الديناميكية الحركية ودورها في تحقيق الزيادة الضمنية للفراغات السكنية

طالبة الدراسات العليا: هبة التتان كلية العمارة – جامعة البعث

اشراف الدكتور: نضال سطوف + د. مؤنس الجرايحي

الملخص:

تطرأ على متطلبات الأسرة في المسكن تغييرات مستمرة بمرور الزمن بفعل تغيير حجمها أو احتياجات أفرادها أو مستوى دخلها وظروفها الاقتصادية، أو نتيجة لتطورات تقنية متزايدة، فتتولد الحاجة لمقابلة هذه المتطلبات، وإجراء تغييرات في عدد غرف المسكن، زيادةً أو نقصاناً، أو في استعمالاتها أو إلى تكييف هذا المسكن مع احتياجاتها المستجدة، وهنا تظهر أهمية تحقيق المرونة تصميمياً بوصفها أفضل حل اقتصادي يخفض من كلفة المسكن ويمكن أكبر عدد من الأسر من امتلاكه عبر توفير كفاءة استغلال فراغاته كلّها، إن إيجاد الحلول التصميمية للفراغ هي رؤية ناتجة عن قدرة وقابلية المصمم على استخدام التصميم من خلال الادراك والتحليل للمشكلات التصميمية. وإيجاد حلول معاصرة تساهم في جعل المساحات الصغيرة والمحدودة تبدو أكبر مما هي عليه دون الحاجة إلى الانتقال لمسكن آخر وبتكاليف مادية زهيدة وذلك بهدف رفع جودة الحياة، وذلك من خلال الاستخدام الأمثل للديناميكية الحركية التي أصبح استخدامها داخل المسكن ضرورة حتمية في جميع عناصر ومفردات التصميم والتقسيم الداخلي وممرات الحركة فتكون أكثر ديناميكية وحركة وقدرة على إضفاء روح الحيوية والانطلاق.

كلمات مفتاحية:

الديناميكية، حركة، مرونة، فراغ، مساحات مهدورة، حلول تصميمية، جدران متحركة.

The motion's dynamic and its effect on increasing the implicit for the Residential spaces

Abstract

The living requirements of the family have been facing continuous changes over time as a result of changing its size or the needs of its members or its level of income and economic conditions, or as a result of increasing technological developments, so there is a need to balance these requirements, and making changes in the number of rooms in the house, increase or decrease, or in their uses or to Adapting this housing to its new needs, and here the importance of achieving flexibility in design as the best economic solution that reduces the cost of the house and enables the largest number of families to own it by providing the efficiency of exploiting all its spaces, and finding design solutions for a space is a vision resulting from the ability of the designer to use the design Through awareness and analysis of design problems. And finding contemporary solutions that contribute to making small and limited spaces and making them appear larger than they are without the need to move to another housing at low financial costs, with the aim of raising the quality of life, through the optimal use of the kinematic, which has become an inevitable necessity in all elements and vocabulary of design and division The interior and movement corridors will be more dynamic, moving and able to impart the spirit of vitality and start, this is what we try to reach through research.

Key words:

Dynamic ،movement، flexibility ،space، Space waste، Design solutions، movable walls.

مقدمة البحث:

يعتبر المسكن الركيزة الأساسية في تكوين الأسرة، ويعد حصولها على المسكن المناسب الذي يوفر لها الاحتياجات الوظيفية والمكانة الاجتماعية والراحة النفسية وذلك ضمن مقدرتها المادية من أهم المتطلبات الرئيسية في المجتمعات المعاصرة. وتشير الدراسات إلى أن العديد من الأسر تسكن في مساكن غير ملائمة لاحتياجات الأسرة وأعداد أفرادها من حيث المساحة والتصميم.

لذلك لابد من أخذ الاحتياجات المستقبلية للأسرة بالحسبان لإتاحة الفرصة للتوسع أو التغيير في مختلف فراغات المسكن الذي ينعكس بتعديلات داخلية وخارجية ولا يخالف أنظمة البناء.

من هنا تأتي أهمية مفهوم المرونة التصميمية في المباني السكنية سواء على المستوى الأفقي أو المستوى الشاقولي باستخدام الارتفاع، واعتمادها كمبدأ تصميمي يسهم في تأمين متطلبات التطور المستمر والمتسارع، أي تحقيق مسكن ينمو مع العائلة ويلبي متطلباتها بشكل دائم للقاطن بالاعتماد على العمارة الحركية لإعادة تشكيل البنية الفراغية الداخلية للمسكن بما يتناسب مع المتطلبات الوظيفية والبيئية.

إشكالية البحث:

ظهور أشكال جديدة من المساكن المعاصرة، تتحصر في قوالب تصميمية جامدة تحتوي على العديد من الفراغات بمساحات ضائعة، مما يضطر الساكنين إلى إنفاق الكثير من الجهد والمال عند استعمال مساكنهم، أو مساكن صغيرة لا تلبي احتياجات الأسرة الحالية ولا المستقبلية، نتيجة لعدم الاستخدام الأمثل للحجوم والفراغات، والتي يمكن الوصول إليها بسهولة من خلال عملية التصميم

والتوزيع الحجمي الملائم للفراغات السكنية، من خلال استخدام التقنيات الحديثة في تشكيل الفراغ وتعديله وأسلوب توزيعه، كالاعتماد مثلا على العمارة الحركية التي مزجت ما بين الميكانيكية الحركية وما بين التقنية والتكنولوجيا المتطورة في الوقت الحاضر، بالإضافة إلى التعامل مع الوقت كبعد رابع للعملية التصميمية.

هدف البحث:

رصد طرق توظيف الديناميكية الحركية على المستوى الشاقولي والأفقي في إيجاد حلول تصميمية معاصرة تهدف إلى خلق مساحات إضافية، وتلبية احتياجات الأسرة المتغيرة والوصول إلى الأساليب التقنية الأفضل التي تحقق هذه الغاية.

منهجية البحث: تتضمن منهجين رئيسيين:

المنهج النظري:

- دراسة تقنية الحركة في العمارة والميكانيكية الحركية المرتبطة بالتكنولوجيا المتطورة حالياً.
- استخدام مجموعة من الغرف المتحركة أو الدوارة التي تنسحب وتدور وتغير بالتالي من حجم المسكن لإيجاد مساحة إضافية أو تحقيق متطلبات بيئية أخرى.
- دراسة حركة مجموعة من الجدران لتنظيم المساحة في الشقق الصغيرة حيث يتم خلق مساحات يتم تحويلها بسهولة من خلال لفتات بسيطة، وبذلك نحصل على أعلى عائد ممكن من كل قسم من المنزل لزيادة قيمته وتعظيم فرص استخدام المساحة المتوفرة.

المنهج التحليلي:

يتناول تحليل مجموعة من الأمثلة التي تطرق لها المنهج النظري وتحليل تصاميمها والأسلوب التقني الأفضل في استخدام المستوى الشاقولي والأفقي لتوفير المساحات السكنية الإضافية.

1-الميكانيكية الحركية وارتباطها بالتكنولوجيا المتطورة حالياً:

1-1مفهوم عمارة التكنولوجيا المعاصرة:

هي عبارة عن مدرسة معمارية يعتمد فكر روادها على مقولة أن: "الفن والآلة يخلقان عمارة جميلة " [1]، فهم يؤمنون بالعلم ويعتبرون القرن الحالي هو عصر العلم هذا جانب، أما الجانب الآخر من فكرهم هو إيمانهم بالعمارة المفهومة التي يستطيع الجميع رؤيتها وقراءتها بوضوح، كما يهدفون لبناء عمارة مرنة يمكن تغيير استعمالاتها ووظائفها بسهولة، بحيث تخدم أغراضاً متعددة، بالإضافة إلى تغيير أجزائها عند الحاجة لذلك.

وعلى هذا فإنه بالإمكان التوصل إلى مفهوم ما تعنيه عمارة التكنولوجيا، حيث يمكن تعريفها بأنها "العمارة التي تطبق التكنولوجيا المتاحة في العصر، سواء في إعداد تصاميم ونماذج هذه العمارة أو في طرق وأساليب تنفيذها" [1].

إن عملية التطور التكنولوجي للعمارة أصبحت هامة جداً في عصرنا هذا من حيث الانفتاح على العالم، اكتشاف مواد بناء جديدة عالية الجودة، اكتشاف نظم إنشائية حديثة متعددة ووسائل تنفيذ آلية فائقة السرعة، كل هذا التطور قد أثر على عملية التصميم المعماري. فالتطور التكنولوجي لا يقتصر على مجال أو مجالين من مجالات العمارة ولكن أصبح يشمل كل جوانبها، حيث بدأ المصممون المعماريون والإنشائيون استخدام كل ما هو جديد من تطورات في

مـواد البنـاء ونظـم الإنشـاء التـي أصـبحت تلبـي كـل متطلبـات العمـارة الحاليـة، أمـا وسـائل التنفيـذ الحديثـة فقـد أصـبحت تـوفر الوقـت والجهـد مـع تأديـة الوظيفـة بصـورة أفضـل. ويمكـن تلخـيص العلاقـة بـين العمـارة والتكنولوجيـا المعاصـرة بالمعادلـة التالية:

(إنسان + بيئة + تكنولوجيا معاصرة = عمارة ناجحة)[1]

1-2 ثورة التكنولوجيا وتأثيرها على الإنتاج المعماري:

صـنعت التكنولوجيـا ثـورة حقيقيـة فـي عـالم الهندسـة المعماريـة، حيـث أحـدثت تغيـرات حقيقيـة ضـمن مشـاريع بنـاء كـان تنفيـذها يبـدو خيـالاً قبـل عـدة عقـود. وسـرعان مـا غيـرت بشـكل كبيـر حيـاة الإنسـان مـع ارتباطهـا بمجـال المعمـار، بدايـة مـن المسـكن والأماكن العامة مروراً بمقر العمل.

فقـد وقـع تـأثير ثـورة التكنولوجيـا مباشـرة علـى العمـارة مـن خـلال التـأثير فـي أنشـطة الإنسـان المرتبطـة بكـل نـوع مـن أنـواع المبـاني لا سـيما السـكنية منهـا، فالمتطلبـات الوظيفيـة هـي أسـاس بـدء الفكـرة التصـميمية، وهـي فـي الأسـاس ناتجـة عـن الاحتياجـات الفعليـة لمتطلبـات العميـل والتـي بالتبعيـة تـؤدي إلـى إفـراز مفـردات تصـميمية، وهـذا مـا يسـمى بمـنهج التصـميم البـديهي[2].وهنـا لابـد مـن الإشـارة إلـى الفـارق بـين متطلبـات العميـل والمتطلبـات الوظيفيـة هـو أن متطلبـات العميـل هـي رغبـة العميـل المعبـرة عـن احتياجاتـه، أمـا المتطلبـات الوظيفيـة فهـي مـا يجـب أن يقـوم بـه النسـق البنـائي لتلبيـة احتياجـات العميـل وفقـاً للمخـزون العلمـي والمعرفـي للمعمـاري فـي إطـار طروحـات العصـر التقنيـة، ممـا يتـنج عنـه مفـردات تصـميمية والتـي هـي الترجمـة الفعليـة لتلـك المتطلبـات الوظيفيـة إلـى متغيـرات ماديـة أساسـية. لكـن فـي ظـل مـا تشـهده الألفيـة الثالثـة مـن نقـلات مفهوميـة علميـة حـدث تغيـر مقابـل

في البنى الأساسية للمتطلبات الوظيفية، فظهرت هناك رؤى ومتطلبات جديدة لها والتي تتحدد فيما يلي:

1-2-1 التحكم في الفراغ:

إن العملية التصميمية تتحرك في مراحل ثلاث: مرحلة جمع بيانات وإحصاءات ثم تحليل هذه البيانات للوصول لمعلومات تساعد في اتخاذ قرارات تؤدي إلى المرحلة الثالثة من طرح البدائل التصميمية ثم تقييم تلك البدائل وإمكانية مراجعة القرارات وهكذا. وكلما تطورت وسائل جمع البيانات وسرعة ودقة جمع تلك البيانات كنتيجة للتقنيات الحديثة أعطت صورة أكثر وضوحاً، وبالتالي يمكن التحكم في جودة الفراغ الداخلي التصميمية في إطار التطويع الإنشائي والعزل عن الفراغ الخارجي في الأماكن والنقاط التي تحتاج ذلك. كذلك من خلال نظم التحكم التي تمكن المبنى من الاستجابة للظروف والعوامل الخارجية.

2-2-1 فعالية التكيف للمنظومة الإنشائية:

اذ يجب أن يقرر المبنى الطريق الأكثر كفاءة للإمداد بالبيئة المناسبة والمريحة والمساعدة على الإنتاج للمستخدمين. بحيث يحقق المبنى من خلال تصميمه وتجهيزاته البيئة المناسبة لأداء الغرض الذي أُنشأ من أجله، كما يتلاءم مع التغير في نوعيات ومتطلبات المستخدمين بطريقة أتوماتيكية، كذلك من الناحية الإنشائية لابد من تحقيق المرونة والمقدرة على التكيف على مسار التغير الزمني مما سوف يدخل بعد جديد وهو إمكانية الفك والتركيب دونما أي تغيير في الكفاءة أو جودة الفراغ الناتج عن ذلك، أي أن النظام الإنشائي عبارة عن وصلات هذه الوصلات يجب أن تسمح بوجود ارتباط فيزيائي في أي مكان لضمان اكتمال عنصر فعالية التكيف للمنظومة الإنشائية.[2]

1-2-3 الجودة العالية والإنتاج المتنوع المكثف:

في ظل عصر ثورة التكنولوجيا يتميز المنتج المعماري بالدقة والجودة العالية، كما أن قلة عدد المكونات وسهولة تركيبها من أهم عوامل اتصاف النظام بهذه الجودة العالية، ويتم ذلك بتصميم مكونات سهلة الارتباط. وهنا لابد من الإشارة إلى أثر الثورة في تكنولوجيا البناء حيث أفرزت العديد من البرامج الإنشائية التي ساعدت في الوصول إلى كيفية يتم من خلالها إنشاء الكتل المعقدة والمركبة في ظل تطويع المواد وتوفر تقنيات التنفيذ في إطار النقلة المفهومية والرقمية لعملية التصميم المعماري ودخول تقنيات الواقع الافتراضي[9].

1-2-4 تغير أنماط المباني في المستقبل:

إن تضمين تكنولوجيا البناء في الأنساق التصميمية مستقبلاً في ظل وجود الجين الرقمي سيعطي قدرة على إنشاء أشكال وأنماط جديدة من المباني، يتوقع لها أن تكون حلولاً لعدد من المشاكل التي نعاني منها في وقتنا الحالي.

1-3 تطور الأسلوب التقني للبناء:

حقق مجال الهندسة المعمارية قفزات واسعة في العقود الأربعة الماضية مدفوعاً بوتيرة تطور سريعة، وحملت تكنولوجيا البناء والتصميم تغيرات طارئة على حياة البشر إذ ظهرت أنماط متعددة مع تطور شكل المباني وتطور أسلوب البناء. وبفضل التصميمات الذكية بات هناك استغلال أفضل لمساحات الغرف والشقق السكنية، بعد أن كانت مهدرة بسبب أخطاء في تصميم الهياكل الأساسية والأعمدة الرافعة.

يرى معماريون أن تطور تكنولوجيا البناء ساهم في صناعة بيوت ومبانٍ أكثر فاعلية، حيث أثر على الفراغ المعماري وتكوين المساحة من حيث الشكل

والحجم، فظهرت الفراغات الواسعة وإمكانية البناء والتوسع الأفقي والشاقولي. ولم يتوقف المجال المعماري عند الاهتمام بتصميم المبنى فقط، بل استغل القدرات التكنولوجية الهائلة في تنفيذ الديكور المناسب من خلال دمج وإفراز مواد وتداخل حجوم ودرجات ألوان غير مسبوقة في تقديم أشكال مميزة توفر الراحة النفسية. وبهذا تكون العمارة قد تأثرت بالتطور التكنولوجي من خلال طرق التصميم والإنشاء ومواد البناء كما يلي:

1-3-1 التطور في مواد البناء:

أتاحت التكنولوجيا إمكانية تحسين خواص بعض المواد، كالخرسانة والخشب والحديد، وهي مواد قديمة وتستخدم منذ مدة طويلة حتى تصبح لهذه المواد استخدامات جديدة، هذا بالإضافة إلى ظهور عدة تطورات ملموسة في مواد البناء منها[5]:

- ظهور العديد من المواد المصنعة منها اللدائن باختلاف تركيباتها وبما يتميز من مرونة في التشكيل والتلوين.
- تطور مادة الزجاج لتظهر أنواع حديثة معالجة ضد الحرارة وعازلة للضوضاء وأنواع ذاتية التنظيف وأنواع أخرى ذكية يمكن التحكم في درجة شفافيتها بالتوصيل بتيار كهربائي خفيف.
- تطوير مواد العزل الصوتي والحراري ليس لضمان بيئة داخلية مريحة فحسب وأيضاً للمحافظة على الطاقة الداخلية للمبنى وهذا بدوره يتماشى مع مبادئ الاستدامة والحفاظ على الطاقة.
- تطوير مواد بناء ذكية وتطوير مجسات حساسة قائمة على استخدام المشغلات الذاتية المصغرة في نظم التحكم والسيطرة.

1-3-2 التطور التكنولوجي في نظم الإنشاء:

تطورت الأنظمة الإنشائية بالشكل الذي يتيح للمعماري إطلاق خياله لابتكار أشكال وفراغات لم تكن متاحة من قبل، حيث أصبح من الممكن له ابتكار الكتل المختلفة وإمكانية تدعيم المنشأ بالأنظمة الإنشائية الحديثة المعتمدة على التداخل بين النظام الهيكلي مع قطاعات الحديد الصلب وظهرت تصميمات حديثة للمباني مثل ناطحات السحاب والصالات المغطاة هائلة الاتساع وغيرها.

1-3-3 التطور التكنولوجي في إعداد التصميمات:

شهدت عملية التصميم طفرة باستخدام الحاسب الآلي وقدراته على دعم التصميمات المعمارية وحساب الأحمال الإنشائية للأشكال المعقدة، وأصبح من المؤكد تأثير ثورة المعلوماتية على أنماط العمارة المعاصرة وعمارة المستقبل وأشكالها وأساليب تنفيذها، بالإضافة إلى ذلك التغيير المتوقع في التصميم الداخلي للمسكن وتشكيل فراغاته المختلفة، فالشكل الذي سيأخذه المسكن المعلوماتي سيختلف عن الشكل المتعارف عليه للمسكن التقليدي.

ونظرا للانتشار المتوقع للتشغيل الآلي للمسكن من خلال مفهوم (العمارة الرقمية) المتداخل مع مفهوم (العمارة الذكية)، فإن المسكن سيتطور من خلال سطح حساس بين الفراغ الداخلي والبيئة الخارجية والمستمد من التقنية المستخدمة في الإنشاء. أما في حال انتشار المساكن الرقمية عن طريق التحكم في جميع الأنشطة الداخلية للمسكن، فإن ذلك سيؤثر على اختيار مواد البناء والأسلوب الإنشائي. كما أن العلاقة بين الإنشاء والعمارة ستتنوع حسب طبيعة كل مبنى على حدا[3].

4-1 أنواع الحركة في عمارة الأبنية السكنية:

يوجد حركة دورانية وحركة خطية وحركة مركبة:

1-4-1 الحركة الانسحابية (الخطية) للعناصر المعمارية: الحركة الخطية وهي الحركة التي تتم من خلال سكة مهيئة للحركة من خلالها ينسحب الجزء المتحرك، ممكن أن تكون هذه الحركة لبعض عناصر المبنى كالجدران الداخلية، أو ممكن أن تكون لجزء أو كتلة من المبنى كما في مبنى Sliding House وهو عبارة عن مبنى خطي منزلق بطول 28 م وعرض 5.8م وارتفاع 7.2م.

الشكل (1)Sliding House

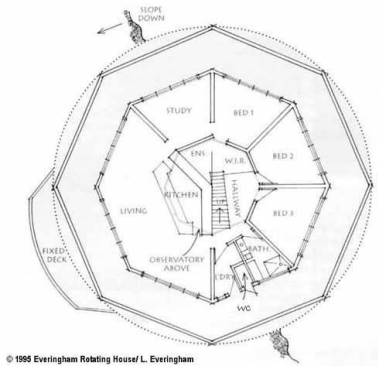
المصدر :[14]

حيث يشكل السقف مع الجدران المتحركة هيكلا عازلا يمر فوق المنزل الرئيسي وملحق الضيوف والزجاج على طول القضبان المثبتة في الارض، مما يخلق مزيجا من الاحتواء ومناطق معيشية خارجية في الهواء الطلق متغيرة بين العناصر الثابتة بالإضافة الى تغيير طرق العرض وظروف الإضاءة والشعور بالإحاطة داخل المنزل وتشكيل فناء بين شرائح المبنى.

يتم تشغيل الحركة بواسطة محركات كهربائية مخفية مدمجة في سمك الجدار. يحتوي كل محرك من المحركات الأربعة المنفصلة على زوج من بطاريات سيارات التيار المستمر والتي يتم شحنها بواسطة التيار الكهربائي أو الألواح الشمسية الكهروضوئية، يتم تعليق مسارات السكك الحديدية في الشرفة الخارجية التي يعتمد عليها التركيب بالكامل. يتم إخفاء غطاء "السكك الحديدية" الذي يبلغ طوله 6 أمتار من خلال مفاصل الرصف بالحجارة والصرف الخطي.

1-4-2 الحركة الدورانية للعناصر المعمارية:

هي الحركة التي تتم من خلال محور دوران ثابت، وممكن أن تكون الحركة الدورانية للمبنى بالكامل، كما في Everingham Rotating House، Australia فهو موجود على منصة فولاذية طولها 78 قدمًا تتيح له الدوران في كلا الاتجاهين بسرعة 525 قدمًا في الساعة. لذلك، يمكنه أن يأخذ جولتين في ساعة واحدة. ولن تشعر أنه يتحرك حتى تركز على جسم ثابت واحد بالخارج. يمكن التحكم في الدوران باستخدام لوحة تعمل باللمس في غرفة الجلوس. مبرمجة لمتابعة حركة الشمس.



الشكل (2) Everingham Rotating House

المصدر:[16]

ممكـن أن تكـون حركـة دورانيـة لجـزء مـن المبنـى كمـا فـي **Quadrant House** يضـم هـذا المنـزل فـي بولنـدا مسـاحة جلـوس متحركـة فـي الهـواء الطلـق تـدور حولهـا أرصـفة مـع غرف على جانبي الحديقة.

الشكل (3) مثال يوضح حركة جزء من المبنى Quadrant House

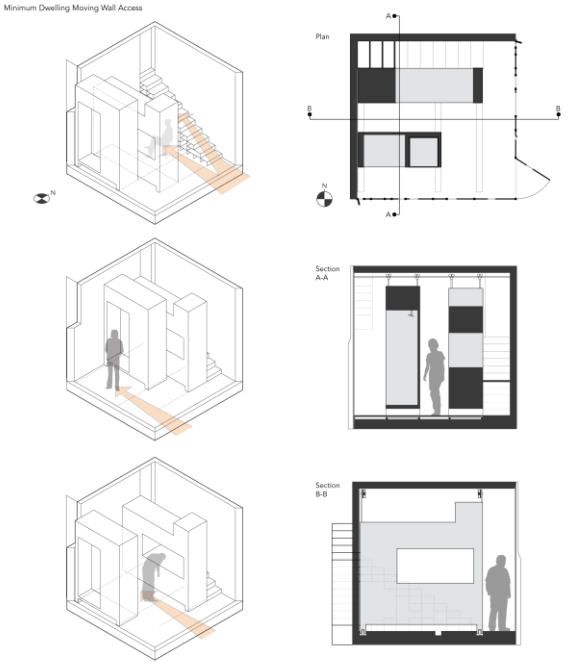
المصدر:[17]

2-الزيادة الضمنية للفراغات السكنية وطرق تحقيقها:

الزيادة الضمنية للفراغ: تعني التوسع بمساحة المسكن ضمن حدود مسقطه فقط وبالإفادة من فراغاته الداخلية، ويتم تحقيق هذه الزيادة بالطرق التالية:

2-1 جدران متحركة:

تطور مفهوم "جدار نشط"، من خلال فكرة أن الجدران ليست مجرد فاصل لقسم المساحة، ولكنها عنصر نشط في المعيشة.



كما في المثال التالي حيث يتكون الحد الأدنى من المسكن من جزأين متحركين من الجدران يحتويان على العديد من الوظائف المنزلية. فالجدار الأساسي يشمل الطعام والنوم والعمل، أما الوظائف الصحية (الاستحمام والمرحاض) تكون بعيدة عن هذا الجدار.

الشكل (4) مثال يوضح حركة الجدران لتشكيل الفراغات

المصدر: [10]

2-2أسقف متحركة هيدروليكية:

السقف المتحرك هو نظام مصمم لتدوير السقف على مسارات إذ يمنح الفرصة لدمج الأماكن الداخلية مع بعضها بالإضافة لدمج الأماكن الداخلية مع الأماكن الخارجية، مما يوسع من المساحة القابلة للاستخدام ويعطي مزيد من المرونة فهو يعتبر حل مثالي لبعض المنازل كما يصنع ليناسب أي مساحة.

الشكل (7) يوضح إمكانية توضع فراغ النوم فوق مساحة العمل أو العكس هذا التصميم يمثل المستقبل. حيث تمت الاستفادة من المستوى الشاقولي بمضاعفة المساحة المتوفرة في الغرفة وذلك باستخدام سقف هيدروليكي متحرك يتغير ارتفاع الفراغ حسب الحاجة إلى استخدام الفراغ للنوم أو العمل مثلاً.

الشكل (5) سقف هيدروليكي

المصدر:[11]

2-3 الحجوم المتداخلة:

في هذا النوع يكون العنصران متقاطعان كل فراغ مع الآخر ولا حاجة للمشاركة بينهما في الخواص البصرية. وتتداخل هذه العناصر بعدة طرق هي:

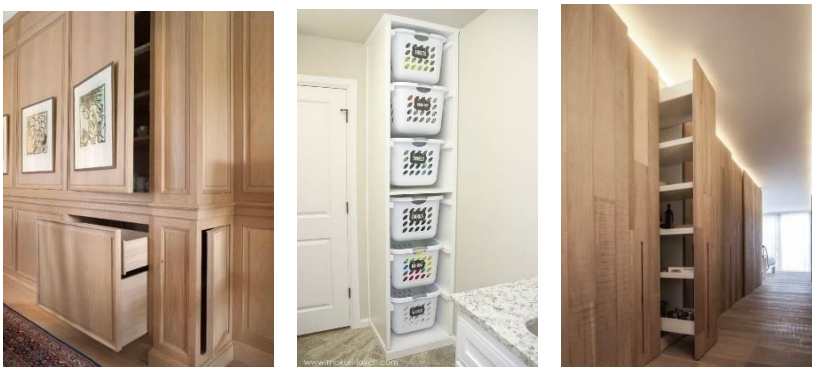
- أن يكون العنصران متماثلين ويمتزجا ليكونا شكلاً مركباً.
- أن يبتلع أحد الشكلين الآخر داخله تماماً.
- أن يحتفظ كل شكل بخواصه ويتداخل مع الآخر في جزء من حجمه.
- ممكن أن يكون العنصران منفصلان والرابط بينهما عنصر ثالث.

4-2 الأثاث المرن:

يجب أن يحقق الأثاث وعناصره وطريقة توزيعه راحة الشاغلين للفراغات من حيث الكم (المساحة) والكيف (شكل الفراغ وطريقة تصميمه)،

يتم ذلك من خلال ما يلي:

- استخدام الخزن كفواصل بدل من الجدران بين الفراغات التي تخدم وظائف متقاربة مشتركة.
- استغلال ارتفاع الحائط الغير مستخدم للتخزين وذلك باستخدام خزن على محيط الحجرات حيث يمنح طاقة تخزينية كبيرة تستوعب أي احتياجات ممكنة داخل المسكن مثل خلف الأبواب والممرات وخلف قطع الأثاث.



الشكل (6) طرق استغلال المستوى الرأسي في مساحات التخزين للحوائط الغير مستغلة

المصدر: [7]

- وضع قطع الأثاث المتحركة التي يمكن طيها وحفظها في دواليب، كالأسرة والطاولات قابلة للطي وإخراجها لاستخدامها عند الحاجة لها.

الشكل (7) أحد خزن الأسرة والطاولات القابلة للطي

المصدر: [7]

- استغلال المساحات في الجدار حول فتحات الأبواب بوضع الرفوف للتخزين حيث تضيف اللمسة الجمالية للمكان بالإضافة إلى تحقيق الغاية الوظيفية.

الشكل (8) الاستفادة من المستوى الشاقولي فوق الفتحات

المصدر: [7]

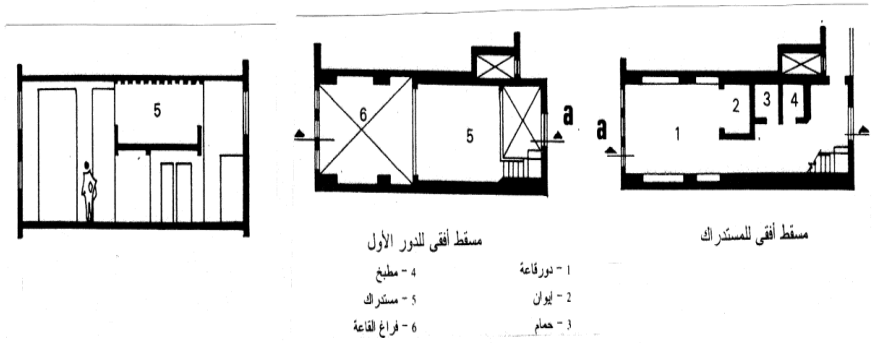
3-البعد الثالث ودوره في العملية التصميمية للفراغ:

إن استخدام البعد الثالث في الفراغ الداخلي من أهم العناصر التي تؤدي إلى الاقتصاد في المساحة من خلال الاستفادة من الارتفاع وعدم اقتصار الاستفادة على المستوى الأفقي، حيث يزداد الاستغلال الانتفاعي للمساحة المتاحة من خلال امتداد العناصر إلى كامل ارتفاع الفراغ مع تخصيص الأجزاء السفلية للاستعمال المتكرر اليومي.

3-1 الفصل الشاقولي للأنشطة:

إن فكرة الفصل الشاقولي اعتمدت على التحليل الفراغي لكل الأنشطة المحتملة في البعد الثالث الذي يحقق عزلاً بصرياً وصوتياً جيداً بفصل الأنشطة العائلية عن الأنشطة الشخصية في مستويين.

وهنا يمكن الرجوع للعمارة الإسلامية في المباني متعددة الاستعمالات كالوكالات، حيث تعتبر وكالة خان الخليلي مثالاً متميزاً للامتداد الشاقولي داخل الفراغ بالإضافة إلى وكالة الغوري التي تتكون فيها الوحدة من ثلاث أدوار بينها سلم داخلي لاستيفاء أنشطة الإقامة والعمل والتجارة.



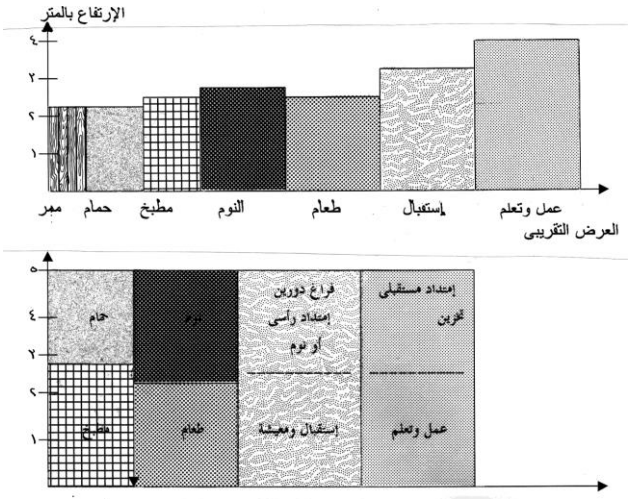
الشكل (9) الاستغلال الراسي للفراغ في العمارة الإسلامية، وكالة خان الخليلي

المصدر :[8]

3-2 زيادة الارتفاع الشاقولي للفراغ ودوره في تأمين مساحة إضافية للمسكن:

إن الارتفاع القياسي 3م يستخدم عادة لكل الطوابق دون الارتباط بوظيفة الفراغ، وهو ما يعتبر إهداراً لقيمة البعد الثالث. فارتفاع الممرات والحمامات يمكن تخفيضه الى 2.2م وهو ما يساوي أعلى ارتفاع لخزن المطبخ، التي يسهل تزويدها بمروحة شفط للتهوية.

بينما يمكن خفض ارتفاع النوم الى 2.4م كالشروط الفندقية كما في الشكل (12) حيث يوضح الارتفاعات المحتملة لكل فراغ ثم إعادة ترتيبها شاقولياً، حيث يمكن الوصول لارتفاع متوسط للمسكن وهو 5م بتجميع الفراغات شاقولياً.



الشكل (10) الارتفاعات المحتملة لكل فراغ ثم إعادة ترتيبها شاقولياً

المصدر:[4]

فمثلاً يجمع الحمام أعلى المطبخ لطبيعتهما الرطبة ولسهولة التغذية والصرف. وفراغات النوم يمكن أن تعلو المعيشة والطعام أو العمل بارتفاع 2.5–2.7 م. ويتضح أن تحليل الوظائف في البعد الثالث وإعادة ترتيب الفراغات شاقولياً قد أدى لخفض ارتفاع الدورين من 6 الى 5 م مع إضافة أنشطة العمل والتعلم في هذه الحدود دون تكلفة إضافية.إن تحليل الوظائف في البعد الثالث وإعادة ترتيب الفراغات شاقولياً يؤدي إلى التقليل من ارتفاع المسكن بمقدار متر تقريباً وهذا بدوره يؤدي إلى زيادة التوفير في ارتفاع المبنى ككل وبالتالي يمكن الاستفادة من هذا الارتفاع الزائد في إضافة مسكن آخر. لهذا إن الفصل الشاقولي المدمج يتفوق على الفصل الأفقي الوظيفي بثلاث مزايا أساسية:

أولاً: اقتصادياً، وذلك بتوفير مساحة لأنشطة العمل والتعلم تساوي 17% دون زيادة تكلفة المسكن.

ثانياً: اجتماعياً، بفصل فراغات الأنشطة المستحدثة في مستوى خاص، غير مستوى النوم مما يحقق الخصوصية المطلوبة.

ثالثاً: نفسياً، بتوفير الهدوء والسكينة فالفصل الشاقولي يحقق عزلاً صوتياً أفضل كما يعطي إحساساً بالسكن في (فيلا) بما له من مظهر اجتماعي محبب.

3-3 استغلال البعد الرابع في الاقتصاد بالمساحة:

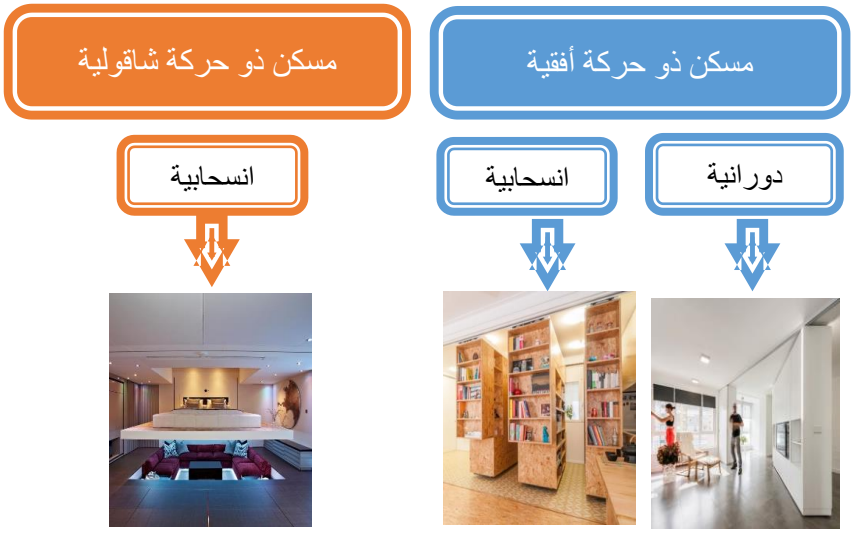
لا يمكن تخيل الفراغ أو الكتلة رباعية الأبعاد، فالزمن عامل غير مادي يمكن لمسه أو رؤيته، ولكنه عنصر يمكن تتبعه من خلال الحركة، والحركة الموضوعية لها صور مختلفة بداية من حركة الفرد داخل الفراغ، مروراً بحركة مكونات المبنى أو حركة تتفاعل مع البيئة الخارجية أو حركة افتراضية الكترونية، نهاية إلى حركة المبنى كلياً، وجاء منح الحركة للفراغ كرد فلسفي للحياة التي تتغير بسرعة كبيرة، وإن هذه التغيرات في مقياس الزمن تتكرر كدقات الساعة. كما تضفي ثنائية (الزمن–المكان) في التصميم الداخلي للفراغ التجدد المستمر بمجرد ملاحظة الحيز المحيط بالساكن، حيث أن البعد الزمني يمكن أن يظهر جلياً من خلال تفاعل الساكن مع الفراغ مولداً حيزاً مختلفاً من خلال مرور الزمن، وإن ربط الزمن مع البعد الثالث للمقياس الداخلي ينتج بعداً مركباً (الفراغ–الزمن)[6] .

لذا يجب عدم إهمال البعد الرابع "الزمن" حيث يمكن الاقتصاد في المساحة بتعدد استخدامات نفس الفراغ في أوقات مختلفة من النهار والليل، إما بتحريك الأثاث أو تحريك بعض العناصر المعمارية وخلق فراغ جديد يؤدي وظيفة جديدة[8].

4 الدراسة التحليلية لأمثلة توضح الديناميكية الحركية ودورها في زيادة الفراغ:

1-4 سبب وآلية اختيار الأمثلة التحليلية:

- سيتم في الدراسة التحليلية اختيار عينة من المساكن العالمية والإقليمية، وتحليل نوع الحركة وآليتها ودورها في تحقيق الزيادة في المساحة والأسباب التي دفعت الى استخدامها لتحقيق الغاية المرجوة منها.
- ثم تحليل الأمثلة تبعاً للمسطرة القياسية التي تم استخلاص محدداتها من الدراسة النظرية والتي تتضمن: نوع الارتفاع (ثابت، متغير)، نوع الحركة، طرق تحقيق الزيادة الضمنية ونسبتها، أسباب تحقيق الزيادة، تحقيق (فصل شاقولي وأفقي للأنشطة، مرونة، راحة إنسانية، استغلال للبعد الرابع).
- اختيار مجموعة من المساكن تعتمد على الحركة في زيادة المساحة وتصنيفها ضمن فئات تبعاً لنوع الحركة وهي كالتالي:



YO–home استديو مدريد Little big, house

- المسطرة القياسية المعتمدة في الدراسة التحليلية:

الجدول (1) المسطرة القياسية المصدر: الباحث

اسم المسكن			
مساحة المسكن			
الارتفاع	ثابت		
	متغير		
نوع الحركة	أفقية	دورانية	
		انسحابية	
	شاقولية	انسحابية	
طرق تحقيق الزيادة	حركة جدران		
	حركة أسقف		
	حركة أثاث		
	حركة حجوم		
نسبة الزيادة	%75		
	%50		
	%25		
أسباب تحقيق الزيادة	زيادة في المساحة		
	اعتبارات مناخية		
	الاحتواء مع الخارج		
فصل للأنشطة	فصل افقي		
	فصل شاقولي		
المرونة			
راحة إنسانية			
البعد الرابع			

4-2 مسكن ذو حركة أفقية (الفئة الأولى):

مسكن ذو حركة أفقية دورانية

4-2-1 مسكن ذو حركة أفقية دورانية:

4-2-1-1 Little big houses البيوت الكبيرة الصغيرة:

الوصف الأساسي للمسكن:

- تبلغ مساحة المسكن 70 مترًا مربعًا.
- الموقع: اسبانيا، أستورياس
- المصمم: شركة PKMN للهندسة المعمارية
- أقسام المسكن: يتألف المسكن من قسم المعيشة النهاري بالإضافة الى المطبخ ومن قسم النوم الليلي كما يحتوي جدار مركزي دوار، يحدد موقعه التصميم الداخلي للمنزل. وهو بمثابة منزل للزوجين، وعند الضرورة، لعائلتهما الممتدة.

الشكل (11) يوضح الجدار الديناميكي

المصدر:[13]

الفكرة من التصميم:

- هـي تعظـيم الأبعـاد المعيشـية للممتلكـات السـكنية الصـغيرة، إذ تسـمح المسـاحة المرنـة لمجموعـة واسـعة مـن الاسـتخدامات المختلفـة فالجـدران قابلة للحركة بسهولة.

الحركة وآليتها:

- يتحـرك الجـدار الـديناميكي حركـة أفقيـة دورانيـة ممـا يسـمح بتحويـل المنـزل بسـهولة، بحيـث يمكنـه إضـافة غرفـة نـوم واحـدة أو غرفتـي نـوم في أقل من دقيقة.

الشكل (12) غرفة النوم التي شكلها الجدار

المصدر :[13]

- يمكن الاقتصاد في المساحة بتعدد استخدامات نفس الفراغ في أوقات مختلفة من النهار والليل (استغلال البعد الرابع)، وذلك بتحريك الوحدة المركزية الدوارة بالإضافة الى الأثاث المطوي في الجدران وخلق فراغ جديد يؤدي وظيفة جديدة.

الجدول (2) الدراسة التحليلية المصدر: الباحث

اسم المسكن	Little big houses			الخلاصة
مساحة المسكن	70 متر مربع			نلاحظ من الدراسة التحليلية والمسطرة القياسية نجاح الحركة الدورانية للجدار الديناميكي المركزي في تحقيق زيادة المساحة بإضافة غرفة أو أكثر في اقل من دقيقة، واستغلال البعد الرابع (الزمن) وذلك استجابة للمتطلبات الأسرية المختلفة، وتعبر الحركة الدورانية للجدار نقطة مميزة في هذا المسكن.
الارتفاع	ثابت		✓	
	متغير		-	
نوع الحركة	أفقية	دورانية	✓	
		انسحابية	-	
	شاقولية	انسحابية	-	
طرق تحقيق الزيادة	حركة جدران		✓	
	حركة أسقف		-	
	حركة أثاث		✓	
	حركة حجوم		-	
نسبة الزيادة	%75		-	
	%50		✓	
	%25		-	
أسباب تحقيق الزيادة	زيادة في المساحة		✓	
	اعتبارات مناخية		-	
	الاحتواء مع الخارج		-	
فصل للأنشطة	فصل افقي			
	فصل شاقولي		-	
المرونة	✓			
راحة إنسانية	✓			
البعد الرابع	✓			

4-2-2 مسكن ذو حركة أفقية انسحابية:

مسكن ذو حركة أفقية شاقولية

4-2-2-1 استديو مدريد:

الوصف الأساسي للمسكن:

- تبلغ مساحة الاستديو 45 متراً مربعاً.
- الموقع: اسبانيا، مدريد
- المصمم: شركة PKMN للهندسة المعمارية
- أقسام المسكن:

الشكل(13) الجدران الثلاثة الضخمة

المصدر:[12]

المسكن مقسم إلى قسمين: أولهما شقة بها مطبخ مجهز بالكامل وثابت.

وثانيهما، قسم فارغ وثابت ويضم حماماً. ويوجد 3 جدران ضخمة تفصل بين القسمين، مصنوعة من خشب، يحتوي الجدار الأول على كل ما يلزم

للاستديو والمطبخ، بينما يحتوي الجدار الثاني على غرفة النوم من جهة، والمكتبة من جهة أخرى، ويوفر الجدار الثالث حمامًا وغرفة ملابس.

الفكرة من التصميم:

- تشكيل غرف حسب الطلب، بحيث يمكن استخدام جدران الغرفة الواحدة لتشكيل 4 غرف.
- يمكن الاقتصاد في المساحة بتعدد استخدامات نفس الفراغ في أوقات مختلفة من النهار والليل (استغلال البعد الرابع)، وذلك بتحريك الجدران المنزلقة بالإضافة الى الأثاث المطوي فيها وخلق فراغ جديد يؤدي وظيفة جديدة.

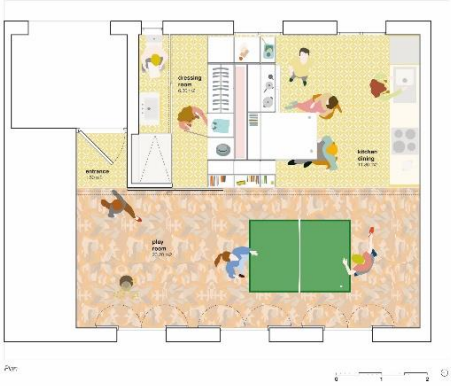
الحركة وآليتها:

- تتحرك الجدران عبر انزلاقها على قضبان معدنية ملتصقة بالسقف العلوي، لتقدر على استيعاب كل ممتلكات المستخدم من الملابس إلى الفراش والأثاث والكتب وغيرها الكثير كما أنها تضم سرير وطاولة المطبخ على جانب الجدار ويمكن طيهما داخله.

الشكل (14) حركة الجدران

المصدر :[12]

- يزن كل جدار ما بين 500 و800 كجم عند ملؤه بالكامل، ولكن بفضل استخدام القضبان الصناعية البسيطة يمكن بسهولة تحريكها بيد واحدة.
- يفتح بين القسمين الأول والثاني، أو بالأحرى بين المطبخ وغرفة النوم. عندما يتم دفع جميع الجدران إلى الجانب، تفتح غرفة ملابس بمساحة 14.8 متر مربع واستوديو يوغا بين الخزانة والأبواب الزجاجية للحمام. يمكن تعديل حجم كل مساحة بسهولة، حسب رغبة العميل، مع شاشة منزلقة لتوفير الخصوصية عند الحاجة. تشكل غرفة المعيشة الثابتة التي تبلغ مساحتها 23.2 مترًا مربعًا حوالي نصف المنزل، مقابل مساحات الخدمة.



الشكل(15) يوضح حركة الجدار وكيفية

تغير توزيع الفراغات

المصدر:[12]

الجدول (3) الدراسة التحليلية المصدر: الباحث

اسم المسكن	استديو مدريد			الخلاصة
مساحة المسكن	45متر مربع			نلاحظ من الدراسة التحليلية والمسطرة القياسية نجاح الجدران الثلاثة الضخمة بما تحتويه من اثاث مطوي في إعادة تشكيل الغرف حسب الطلب من خلال الحركة الانسحابية الافقية لهذه الجدران واستغلال البعد الرابع في الاقتصاد بالمساحة مما جعل هذه الحركة الافقية مميزة في هذا المسكن
الارتفاع	ثابت		✓	
	متغير		-	
نوع الحركة	أفقية	دورانية	-	
		انسحابية	✓	
	شاقولية	انسحابية	-	
طرق تحقيق الزيادة	حركة جدران		✓	
	حركة أسقف		-	
	حركة أثاث		✓	
	حركة حجوم		-	
نسبة الزيادة	%75		✓	
	%50		-	
	%25		-	
أسباب تحقيق الزيادة	زيادة في المساحة		✓	
	اعتبارات مناخية		-	
	الاحتواء مع الخارج		-	
فصل للأنشطة	فصل أفقي		✓	
	فصل شاقولي		-	
المرونة	✓			
راحة إنسانية	✓			
البعد الرابع	✓			

4-3 مسكن ذو حركة شاقولية (الفئة الثانية):

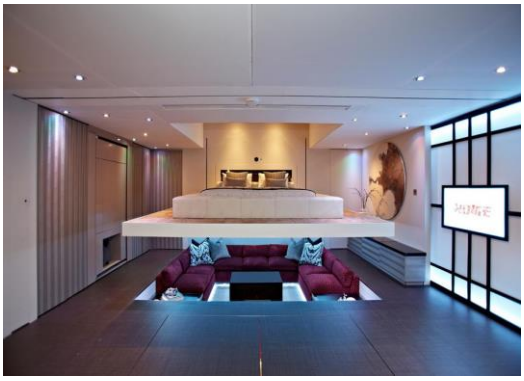
مسكن ذو حركة انسحابيه

4-3-1 مسكن ذو حركة شاقولية انسحابية:

4-3-1-1 YO-Home :

الوصف الأساسي للمسكن:

- مساحة المسكن: 40 متر مربع
- الموقع: لندن، المملكة المتحدة
- المصمم: سيمون وودروف
- اقسام المسكن:
  - غرفة معيشة غارقة في الصالة.
  - غرفة نوم ترتفع فوق غرفة المعيشة.
  - وبار إفطار ينزلق من جدار المطبخ.
  - بالإضافة الى غرفة طعام يمكن طيها في الأرض.



الشكل(16) غرفة المعيشة مع النوم

المصدر[15]

الشكل(17) بار الإفطار
المصدر[15]

الشكل(18) غرفة الطعام
المصدر[15]

الشكل(19) غرفة الطعام التي يمكن طيها
المصدر[15]

- ومكتب يتحول الى سرير إضافي.

الشكل(20) يوضح المكتب الذي يتحول لسرير
المصدر[15]

الشكل(21) غرفة المعيشة وفوقها النوم

المصدر [15]

الفكرة من التصميم:

- إعادة التفكير في الشقة الحضرية وإنشاء مساحة إضافية عن طريق إخفاء الغرف عندما لا تكون قيد الاستخدام. المثال الأكثر دراماتيكية هو "سرير المصعد" الذي يرتفع إلى السقف ليكشف عن غرفة معيشة غارقة تحتها.

الحركة وآليتها:

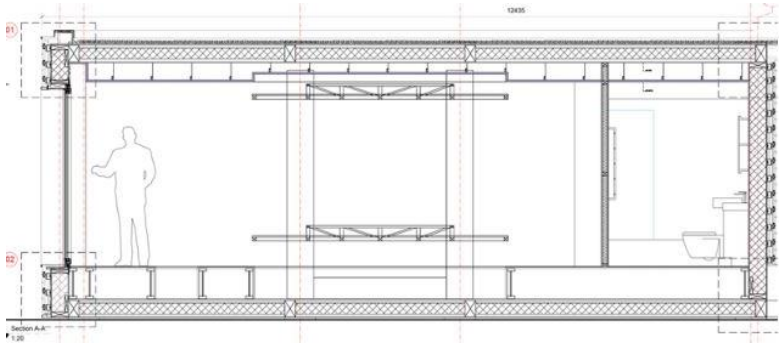
- يحتوي المسكن على اثني عشر جزءًا ميكانيكيًا متحركًا، تعتمد الأجزاء المتحركة على ثروة التكنولوجيا الهندسية المأخوذة من مجالات متنوعة مثل تصميم اليخوت والسيارات، وآليات الإنتاج المسرحي، مما يسمح بتحويل مساحة تبلغ 40 مترًا مربعًا إلى ما يبدو وكأنه منزل أكبر بكثير.

الشكل(22) المسقط النهاري

المصدر [15]

الشكل(23) المسقط الليلي

المصدر [15]



الشكل(24) مقطع السرير مع السقف المتحرك

المصدر [15]

الجدول (4) الدراسة التحليلية المصدر: الباحث

اسم المسكن	Yo home			الخلاصة
مساحة المسكن	40متر مربع			نلاحظ من الدراسة التحليلية والمسطرة القياسية ان الحركة الشاقولية في منزل YO Home. تشكل نقطة مميزة اذ تسمح بفصل شاقولي لغرفة النوم عن بقية فعاليات المنزل، وإنشاء مساحة
الارتفاع	ثابت		-	
	متغير		✓	
نوع الحركة	أفقية	دورانية	-	
		انسحابية	-	
	شاقولية	انسحابية	✓	
طرق تحقيق الزيادة	حركة جدران		✓	
	حركة أسقف		✓	
	حركة أثاث		✓	
	حركة حجوم		-	
نسبة الزيادة	%75		✓	
	%50		-	
	%25		-	
أسباب تحقيق الزيادة	زيادة في المساحة		✓	
	اعتبارات مناخية		-	

فصل للأنشطة	الاحتواء مع الخارج	-	إضافية عن طريق إخفاء الغرف عندما لا تكون قيد الاستخدام.
	فصل أفقي	-	
	فصل شاقولي	✓	
المرونة	✓		
راحة إنسانية	✓		
البعد الرابع	✓		

يمكن تلخيص الدراسة التحليل للأمثلة السابقة بجدول مشترك يوضح أهم نتائج الدراسة بالشكل التالي:

الجدول (5) الدراسة التحليلية المصدر: الباحث

اسم المسكن			Little big houses	استديو مدريد	Yo home
مساحة المسكن			70 متر مربع	45متر مربع	40متر مربع
الارتفاع	ثابت		✓	✓	-
	متغير		-	-	✓
نوع الحركة	أفقية	دورانية	✓	-	-
		انسحابية	-	✓	-
	شاقولية	انسحابية	-	-	✓
طرق تحقيق الزيادة	حركة جدران		✓	✓	✓
	حركة أسقف		-	-	✓
	حركة أثاث		✓	✓	✓
	حركة حجوم		-	-	-
نسبة الزيادة	%75		-	✓	✓
	%50		✓	-	-
	%25		-	-	-
أسباب تحقيق الزيادة	زيادة في المساحة		✓	✓	✓
	اعتبارات مناخية		-	-	-

فصل للأنشطة	الاحتواء مع الخارج	-	-	-
	فصل افقي		✓	-
	فصل شاقولي	-	-	✓
المرونة		✓	✓	✓
راحة إنسانية		✓	✓	✓
البعد الرابع		✓	✓	✓

النتائج:

- يقع مفهوم الديناميكية الحركية في قلب العملية التصميمية فالبنية التشكيلية للتصميم ماهي إلا خطوط ديناميكية ينتج عنها الشكل النهائي للتصميم.
- هناك علاقة متبادلة بين التطور التكنولوجي وتحقيق ديناميكية التصميم حيث أتاحت الفرصة للمصممين لإنتاج تصميمات غير محدودة تتطور دائماً بتطور التكنولوجيا وتحقق رغبات المستخدمين الحالية والمستقبلية.
- للديناميكية الحركية أنواع عديدة منها الأفقية والشاقولية، الدورانية والانسحابية وكل منها له دور في زيادة مساحة المسكن.
- يجب استغلال الحيز في المسكن بأساليب مبتكرة من خلال الاستفادة من مرونة وسرعة تبديل الفراغات تبعاً لاحتياجاتهم أو لاعتبارات مناخية وغيرها.
- يجب الاستفادة من الاتجاهات الحديثة في تصميم الفراغات السكنية الصغيرة لتحقيق الزيادة الضمنية للمسكن.
- ومن أهم تلك الاتجاهات: الأثاث المرن متعدد الاستخدام وتوظيف القواطع المتحركة في الفراغ والأسقف الهيدروليكية.
- إن توفير المساحات يجب ألا يهمل البعد الرابع وهو الزمن حيث يمكن تعدد استخدام الفراغ في أوقات مختلفة.

- ساهمت الديناميكية الحركية في إعادة التفكير في الشقة الحضرية وإنشاء مساحة إضافية عن طريق إخفاء الغرف عندما لا تكون قيد الاستخدام، والاقتصاد بالمساحة وذلك باستخدام نفس الفراغ لأكثر من وظيفة، إذ تعتبر الحركة نقطة مميزة وهامة في زيادة مساحة المسكن الضمنية.

المراجع:

[1] Al-KHALIDI.W, 2009- Analytical study of the impact of contemporary building technology on the architectural character of residential buildings. Faculty of Architecture, Islamic University, Gaza. [In Arabic].

[2] AL-MUQADDAM.A, 2007- Architecture and Architectural Design in the Era of the Digital Revolution. The 9th Al-Azhar International Engineering ConferenceK, Faculty of Engineering, Al-Azhar University, Egypt. [In Arabic].

[3] BHAMAM.A, 2003- Handbook of Affordable Housing, King Abdullah Institute for Research and Consulting Studies. Riyadh. [In Arabic].

[4] IBRAHIM.N, 2013- Home Design for Work and Distance Learning, Faculty of Architecture, Zagazig University, Egypt. [In Arabic].

[5] Jencks. C, 1971- Architecture 2000, Predictions and Methods, Studio Vista London.

[6] MAHMOUD.W,1995- The Dualization of Time and Space in Interior Design, Department of Interior Design and Furniture, College of Applied Arts, Helwan University, Egypt. [In Arabic].

[7] NQITI.N, 2016- Design Solutions for Employing the Vertical Level in the Interior Spaces of the Dormitory, King Abdulaziz University, Riyadh. [In Arabic].

[8] RAAFAT. A, 1996- Trilogy of Architectural Creativity, Environment and Space, Inter Consult, Egypt, p. 187. [In Arabic].

[9] YOUSSEF.A, 2007- Architecture Beyond the Digital Revolution - A Dialectical Vision Towards a New Dimension for the Future of Architectural Design and Building Technology, The Third International Conference of the Arab Society for Computer Aided Design, Alexandria, Egypt. [In Arabic].

[10]http://www.ekhanginkim.com/venice-beach

[11] https://brightside.me/creativity-home/22-space-saving-ideas- to-make-any-small-apartment-feel-cozier-691460/

[12] https://lite.almasryalyoum.com/box/29013/

[13] https://www.designboom.com/architecture/pkmn-architectures-casa-mje-house-pequenas-grandes-casas-spain-/asturias-10-04-2015

[14] https://www.dezeen.com/2009/01/19/sliding-house-by-drmm-2/

[15] https://www.dezeen.com/2016/07/12/yo-home-sushi-yotel-simon-woodroffe-glenn-howells-architects-manchester-/england-uk

[16] https://www.dezeen.com/2019/05/21/quadrant-house-robert-koniecznys-moving-terrance/

[17] https://www.mgsarchitecture.in/architecture-design/projects/446-everingham-rotating-house-australia.html