
ترتبط صناعة البناء ارتباطاً وثيقاً بمجموعة من العوامل التقنية والبيئية والاقتصادية والإدارية، بالإضافة إلى تنوع وظائف المباني وأنواعها، واحتياجات المستخدمين، وظروف الموقع، والنظريات التصميمية، وتقنيات صناعة البناء الموجهة لها. وغالباً ما تصمم المساكن بواسطة أشخاص غير أولئك الذين ينفذونها. ومع تعدد الحرفيين والمهنيين المشاركين في عملية التنفيذ تحدث - في كثير من الأحيان - مشاكل تنشأ من عدم التنسيق عند تجميع ووصل عناصر المبنى ومكوناته مع بعضها، وهذا يتطلب أن تكون عناصر ومكونات المباني السكنية أكثر مرونة لتتلاءم مع بقية العناصر والمكونات الأخرى [carter 1971] و [Wilson 1971]. كما أنه من المتوقع زيادة حجم صناعة البناء والتشييد في المستقبل ليشمل المشروعات الفردية، ومشاريع الإسكان الاستثماري، ومشاريع الإسكان العامة، والإسكان التتموي، وبرامج التطوير، والاستثمار العقاري.

وأوضح تقرير محلي صادر عن شركة للتطوير العقاري "أن السوق العقارية المحلية التي شهدت طفرة كبيرة خلال السنوات الخمس الماضية لا تزال مهيأة لطفرة أكبر، خلال المرحلة المقبلة، في ظل التزايد السكاني الكبير الذي تشهده المملكة عموماً والرياض خصوصاً، والتي تصل نسبة النمو فيها إلى نحو ٨ ٪ سنوياً، ويقدر حجم الاحتياج

للوحدات السكنية نحو ٢,٩ مليون وحدة سكنية تحتاج إليها المملكة خلال الـ ٢٠ سنة القادمة بواقع ١٤٥ ألف وحدة سكنية سنوياً<sup>\*</sup>.

كما أوضح تقرير حديث لبيت الاستثمار العالمي (جلوبل) أن حجم الاستثمارات الجديدة في دول مجلس التعاون الخليجي خلال السنوات الأربع المقبلة يبلغ حوالي ٢٩٤ مليار دولار كمشاريع جديدة في مجال البناء والتشييد<sup>\*\*</sup>.

وهذا يتطلب من المماريين والمهندسين المشاركة بجد في مجال صناعة البناء؛ وذلك لتحديد العناصر والمكونات المعيارية المناسبة للمباني السكنية وتصميمها، ووضع الأسس والمعايير القياسية لتنفيذها؛ لتأسيس نظام معماري معياري يلبي احتياجات المستخدمين من حيث الأداء والجودة والتكلفة؛ كما يشجع المنتجين على تبني إنتاج المكونات المعيارية وتوفيرها في الأسواق بشكل ثابت ومستمر. ولتحقيق ذلك؛ يجب أن تتكامل وتتداخل ثلاثة عوامل رئيسية لإنجاح تصميم وإنتاج العناصر والمكونات المعيارية، وتيسير استخدامها في إنشاء الوحدات السكنية (الشكل رقم ٥).



الشكل رقم (٥): عوامل نجاح النمطية لإنتاج المكونات المعيارية.

<sup>\*</sup> جريدة الاقتصادية الإلكترونية - عقارات - الأرباع، ٢٩ صفر ١٤٢٧ هـ - (العدد ٤٥٥٢).

<sup>\*\*</sup> موقع "صانعو الحدث" ٢٠١٦/٠٢/٠١ م، (العدد ٣٢).



## المحاور الأساسية لعملية المعايرة

### المحور الأول: التوصيف:

يوفر توصيف المكونات الكثير من المعلومات الفنية التي تُعرّف متطلبات الوظيفة والأداء والشكل والحجم، ونوع المواد المستخدمة، لكي تساعد المصمم والصانع في إنتاج المكونات معيارياً؛ لذا يجب معرفة الوظائف التي يجب أن توفرها مكونات المسكن للإيفاء باحتياجات المستخدمين؛ ولهذا فإن المتطلبات الوظيفية واحتياجات المستخدمين تؤثران تأثيراً كبيراً في تصميم وإنتاج المكونات، من حيث نوعها وشكلها وحجمها وأماكن تثبيتها والمواد المستخدمة في صناعتها، بالإضافة إلى تحديد صفات أداء المكون بوصفها مقاومة للحريق، أو عزل الحرارة، أو امتصاص الصوت. ويجب الأخذ بعين الحسبان اختلاف وتنوع أشكال المكونات في تصميمها، فقد تكون ذات شكل هندسي بسيط، وهو الأفضل، أو مركبة من أكثر من شكل هندسي، كما قد تتنوع المواد المستخدمة في صناعتها. ولكل مادة صفاتها وخواصها الفيزيائية، وتركيبها الكيميائي، الذي يحدد طبيعة سطحها، من حيث اللون والملمس، وكيفية معالجتها صناعياً (قطعها وتشكيلها وتجميعها)، ومدى تأثير المكونات بعد صناعتها وتركيبها بعوامل البيئة الطبيعية (المناخ)، وتأثيرها بعوامل البيئة الناتجة عن الاستخدام الإنساني، مثل: (التلوث والضوضاء). وفيما يلي تفصيل لهذه الصفات:

#### ١. الصفات الوظيفية:

تعرف الصفات الوظيفية بأنها الخواص التي يجب تحقيقها في المكونات المعيارية، والتي ينتج باستخدامها مساكن تفي باحتياجات السكان النفسية والعضوية والاجتماعية والاقتصادية. وفي هذا السياق يمكن عدُّ ما يدور في المسكن عبارة عن مجموعة من الأنشطة المتتابعة، حيث يقوم السكان باستخدام فراغات المسكن لأداء هذه الأنشطة المختلفة، وبالتالي تقوم مكوناته بأداء الوظائف الإنشائية والبيئية التي تمكن المستخدمين من ممارسة هذه الأنشطة بتوافق ورضا، فمثلاً تتطلب غرف النوم بأن تكون معزولة عن الضوضاء ومعالجة صوتياً لتعطي جواً يشيع بالهدوء ويشعر بالراحة. كما تعتمد طبيعة المكونات وسماتها التصميمية على سلوك المستخدمين وتأثيرها بشكل كبير على بيئة المسكن الداخلية، ومن ثم على راحة الإنسان وسلوكياته والنشاط الذي يمارسه، كما تعتمد على البيئة المحيطة والعوامل المناخية السائدة

وتفاعلها معها ، فعوامل المناخ تؤثر على مواد البناء بالتجوية (Weathering) ، أو التآكل (Corrosion) ، أو التعفن (Rotting) حسب نوع المادة وخصائصها. وقد تسيطر أهمية بعض الوظائف على الوظائف الأخرى عند تصميم وتصنيع المكونات في بعض البيئات، فمثلاً في البيئات ذات المناخ شديد الحرارة أو البرودة يكون التركيز على عزل الحرارة باختيار المواد المناسبة لتلك المكونات التي تكون ضمن منظومة الغلاف الخارجي المكون من جزأين: مصمت (Solid) ، ومفرغ (Void) ، حيث تتأثر مكونات الجزء المفرغ ( كالنوافذ وأبواب المبنى الخارجية) بعوامل المناخ وعوامل البيئة التي من صنع الإنسان أكثر من مكونات الجزء المصمت؛ لأنها الأكثر ضعفاً من حيث شفافية المواد وطرائق التجميع والتثبيت، ومن ثم تحتاج إلى معالجات تصميمية وصناعية خاصة تساعد على أداء وظيفتها بكفاءة مع الاستفادة من عوامل المناخ الإيجابية، كالإضاءة الطبيعية والتهوية، وتجنب المشكلات المصاحبة، كالوهج وتسرب الحرارة، أو الغبار والحشرات والضوضاء، أو انتهاك الخصوصية وفقدان الأمن. كما يجب معرفة استخدام المكونات الداخلية للمسكن (كالقواطع والأرضيات والأسقف الداخلية) وأماكن تركيبها؛ لتحديد العوامل التي تؤثر في تصميمها، ومن ثم إنتاجها لتؤدي وظيفتها بنجاح بوصفها مقاومة للحريق، أو امتصاص الصوت، أو سهولة الحركة، وعلاقتها بالنسبة للمكونات المعيارية الأخرى. ولكن يجب على مصمم المكونات المعيارية المستخدمة في تنفيذ المساكن العناية عند إيجاد الحلول بوظائف متعددة تشمل: المناخ، وسلوكيات المستخدمين، والانطباع الذهني، والاقتصاد، فكل هذه الوظائف تتنافس في إطار الموارد المحدودة واحتياجات المستخدمين المعقدة والمفصلة؛ ولذلك يجب وجود تأسيس منطقي للخيارات المتاحة وتوظيف الموارد للوصول إلى أفضل الحلول الممكنة لتصميم مناسب للمكونات المعيارية وتصنيعها.

## ٢. صفة الأداء:

تدعم هذه الصفة ضمان نجاح أهداف الأداء للمكون بالنسبة للمساكن، من ناحية ثبات الإنشاء، والمتانة، ومقاومة التأثيرات البيئية، وردود أفعال المستخدمين [ ٨ ]، فأداء المباني له أبعاد ومستويات تقنية وبيئية تحدد مدى الكفاءة التي يؤدي بها المكون الوظائف التي صمم من أجلها، وكيفية تفاعله مع البيئة المحيطة، وتوافقه مع ما يقوم به الإنسان من أعمال وأنشطة مختلفة، فمثلاً يجب أن تغطي أرضية الحمامات بمواد لا تتأثر بالرطوبة، كما يجب أن لا تكون ملساء تسبب الانزلاق، ومن ثم يمكن إجمال ذلك في بعدين: البعد الإنساني (وهو المحدد

لأهداف ومستويات الأداء)، وكذلك في انعكاساته الإيجابية على سلوكياته وأدائه لأنشطته، والبعد التقني (وهو المحدد لمدى ملاءمة المكون لوظيفته من حيث مواصفات المواد والجودة وطرائق التجميع والتثبيت).

ويذكر تقرير المجلس العالمي لدراسات وأبحاث المباني والتوثيق [CIB 1972]: أنه مهما كانت نسبة أو مقدار الأداء الذي قد ينسب لحالة تطبيقية معينة فإن الطريقة إلى الوصول إلى معرفة الأداء تعتمد على الإلمام بالتالي:

- معرفة متطلبات مستخدمي المبنى، والذين هم: السكان، والملاك، والبنائون، وعمال الصيانة، والزوار، وخلافهم.
- الإطار (الوضع) الذي يوفر فيه المبنى ومكوناته متطلبات المستخدمين (جميع المتعاملين الذين يؤثر على الأداء بغض النظر عن أصولهم وطبيعتهم).

### ٣. صفة الاستخدام:

لا تعني كلمة المستخدم (User) المستخدم للمبنى فقط أو السكان الدائمين وزوارهم، بل تشمل عمال الصيانة والنظافة وأطرافاً آخرين لهم علاقة بالمبنى. كما أن المستخدم في هذا السياق قد يكون غير آدمي، كالحیوانات أو النباتات أو الآليات والمعدات. ومتطلبات المستخدم تشمل أوجهاً عدة، منها: الفني (التقني) والنفسي والعضوي والاجتماعي، وهذا الجانب مهم لتحديد الأهداف التي يجب أن تفي بها مكونات المبنى من الناحية الكمية. ويجب الاعتراف أنه لا يمكن إرضاء رغبات المستخدمين جميعهم بنسبة (١٠٠٪)؛ وذلك للاختلافات الكثيرة في توجيهاتهم واستجاباتهم للعوامل البيئية الداخلية والخارجية. كما أنه من غير المعقول منطقياً أو حتى عملياً الإيفاء بكل الأهداف والمتطلبات، وعليه يجب الاقتناع بقبول جزء منها.

يتم التعبير عن متطلبات المستخدم بطريقة كمية يمكن قياسها. وكذلك يمكن تقييم مكونات المبنى لمعرفة إلى أي مدى يمكنه تحقيق المعايير الخاصة بإيفاء متطلبات واحتياجات المستخدم، ولكن يجب أن لا ينسب ذلك لصفات مكونات المبنى فقط؛ ذلك لأنها لا تكون معزولة عن البيئة المحيطة بها؛ ولذلك يمكن تعريف متطلبات المستخدم بأنها الحالة والوسيلة التي يجب أن يوفرها المبنى ليخدم الغرض الذي بُني من أجله، دون النظر إلى موقعه. كما أن متطلبات أداء مكونات المبنى تُعرف كمياً بأنها الحالة والوسائل التي يوفرها غلاف المبنى

ومكوناته الداخلية، والخدمات التي يقدمها للغرض المحدد، في الموقع المحدد، للاستخدام المحدد، مما يعكس طبيعة القرارات التصميمية.

#### ٤. صفة المواد:

تقسم المواد إلى نوعين: مواد تكون في الموقع وتصنع فيه، ومواد منتجة ومصنعة خارج الموقع. فالمواد التي في الموقع (كالتربة والحجارة) تحتاج إلى فحص في المختبر للتأكد من صفتها وجودتها وملاءمتها. أما بالنسبة للمواد المصنعة، مثل: (المنتجات المعدنية والخشبية والبلاستيكية والزجاجية ومنتجات الخرسانة والدهانات وغيرها)، فيمكن تقييمها وقبولها واعتمادها عبر اعتبارات متعددة. فمثلاً يكون المنتج مقبولاً اعتماداً على الاسم أو الماركة التجارية (Brand Name) والرقم في الكتلوج المرفق، أو من خلال مواصفات المنتج المحددة لمستوى جودته من قبل المصنع، بينما يجب إخضاع بعض المواد المصنعة مثل الدهانات لعدد من الاختبارات الفيزيائية والكيميائية لمعرفة مدى مطابقتها للمتطلبات. إن طبيعة وخواص المواد تحدد الطرائق المستخدمة في تشكيكها وتصنيعها، فمثلاً: يشتمل الخشب على ألياف طولية تحدد طريقة قطعه طولياً في شكل مدادات (Joists)، كما أن طبيعة تكوينه تسمح بتقشيريه في شكل صفائح رقيقة لعمل ألواح مسطحة (Plywood)، بينما تخلط مواد مثل الطفلة والصلصال والمواد الترابية الأخرى كالأسمنت والركام بالماء لعمل عجينة تشكل بواسطة قوالب لعمل وحدات كالطوب والبلوك أو ألواح تكسية خرسانية، بعكس مواد كالحديد الذي يمكن صهره وتشكيكه بواسطة اللف الحار أو البارد (Hot-Rolled/Cold) لعمل قطاعات بأشكال مختلفة، بينما يشكل الألمنيوم بالبثق لعمل قطاعات وألواح متنوعة الأشكال، أما البلاستيك فيمكن تشكيكه بالتسخين وصبه في قوالب، أو يشكل بالبثق، أو يبسط ويقوى بالألياف الزجاجية لعمل ألواح رقيقة مسطحة أو مقوسة، أو بأي أشكال هندسية أخرى [Foster 1983]. وكل هذه المنتجات المصنعة بالأساليب المختلفة المذكورة هي الأساس في تشكيل أجزاء المكونات مثل القطاعات (Sections) والوحدات (Units) التي يمكن تجميعها (Assembled) وتركيبها مع بعض لإنتاج المكونات المعيارية، والتي يمكن بعد ذلك استخدامها في المباني.

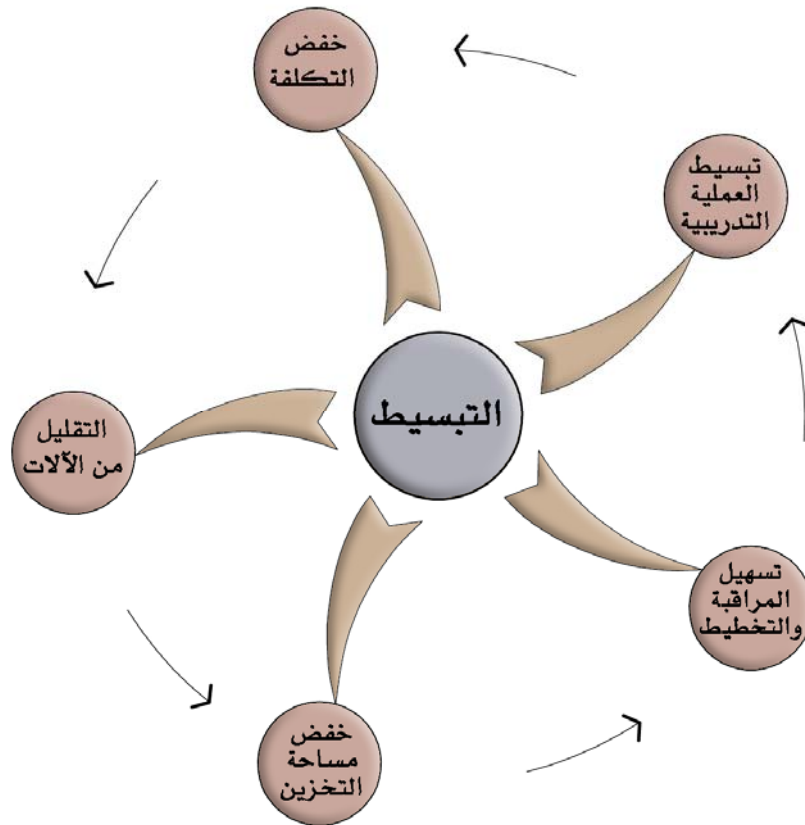
#### المحور الثاني: التبسيط:

يتحقق التبسيط من خلال البعد عن التعقيد في الشكل أو التكوين أو طريقة التجميع. وتساعد عملية التصميم والتصنيع المبنية على استخدام نظام مديولي في الارتقاء بالجودة مع

انخفاض تكلفة التصنيع والنقل والتخزين، كما تسهل عملية تجميع وتركيب العناصر والمكونات في الموقع من دون الحاجة إلى مهارة فنية عالية ومتخصصة في مرحلة التنفيذ. ويهدف التبسيط بصورة رئيسة إلى التقليل من تعدد وتنوع النماذج المختلفة للسلعة الواحدة؛ لما في ذلك من الحد من تكلفة الإنتاج وزيادة حجم المنتجات.

#### ١. الفوائد التي يجنيها الصانع من التبسيط:

- التقليل من حجم المواد الخام المخزونة، ومن ثم خفض مساحة التخزين وخفض تكاليفه.
- التقليل من عدد الآلات والمعدات وقطع الغيار؛ وذلك لخلو المنتج من التعقيد.
- تسهيل عمليات المراقبة والتخطيط ومتابعة سير خطوط الإنتاج، بما في ذلك التصميم والإعداد والتسويق.
- تبسيط العملية التدريبية للعاملين ورفع كفاءتهم في وقت قصير.
- خفض تكلفة إنتاج السلعة وزيادة حجم التصنيع (الشكل رقم ٦).



الشكل رقم (٦): إيجابيات التبسيط على المصنع.

## ٢. الفوائد التي يجنيها المستخدم من عملية التبسيط:

- انخفاض سعر السلعة وتكلفة تركيبها.
- استمرار توفر السلع في الأسواق.
- سهولة تركيبها وصيانتها.
- سرعة التنفيذ.
- توافر العمالة للتركيب والاستبدال.

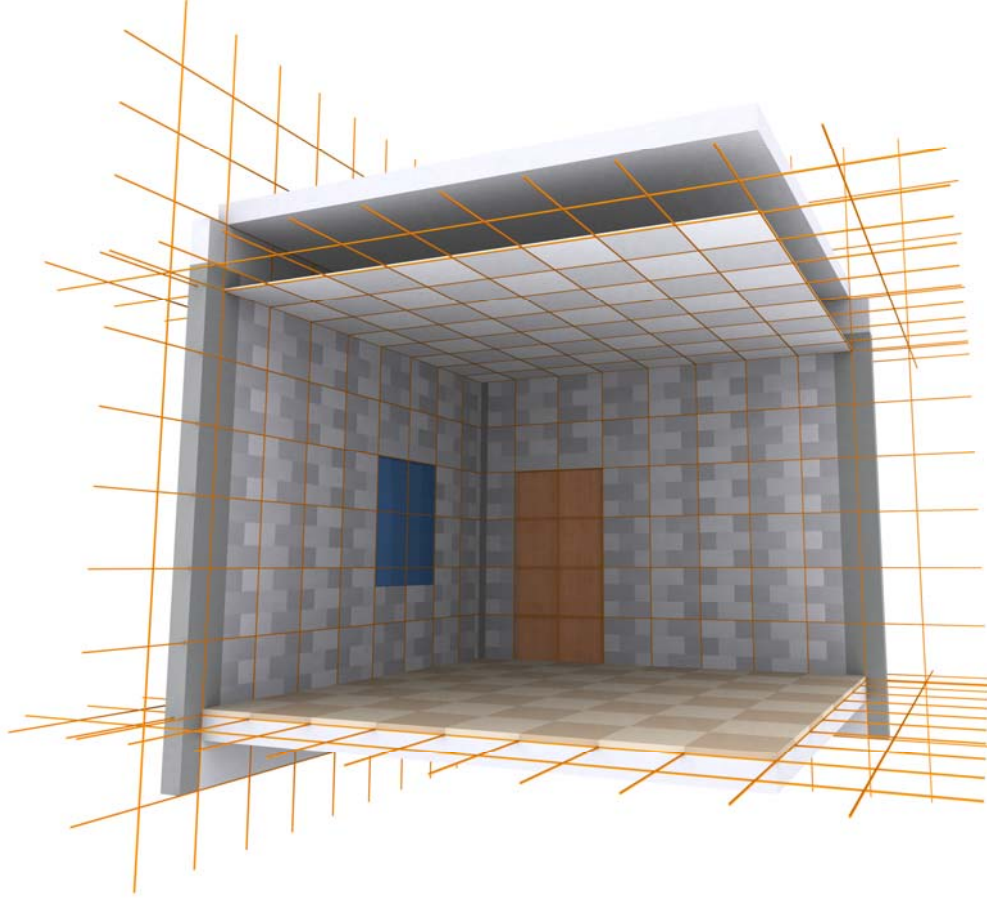
ويتحقق مبدأ التبسيط بتكامل أربعة عوامل رئيسية هي:

### تطبيق نظام النسق المديولي:

يساعد تصميم الوحدة السكنية باستخدام وحدة مديولية كثيراً في الاستفادة من المكونات المنتجة معيارياً، خاصة إذا تم اختيار المديول التصميمي المتوافق مع الوحدة المديولية المتعارف عليها من قبل الجهات العالمية، مثل: المجلس الدولي لبحوث ودراسات وتوثيق البناء [CIB1972]، وبذلك يمكن استخدام المكونات المصنعة محلياً وعالمياً بكفاءة عالية وتجميعها وتركيبها في الموقع. ويساعد استخدام المديول في التصميم على استخدام مكونات معيارية منتجة من مصادر مختلفة، كما يسمح باختيار العناصر والمكونات المناسبة للتصميم من مجموعة كبيرة تتاح في السوق، مما يعني التنافس في الجودة والسعر، بالإضافة إلى حرية الاختيار.

### التوافق بين المكونات المعيارية والنظم الهندسية:

إن استخدام النسق المديولي في التصميم ييسر عملية تكامل المكونات المنتجة معيارياً مع النظام الإنشائي للمبنى ومع مكوناته الأخرى (الشكل رقم ٧). ويعتمد ذلك على استخدام مبدأ التوافق القياسي بين عناصر المبنى المختلفة. ويُعنى التوافق القياسي بربط تقنيات الصناعة بطريقة البناء؛ وذلك من خلال موافقة أحجام ومقاسات وأشكال المكونات في الحيز الأساسي والمتاح عبر نظام مرجعي يتيح للمكون المعياري أن يتلاءم في ذلك الحيز مع المكونات الأخرى.



الشكل رقم (٧): تكامل المكونات المنتجة معيارياً مع نظام المبنى

#### تسهيل عملية التجميع والتركيب:

تتأثر عملية تجميع وتركيب عدد كبير من المكونات ذات الأحجام والأشكال المختلفة والمواد المتنوعة؛ في الموقع بشكل كبير بدقة وضبط عملية التثبيت، وطبيعة الفواصل والوصلات بين المكونات المعيارية ونظام إنشاء المبنى. ففي عملية التجميع تلتقي المكونات مع بعضها من خلال فواصل ووصلات، ولذا يجب أن تسهل طبيعة الفواصل عملية التجميع؛ وذلك بتحديد أقل مقاس ممكن لها، والشكل المناسب مع الإضافات والمكملات (الإكسسوارات) المستخدمة في تصميم المكون، فالغرض من الفاصل هو وصل المكونات المجاورة مع بعضها بطريقة تساعد على تحقيق الأداء الوظيفي لها. ويجب أن تصنف الفواصل بحسب شكلها وموضعها في المبنى، وأن تصمم الفواصل بوصفها جزءاً من التصميم الكامل للمكون؛ وذلك بضبط مقاسات المكون بواسطة الصانع، وتحديد طبيعة وخواص المواد المستخدمة في إنتاجه، ونوع وسائط التثبيت الملائمة له.

## سهولة الاستبدال:

يجب أن يتوافر في العناصر والمكونات المعيارية التماثل في الحجم والشكل والأداء وطرائق التجميع والتركيب، وإن اختلفت موادها، إلى الحد الذي يضمن ويسهل عملية استبدالها كلياً أو جزئياً، مع توافقها مع المكونات الأخرى وملاءمتها للبيئة. ولضمان إمكانية عملية الاستبدال فإنه يجب أن تتطابق أبعاد المكون والفواصل والوصلات ونوع الوسائط المستخدمة، مع مراعاة ملاءمتها للمبنى، وهذا المتطلب مهم لعملية الصيانة، ولذا يجب عند تصميم الوحدة السكنية أن يؤخذ في الحسبان البدائل المناسبة للمكونات وتوافرها في السوق؛ لضمان اختيار البديل الأنسب في حالة تعذر وجود المكون الأصلي.

## المحور الثالث: التقييس

يؤثر التقييس في نواحي الحياة اليومية جميعها للأفراد والمؤسسات بغض النظر عن نوع نشاطها، لذا فهو يعد أداة مهمة وأساسية للنجاح في مجال الصناعة والأعمال التجارية، وهو كذلك الأداء الأهم لخفض تكلفة الإنتاج. ويعد التقييس وثيقة مواصفات فنية وإدارية تحمل في طياتها بياناً محدداً ورسمياً للمعايير الضرورية للتأكيد على جودة المواد والمنتج، وملاءمته للغرض الذي من أجله صنع [Dole and Oakland 1994]. وللتقييس أهداف كبيرة ومهمة، تم تحقيقها في مجال التجارة والصناعة، ومن ضمنها صناعة البناء، وأصبح تطبيقه ضرورياً على المستويات كافة: المحلية والوطنية والدولية؛ لارتباط كل مستوى بالآخر بفعل الاتصال بين قوانين التجارة العالمية. وقد حددت اللجنة الدائمة لدراسة المبادئ العلمية للتقييس، التابعة للإيزو (ISO/ STACO) [الحصين ٢٠٠٣]؛ أهداف التقييس بشكل عام، والتي يمكن تطبيقها في إنتاج العناصر والمكونات المعيارية بشكل مباشر، وهي كما يلي:

١. توفير الشامل في الجهد الإنساني والمواد والطاقة لإنتاج وتبادل السلع.
٢. حماية المستهلك بتوفير أنواع ثابتة من السلع والخدمات.
٣. توفير السلامة والحفاظ على الصحة وعلى حياة الإنسان.



وفيما يلي استعراض للعوامل المؤثرة في تحقيق الأهداف السابقة:

#### ■ حجم المكونات:

تختلف أحجام العناصر والمكونات باختلاف وظائفها، ونوع المواد المصنعة منها، وطبيعة أوزانها وطرائق إنتاجها. وهناك عوامل أخرى يجب أخذها في الحسبان، منها: وسائل النقل، ونظام حركة السير، وسعة وطبيعة الطرق، ووسائل المناولة والتخزين في الموقع، وطرائق البناء المستخدمة. ولكن يظل الحد من هدر المواد عند إنتاج المكونات المعيارية وعند تجميعها في الموقع؛ من أهم العوامل المؤثرة في تصميمها، ويتحقق ذلك من خلال تصميم المسكن بنسق مديولي يتوافق مع المكونات التي تنتج معيارياً، حيث يتطلب تنفيذ المبنى بوصفه عملية تجميعية للعناصر والمكونات المختلفة وضع الأحجام المتشابهة بجوار بعضها بعضاً، أما إذا تنوعت أحجام المكونات التي يتم تجميعها في الموقع فإن عملية البناء سوف تسير ببطء، وستقل السيطرة والتحكم في التشكيل النهائي للمبنى. ويجب أن تصنع المكونات المعيارية بمقاسات تكون أقل في الطول والعرض من طول وعرض الحيز الأساسي الذي سوف يركب فيه، ويختلف الفارق في الطول والعرض بين المكون والحيز الأساسي باختلاف المواد التي يصنع منها المكون، وهذا الفارق في المقاسات هو الذي يسمح للمكون بالتجميع والتركيب والفك مرة أخرى، ويُعرف بالسماح القياسي (الخلوص)، كما أن السماح القياسي مهم أيضاً من الناحية البيئية، حيث يساعد في امتصاص حركة المكونات (من تمدد وتقلص) الناتجة من التقلبات في درجات الحرارة والرطوبة، وبخاصة في حالة المكونات المعيارية المعرضة لعوامل الطقس الخارجي، بالإضافة إلى أن السماح القياسي يسهل عملية الفك والتركيب عند استبدال المكونات التالفة في حالة الصيانة.

#### ■ الخصائص الفيزيائية:

أ. وزن المكونات: يتأثر وزن العناصر والمكونات بكثافة المواد المستخدمة في إنتاجها، وكذلك بحجم المنتج النهائي. وقد ساهم التطور التقني في آلات القطع ووسائل التشكيل والمواد الحديثة في إنتاج مكونات بناء خفيفة الوزن متينة ومقاومة للعوامل البيئية، وقد يساعد ذلك في تجميع وتركيب هذه المكونات في المباني بيسر، وصارت أحمالها لا تشكل أي عبء على عناصر نظام المبنى الإنشائي، أو عند المناولة أثناء عملية البناء.

ب. **طبيعة وخواص المواد:** تلعب عملية اختيار المواد دوراً حيوياً في عمليات إنتاج المكونات المعيارية. ويعتمد اختيار المواد على العديد من العوامل تبعاً لتركيبها الجزئي؛ لذا فإن طبيعة المواد وخواصها تحدد الطريقة المتبعة لإنتاج المكون من حيث القطع والوصل والتشكيل، وتحدد كذلك نظام تجميعها والوسائط المستخدمة في تثبيتها على المبنى، كما تؤثر طبيعة المواد وتكوينها الفيزيائي في تحديد خصائص العناصر والمكونات الحرارية والصوتية، وخاصة نفاذية المياه والهواء، ومدى مقاومتها للحريق، وغيرها من الخصائص، فمثلاً توفر بعض المواد قدراً كبيراً من العزل الحراري، ولكنها لا توفر الحماية الكافية من الرطوبة، وبعضها الآخر يعزل الصوت جيداً، ولكنه ضعيف تجاه الحريق وانتشار اللهب، وبعض المواد لا تحتاج إلى صيانة دورية مكثفة، مثل: منتجات الأسمنت والحجر والألمنيوم، وبعضها يحتاج إلى صيانة دورية أكثر.

ويتم تقسيم خواص المواد إلى ثلاثة أقسام:

- الخواص الميكانيكية، مثل: (الليونة، والمرونة، والقساوة، والجهد).
- الخواص الفيزيائية، مثل: (الحجم، والتمدد، والتوصيل الكهربائي، ودرجة الانصهار).
- الخواص الكيميائية، مثل: (الصدأ، ومخلفات الحريق، والأكسدة، والتآكل).

### ■ الشكل والمظهر المعماري:

يتحدد الشكل أو المظهر العام للمسكن بالشكل النهائي لعناصره ومكوناته المختلفة، وطريقة تركيبها، وكيفية ترتيبها في وحدة متكاملة لتكون واضحة للمشاهد. ويمكن تصميم هذه المكونات في تشكيلات وهيئات متعددة، فالأشكال والهيئات والألوان والملمس والنسج السطحي مجتمعة هي التي تحدد العناصر الجمالية في التصميم [Covington 1982]. فالمكون المعماري يشكل عنصراً جمالياً بتكامله مع المكونات والعناصر الأخرى، وليس بوصفه وحدة منفردة قائمة بذاتها، وهذا يتطلب دراسة موضعها عبر استخدام معايير تصميمية، كالاتزان والتكرار والنسب القياسية. وأكثر المعايير استخداماً لقياس المظهر الجمالي في العمارة هي المعايير القياسية والنسب المعتمدة على التوافق المديولي بين عناصر ومكونات المبنى، فبالإضافة لإتزان واجهة المكون وألوانه وطبيعة سطحه ونوع الزينة التي عليه وشكله الهندسي؛ يجب عمل بعض التفاصيل التي تبرز هذه النواحي الجمالية، وذلك بمعالجة حوافه الجانبية والحواف الجانبية للمكونات المجاورة، وتحديد الهوامش حول المكون وبين الحيز الأساسي المخصص له، ويتم ضبط ذلك بعمل شبكة مديولية أساسية من المحاور الطولية والعرضية

لتحديد مدى الطول والعرض الخاص بالمكون، وضمان توافقها مع طول وعرض الحيز الأساسي المخصص للمكون في المبنى، بالإضافة إلى العناية بتحديد صفة وشكل ومواد المكملات (الإكسسوارات) التي تستخدم مع المكونات.

#### ■ المواصفات:

المواصفات هي إفادة أو بيان تفصيلي لمجموعة من المتطلبات التي ينبغي تحقيقها في المكون المعياري أو المواد المصنَّع منها أو طريقة التصنيع. وتستخدم المواصفات لأغراض متنوعة ومجالات مختلفة ( فنية، تجارية، وقانونية ). كما تستخدم لتوصيف الخواص المميزة، والتي تشمل نوعية المواد والمقاسات، وطرائق الإنتاج المستخدمة في التصنيع، أو الأنشطة الضرورية المستخدمة للمراقبة والاختبار، أو لضمان ملائمة تركيب المنتج وخدمته. كما قد تشمل المواصفات على موضوعات وأهداف متعددة أخرى. ويجب أن تحتوي المواصفات على الأهداف التي يجب تحقيقها، والتي ينبغي أن تشمل على التوجيهات المساعدة، وقائمة المتطلبات للتعليم والإرشاد والتدريب، ويجب أن يكون تأسيس الأهداف الركيزة الأولى لكتابة قائمة المواصفات. كما أن هناك أنواعاً متعددة من المواصفات. كل واحد منها يخدم غرضاً مختلفاً، مما قد يجعل المحتوى لكل نوع مختلفاً عن الآخر. ويجب ترتيب محتويات المواصفات عند عرضها بالتسلسل التالي:

- تأسيس عمل المواصفات وتحديد المستخدمين لها.
  - تحديد فيما إذا كانت هناك مواصفات موجودة تحوي المعلومات نفسها.
  - تصميم بنية المواصفات وعمل هيكل يحتوي على البنود المطلوبة كلها.
- وتقسم المواصفات، عموماً، إلى مجموعتين: مواصفات وصفية، ومواصفات متطلبات. المواصفات الوصفية: هي الإفادة بصفات المنتج وطرائق الإنتاج والخدمة المتوقع أن يؤديها المنتج. أما مواصفات المتطلبات: فهي إفادة تنسب صفات المنتج أو طريقة الإنتاج والخدمة التي يؤديها بشكل يحدد الهدف من السلعة.