جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة بابل
كلية الهندسة
قسم هندسة العمارة

مؤشرات التكيف المكاني في نظم العمارة الذكية

رسالة

مقدمة إلى كلية الهندسة/جامعة بابل

كجزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في الهندسة/الهندسة المعمارية

من قبل

إسراء محسن كاظم مطلب الجنابي

إشراف

أ.م.د.رشأ مالك موسى الخفاجي

١٤٤٤ هـ ٢٠٢٢ م

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ وَمَا أُوتِيتُم مِّنَ الْعِلْمِ إِلَّا قَلِيلًا ﴾

صدق الله العظيم

(سورة الإسراء، اية ٨٥)

الاهداء

((اللَّهُمَّ إِنِّي أَسْأَلُكَ عِلْمًا نَافِعًا، وَرِزْقًا طَيِّبًا، وَعَمَلًا مُتَقَبَّلًا))

إلى الله ربي ورب العالمين الذي منَ علي بنعمة العلم. . . . . عسى أن يتقبل مني وإلى رسول الله المصطفى الأمين (ص) . . . . . اجلالاً واكباراً ومن ثم . . الى . . . . . .

إلى من وقفت بجانبي وساندتني وساعدتني ووجهتني..... الى مشرفتي واستاذتي العزيزه (أ.م.د. رشأ مالك الخفاجي).

إلى من فارقني في مرحلة الكتابه الى الروح التي زرعت وغادرت قبل أوان الحصاد . (جدي رحمه الله).

إلى من علمني أن الدنيا كفاح و سلاحها العلم و المعرفة إلى عزيزي وعزتي وعزي الى مثلي الاعلى، وسندي الاول، وملجأي بعد الله، طاب بك العمر وطبت لي عمراً يا أبي : والدي (أ.د. محسن كاظم الجنابي).

إلى من ساندتني في صلاتها و دعائها إلى من سهرت الليالي تنير دربي ..... إلى أجمل إبتسامة في حياتي، إلى أروع إمرأة في الوجود..... إلى مناي ورضاي وسعادتي إلى مصدر إلهامي وأفكاري..... إلى نور عيني ومبتغى آمالي إلى سر نجاحي إلى من لا تكفيها كلمات الدنيا : أمي الغالية .

إلى أمني وأماني ومأمني ومسكني وسكينتي.... الى وحيدي وسندي ورفيقي وقوتي.... أخي: (م.م. محمد محسن الجنابي).

إلى أقرب الناس الى قلبي، وأولاهم بحبي إلى ريحانة روحي وصديقتي و نصف ابتسامتي و نصف حياتي .. أختي (ايه محسن).

إلى من ساندوني وقت الشده وتحملو معي عناء الدراسة إلى من بهم شددت أزري وكانو خير عون وقت ضيقي... إلى أحبابي.

إلى كل من علمني حرفاً ..... أساتذتي.

إلى كل من دعموني وشجعوني في مسيرتي وشاركوني بالدعاء والامنيات

أهدي ثمرة جهودي.

الباحثة: إسراء محسن

شكر وتقدير

(يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ)(سورة المجادلة: ايه ١١).

أحمد الله تعالى حمداً كثيراً طيباً مباركاً ملئ السموات والأرض على ما أكرمني به من إتمام هذه الدراسة التي أرجو أن تنال رضاه

ثم أتوجه بجزيل الشكر وعظيم الامتنان إلى كل من:

اقدم شكري وتقديري ومحبتي الى من لا يكفيه كل الشكر وكل الحب وكل البر الى استاذي وأبي (أ.د.محسن كاظم الجنابي) وسندي في الحياة وملجئي في الشدة والرخاء لوقوفه بجانبي دائماً ومساعدته لي في كل الاوقات هنيأً لي بك يا أبي.

اتقدم بالشكر والامتنان الى المخلصة في علمها وعملها الى مشرفتي (أ.م.د. رشا مالك الخفاجي) على جهودها القيمة وما أبدته من متابعة مستمرة في مراحل اعداد الرسالة ودعمها المعنوي وتوجيهها المستمر وتشجيعها الدائم ومحبتها وحنانها وعطفها جزاها الله خير الجزاء ولا يسعني الا أن أدعو الله أن يمدها بالصحة والعافية ليتواصل عطاؤها الإنساني والعلمي بلا حدود.

كما اقدم شكري وامتناني الى رئيس قسم هندسة العمارة (د. محمود رزوقي جنجون) لما قدمه من دعم وتشجيع متواصل ومتابعته المستمرة ومساعدته لنا في كل الاوقات.

اشكر كل من كان لي شرف تلقي العلم على يديه طيلة مدة الدراسة وبالأخص اساتذة السنة التحضيرية.

اتقدم بالشكر والامتنان الى رفيقاتي الى من هم نعمة الدنيا الى من

برفقتهم ازهو وبحبهم أنعم (زهراء احمد، غديرحيدر، فاطمة وصفي).

اشكر جميع افراد عائلتي الذين كانو خير سند وعون لي في كافة مراحل حياتي بدءاً من نبع الحنان ونور عمري (والدتي)، والى سندي(أخي) والى رفيقتي في مر الحياة قبل حلوها الى توأمي (اختي).

و اتوجه بالشكر الى جميع اعضاء لجنة المناقشة وملاحظاتهم القيمة التي تساهم في تقويم مسار البحث .

واخيرا اشكر كل من مد يد العون جزاهم الله عني خير الجزاء .

والحمد لله رب العالمين

الباحثة: إسراء محسن

مؤشرات التكيف المكاني في نظم العمارة الذكية

الباحثه:اسراء محسن كاظم الجنابي israa.mohsin.engh282@student.uobabylon.edu.iq

المشرف:أ.م.د. رشأ مالك موسى الخفاجي Eng.rasha.malik@uobabylon.edu.iq

الملخص :

التكيف يمثل ممارسة معيارية في العالم البشري لكن غالباً ما يتم فرض التكيف بسبب التغيير الخارجي غير المرغوب فيه مما أدى الى ظهور مشاكل في نظم المبنى (الوظيفية ، الهيكليه والجمالية) وبسبب تسارع التطور والاتجاه نحو اساليب التصميم الذكي واستخدام تقنيات الذكاء اصبحت اساليب وحلول العمارة التقليدية عاجزه بمفردها ان تعالج التغيرات، لذلك برزت الحاجة للأتجاه نحوتوجهات ومجالات التكيف (Adaptation) المختلفه منها مايختص بالتكيف مع البيئة ومنها التكيف السلوكي والشكلي و التكيف بإعادة الاستخدام الوظيفي اضافةً الى التكيف المكاني (Spatial Adaptation) الذي ركزت عليه الدراسة بسبب انفصال المباني حديثة التصميم عن سياقها (Context) مما ادى الى ظهور هياكل متفردة ومتميزة بنظم الذكاء التقني (Technical Intelligence Systems) واصبحت المباني وسلوكيات المستخدم تخضع لتحكم الآله.

لندرة الدراسات التي تناولة مفهوم العمارة المتكيفة مكانياً وعلاقتها مع الذكاء، والافتقار الى الرؤية المتكاملة حول إستراتيجيات وآليات نظم العمارة الذكية في تكيف المبنى جاءت هذه الدراسة نتيجة لذلك لتركز في محورها العام على تعزيز العلاقة بين الإنسان والعمارة والمكان كونها علاقة اساسية في عملية التصميم. بينما تركز الدراسة في محورها الخاص على دراسة التكيف المكاني بأستخدام نظم الذكاء ، ومدى تأثير ذلك على تحقيق التناغم والانسجام بين الذكاء التصميمي (Design Intelligence) والذكاء التقني (Smart Technical) ، للأستجابة لتأثيرات البيئة الخارجية على المبنى وصولاً الى الفضاءات الداخلية و اسلوب تصميمها واستخدام التقنيات الحديثة فيها لتكون نظم تصميم المبنى متكامله وترتبط بدرجة المرونة المتوافرة في النظام المعماري وتكامل النظم المعمارية معاً وفقاً للأستراتيجية الذاتيه (Passive Strategies) والأستراتيجية الفعاله (Active Strategies)، ويعد هذا التكامل هو المحدد لكفاءة نظم العمارة الذكية وتماسكها في كلتا المستويين الجزئي والكلي لتحقيق التكيف المكاني (Spatial Adaptation) لتعزيز المبنى وجعلهُ جزءاً من محيطه (الأجتماعي، الأقتصادي و المادي وغيره).

وفي ضوء ذلك تركز الدراسة على توضيح اهمية تراكب (دمج) الذكاء التصميمي مع الذكاء التقني وتأثيرهما على بنية المبنى في الاستجابة والتكيف مع التغيرات المتوقعة والغير متوقعة ، وتحديد أطار متكامل لمؤشرات التكيف المكاني من خلال استقراء عدد من المباني العالميه وقياس درجة التكيف المكاني وذكاء النظم للمبنى من خلال الاعتماد على مجموعة من المعادلات والصيغ الرياضية .

يكمن ذكاء (Intelligence) الابنية المتكيفة مكانياً في مرونة تصميم وتوظيف النظم (الوظيفية، الهيكلية، الجمالية) مع استخدام التقنيات والاساليب التكنلوجيا المختلفه لتكون قدرة المبنى عالية للتكيف مع السياقات الثقافية والبيئية والتطورات التكنولوجية إذ تحتاج اولاً ذكاء في التصميم وبعدها دعم بأستخدام التقنيات الذكي لخلق مباني ذات بنية كفوءه ومتكيفة.

الكلمات المفتاحية : التكيف، التكيف المكاني، الذكاء التصميمي، الذكاء التقني.

قائمـــــــــة المحتـــــــــويـــــــات

التسلسل	اسم الفقره	الصفحة
	الأية القرأنية	
	اقرار المشرف Supervisor Certificate	
	اقرار لجنة المناقشة Committee certification	
	الاهداء Dedication	
	شكر والتقدير Acknowledgment	
	المستخلص Abstract	
	قائمة المحتويات List of continents	أ
	قائمة الاشكال List of figures	ح
	قائمة المخططات List of Charts	خ
	قائمة الجداول List of Tables	د
	قائمة المصطلحات List of Terminologies	ر
الفصل الاول : المقدمـــــــة		
١-١	المقدمة Introduction	١
١-٢	الدراسات السابقة Literature review	١
اولاً	دراسات تناولت مفهوم التكيف Studies addressing the concept of adaptation	٢-٥
ثانياً	دراسات تناولت مفهوم الذكاء Studies addressing the concept of intelligence	٥-٨
١-٣	المشكلة البحثية Research problem	١١
١-٣-١	الاسئلة البحثية Research Questions	١١
١-٤	الفرضيات Hypotheses	١١
١-٥	اهداف البحث Research objectives	١١
١-٦	منهجية البحث Research Methodology	١١
١-٧	هيكلية البحث Research Structure Organization	١٢
الفصل الثاني : مفهوم التكيف المكاني في العمارة		
	تمهيد Preface	١٤
٢-١	**تعريف التكيف Definition of Adaptation**	١٤
٢-١-١	التكيف لغويا Adaptation linguistically	١٤
٢-١-٢	التكيف اصطلاحيا Adaptation Idiomatically	١٥
٢-١-٣	التكيف معجما Lexicon adaptation	١٥
٢-٢	**التكيف في العمارة Adaptation in Architecture**	١٦
٢-٢-١	**المفاهيم الاساسية المرتبطة بالتكيف في العمارة The Basic Concepts Related to Adaptation in Architecture**	١٦
٢-٢-١-١	التحول Transformation	١٦
٢-٢-١-٢	المرونة Flexibility	١٦
٢-٢-١-٣	التغيير Change	١٧
٢-٢-١-٤	التفاعل Interaction	١٧
٢-٢-١-٥	اعادة الاستخدام Adaptive reuse	١٧
٢-٢-٢	اشكال التكيف في العمارة Forms of adaptation in architecture	١٨
٢-٢-٣	مستويات التكيف والعمارة Levels of adaptation and architecture	١٨
٢-٢-٤	التطور التاريخي لمفهوم التكيف في العمارة The historical development of the concept of adaptation in architecture	١٩-٢٠
٢-٣	**التكيف المكاني في العمارة Spatial adaptation in architecture**	٢١
٢-٣-١	**ابعاد واهداف التكيف المكاني في العمارة Dimensions and objectives of spatial adaptation in architecture**	٢١-٢٣
٢-٣-٢	مبادئ التكيف المكاني في العمارة Principles of spatial adaptation in architecture	٢٤
٢-٣-٢-١	التكيف مع البيئة الطبيعية Adaptation to the natural environment	٢٤
٢-٣-٢-٢	تكييف الفضاء لاحتياجات الإنسان Adaptation of space to human need	٢٥
٢-٣-٣	مراحل التكيف المكاني ومستوياته في العماره	٢٦-٢٨

	The Phases of Spatial Adaptation and its Levels in Architecture	
٢٨	امكانات ومحددات التكيف المكاني Possibilities and Disadvantages of Spatial Adaptation	٢-٣-٤
٢٩	Spatial adaptation variables in architecture متغيرات التكيف المكاني في العماره	٢-٣-٥
٢٩	Spatial scale المقياس المكاني	اولاً
٢٩	Spatial structure البنية المكانية	ثانياً
٢٩	Spatial network الشبكة المكانية	ثالثاً
٢٩	Spatial adaptability in architecture قابلية التكيف المكاني في العمارة	٢-٣-٦
٣٠	**spatial adaptation approaches مناهج التكيف المكاني**	٢-٤
٣١	Adaptation by reconfiguration التكيف عن طريق إعادة التكوين	٢-٤-١
٣١	Adaptation by portability التكيف عن طريق قابلية النقل	٢-٤-٢
٣٢	Adaptation by embedded flexibility التكيف من خلال المرونة المضمنة	٢-٤-٣
٣٢	Adaptation by automation التكيف عن طريق الأتمتة	٢-٤-٤
٣٣	**summary خلاصة الفصل الثاني**	٢-٥
	الفصل الثالث : نظم العمـــارة الذكية و التكيـــف المكـــاني	
٣٧	**Preface تمهيـــــد**	
٣٤	**تعريف مفهوم العماره الذكيه** **Definition of the Concept of Intelligent Architecture**	٣-١
٣٤	The General Concept of Intelligence المفهوم العام للذكاء	٣-١-١
٣٥	The Concept Of Intelligence Architecture مفهوم الذكاء في العمارة	٣-١-٢
٣٦	مفهوم الذكاء والتكيف المكاني The Concept of intelligence and spatial adaptation	٣-١-٣
٤٧	**استراتيجيات تصميم المبنى لتحقيق التكيف المكاني** **Basic building design strategies to achieve spatial adaptation**	٣-٢
٤٠-٣٨	Passive strategies for Spatial Adaptation الاستراتيجيات الذاتية لتكيف المكاني	٣-٢-١
٤٥-٤٣	Active Strategies for Spatial Adaptation الاستراتيجيات الفعالة لتكيف المكاني	٣-٢-٢
٤٢-٤١	**Spatial adaptation in intelligent systems التكيف المكاني في النظم الذكيه**	٣ -٣
٤٣	التكيف المكاني في النظام الهيكلي الذكي Spatial adaptation of the intelligent structure system	٣-٣-١
٤٤	Elements of the Intelligent Structural System عناصر النظام الهيكلي الذكي	٣-٣-١-١
٤٥	التكيف المكاني في النظام الوظيفي الذكي Spatial adaptation of the intelligent functional system	٣-٣-٢
٤٥	مبادئ التكيف المكاني في النظام الوظيفي الذكي Principles of Spatial adaptation in the intelligent functional system	٣-٣-٢-١
٤٦	التكيف المكاني في النظام الجمالي الذكي(غلاف المبنى) Spatial adaptation in the intelligent aesthetical system	٣-٣-٣
٤٨	Intelligent facade systems نظم الواجهة الذكية	٣-٣-٣-١
٤٩	مبادئ التكيف المكاني في النظام الجمالي الذكي Principles of Spatial adaptation in the intelligent aesthetical system	٣-٣-٣-٢
٥٠	**تكامل النظم المعمارية الذكية** **The Intelligent Architectural System Integration**	٣-٤
٥٠	معوقات التكامل بين نظم المعمارية الذكية Obstacles to integration between intelligent architectural systems	٣-٤-١
٥١	Intelligent Systems Integration Features ميزات تكامل النظم الذكية	٣-٤-٢
٥٣-٥١	**مستويات التكيف المكاني في نظم العمارة الذكية** **Levels of spatial adaptation in intelligent architecture systems**	٣-٥
٥٣	**Summary خلاصة الفصل الثالث**	٣-٦
	الفصل الرابع : مؤشرات ومقايس التكيف المكاني في نظم العماره الذكية	
٥٤	**Preface تمـــــهيـــــد**	

٤-١	**نطاق التكيف** **Adaptation Scope**	٥٤
٤-١-١	التكيف على المستوى الكلي Macro Level Adaptation	٥٤
٤-١-٢	التكيف على المستوى الجزئي Micro Level Adaptation	٥٥
٤-٢	**الاستراتيجيات الثانويه لتحقيق التكيف المكاني** **Secondary strategies to achieve spatial adaptation**	٥٥
٤-٢-١	الاستراتيجيات المادية للتكيف المكاني Physical strategies for spatial adaptation	٥٥
٤-٢-١-١	التصميم بأستخدام الوحدة النمطية The Design by using the module	٥٥
٤-٢-١-٢	التصميم باستخدام المنظومة التكنلوجيا The Design by using system technology	٥٦
٤-٢-١-٣	التصميم بأستخدام البساطة والوضوح The Design Using Simplicity and Clarity	٥٦
٤-٢-٢	الاستراتيجيات المكانية للتكيف المكاني The Spatial strategies for spatial adaptation	٥٧
٤-٢-٢-١	التصميم بتحقيق التناسب The Design by using proportion	٥٧
٤-٢-٢-٢	التصميم بأستخدام التخطيط المكاني The Design by using spatial planning	٥٧
٤-٢-٢-٣	التصميم المتوافق مع السياق The Contextual Design	٥٨
٤-٣	**اجراءات التكيف المكاني في نظم العمارة الذكية** **Spatial adaptation actions in intelligent architecture systems**	٦٠
٤-٣-١	إجراءات التكيف المكاني في النظام الوظيفي Spatial adaptation actions in the functional system	٦٠-٦٢
٤-٣-٢	إجراءات التكيف المكاني في النظام الهيكلي Spatial adaptation actions in the structural system	٦٢-٦٤
٤-٣-٣	إجراءات التكيف المكاني في النظام الجمالي Spatial adaptation procedures in the aesthetical system	٦٤-٦٦
٤-٤	**تكامل إجراءات التكيف المكاني في النظم الذكية** **Integration of Spatial Adaptation Actions in Intelligent Systems**	٦٦-٦٧
٤-٥	**مؤشرات الاطار النظري** **Indicators of the Theoretical**	٦٨
٤-٦	**مقاييس مؤشرات التكيف المكاني** **Indicators Measurement of Spatial Adaptation**	٦٩
٤-٦-١	مؤشر مرونة نظم العمارة في تحقيق اجراءات التكيف Indicator of flexibility of architecture systems in achieving adaptation actions	٦٩-٧٢
٤-٦-١-١	قياس مرونة النظام الوظيفي &هيكلي (مؤشر تنوع). Measurement the Flexibility of the Functional & Structural& Aesthetic System (Diversity Index)	٧٢-٧٥
٤-٦-١-٢	قياس مرونة تكيف النظم للتغير (مؤشر التغير). Measurement the Flexibility of Adaptation Systems to Change (Change Index) .	٧٦-٧٧
٤-٦-١-٣	قياس مرونة النظام الهيكلي (مؤشر النفاذية) Measurement the Flexibility of the Structural System (Permeability Index).	٧٧-٧٩
٤-٦-١-٤	قياس مرونة النظام الهيكلي & وظيفي (مؤشر الامتداد) Measurement flexibility of structural &functional system (Extensibility index)	٨٠
٤-٦-١-٥	قياس مرونة النظام الجمالي (التشابه الذاتي) Measurement the Flexibility of the Aesthetical System (Self-Similarity Index)	٨٠
٤-٧	**خلاصة الفصل الرابع** **Summary**	٨١
	الفصل الخامس : الدراسة العملية	
	تمـــــهيـــــد **Preface**	٨٢
٥-١	اطار العمل والقياس Framework and Measurement	٨٢
٥-٢	حدود الدراسة العملية واعتبارات انتخاب عينات المشاريع المعمارية	٨٢

	Practical Limitations & Considerations Case Studies	
٨٣	**First category / Modern design buildings الفئه الاولى /المباني حديثة التصميم**	٥-٣
٨٣	Louvre Abu Dhabi متحف اللوفر أبوظبي	٥-٣-١
٨٥	قياس المرونة في مبنى متحف اللوفر أبوظبي. Measurement Flexibility of Louvre Abu Dhabi Building.	٥-١-٣-١
٨٥	قياس مرونة النظام الوظيفي (مؤشر تنوع). Measurement the Flexibility of the Functional Structural (Diversity Index)	٥-١-٣-٢
٨٦	قياس مرونة النظام الهيكلي و الوظيفي (مؤشر النفاذية) Measurement the Flexibility of the Structural& Functional System (Permeability Index).	٥-١-٣-٣
٨٨	قياس مرونة النظام الجمالي (التشابه الذاتي) Measurement the Flexibility of the Aesthetical System (Self-Similarity Index)	٥-١-٣-٤
٨٩	المقر الرئيسي لشركة David Amorepacific Headquarters / David Architects	٥-٣-٢
٩١	قياس المرونة في مبنى المقر الرئيسي لشركة David المعماريه Measurement the Flexibility of Amorepacific Headquarters / David Architects	٥-٢-٣-١
٩١	قياس مرونة النظام الوظيفي (مؤشر تنوع). Measurement the Flexibility of the Functional Structural (Diversity Index)	٥-٢-٣-٢
٩٣	قياس مرونة تكيف النظم للتغير (مؤشر التغير). Measurement the Flexibility of Adaptation Systems to Change (Change Index).	٥-٢-٣-٣
٩٣	قياس مرونة النظام الهيكلي & الوظيفي (مؤشر النفاذية) Measurement the Flexibility of the Structural& Functional System (Permeability Index).	٥-٢-٣-٤
٩٤	قياس مرونة النظام الجمالي (التشابه الذاتي) Measurement the Flexibility of the Aesthetical System (Self-Similarity Index)	٥-٢-٣-٥
٩٥	مبنى مكاتب Edge The Edge	٥-٣-٣
٩٧	قياس المرونة في مبنى مكاتب(Edge) Measurement the flexibility of The Edge	٥-٣-٣-١
٩٧	قياس مرونة النظام الوظيفي (مؤشر تنوع). Measurement the Flexibility of the Functional System (Diversity Index)	٥-٣-٣-٢
٩٨	قياس مرونة تكيف النظم للتغير (مؤشر التغير). Measurement the Flexibility of Adaptation Systems to Change (Change Index) .	٥-٣-٣-٣
٩٩	قياس مرونة النظام الهيكلي & الوظيفي (مؤشر النفاذية) Measurement the Flexibility of the Structural& Functional System (Permeability Index).	٥-٣-٣-٤
١٠٠	**الفئه الثانيه / مباني خضعت للآليات من اجل تحقيق التكيف المكاني** **The second category / buildings that have undergone mechanisms to achieve spatial adaptation**	٥-٤
١٠٠	**La Samaritaine مركز لا ساماريتين**	٥-٤-١
١٠٢	قياس المرونة في مبنى مركز لا ساماريتين Measurement the Flexibility of La Samaritaine	٥-١-٤-١
١٠٢	قياس مرونة النظام الوظيفي (مؤشر تنوع). Measurement the Flexibility of the Functional Structural (Diversity Index)	٥-١-٤-٢
١٠٤	قياس مرونة تكيف النظم للتغير (مؤشر التغير). Measurement the Flexibility of Adaptation Systems to Change (Change Index).	٥-١-٤-٣
١٠٤	قياس مرونة النظام الهيكلي & الوظيفي (مؤشر النفاذية) Measurement the Flexibility of the Structural& Functional System (Permeability Index).	٥-١-٤-٤
١٠٥	**Plumstead Centre مركز بلومستيد**	٥-٤-٢
١٠٧	قياس المرونة في مركز بلومستيد Measurement the Flexibility of Plumstead Centre	٥-٢-٤-١
١٠٧	قياس مرونة النظام الوظيفي (مؤشر تنوع). Measurement the Flexibility of the Functional Structural (Diversity Index)	٥-٢-٤-٢

٥-٤-٢-٣	قياس مرونة تكيف النظم للتغير (مؤشر التغير). Measurement the Flexibility of Adaptation Systems to Change (Change Index).	١٠٨
٥-٤-٢-٤	قياس مرونة النظام الهيكلي و الوظيفي (مؤشر النفاذية) Measurement the Flexibility of the Structural& Functional System (Permeability Index).	١٠٩
٥-٤-٢-٥	قياس مرونة النظام الهيكلي & وظيفي (مؤشر الامتداد) Measurement flexibility of structural &functional system (Extensibility index)	١١٠
٥-٤-٣	**مركز الفيلهارمونيك Elbphilharmonie Hamburg**	١١٠
٥-٤-٣-١	قياس المرونة في مبنى مركز الفيلهارمونيك Measurement the flexibility of Elbphilharmonie Hamburg	١١٢
٥-٤-٣-٢	قياس مرونة النظام الوظيفي (مؤشر تنوع). Measurement the Flexibility of the Functional Structural (Diversity Index)	١١٢
٥-٤-٣-٣	قياس مرونة تكيف النظم للتغير (مؤشر التغير). Measurement the Flexibility of Adaptation Systems to Change (Change Index).	١١٣
٥-٤-٣-٤	قياس مرونة النظام الهيكلي و الوظيفي (مؤشر النفاذية) Measurement the Flexibility of the Structural& Functional System (Permeability Index).	١١٤
٥-٤-٣-٥	قياس مرونة النظام الهيكلي & وظيفي (مؤشر الامتداد) Measurement flexibility of structural &functional system (Extensibility index)	١١٥
٥-٥	**الفئه ثالثه / العينه المحلية Third category / local sample**	١١٦
٥-٥-١	البنك المركزي العراقي Central Bank of Iraq	١١٦
٥-٥-١-١	وصف المشروع Description of the Project	١١٦
٥-٥-١-٢	قياس مؤشرات المرونة Measurement of Flexibility Indicators	١١٦
٥-٥-١-٣	نهج دراسة العينه المحلية وأسلوب التحليل Approach to the study of the local sample and the method of analysis	١١٩
٦-٥	**ملخص الفصل الخامس Summary**	١٢٠
	الفصل السادس : مناقشة النتائج والاستنتاجات	
	تمهيد Preface	١٢١
١-٦	**مناقشة نتائج عينات الفئة الأولى** **Discuss the Results of the First Category Samples**	١٢١
١-١-٦	مناقشة نتائج عينه (A) Discussing of sample results (A)	١٢١
٢-١-٦	مناقشة نتائج عينه (B) Discussing of sample results (B)	١٢٢
٣-١-٦	مناقشة نتائج عينه (C) Discussing of sample results (C)	١٢٤
٤-١-٦	مقارنة نتائج عينات الفئه الاولى Comparing the results of the first-category samples	١٢٥
٢-٦	**مناقشة نتائج عينات الفئة الثانيه** **Discussion of** the **results of the second-category samplings**	١٢٦
١-٢-٦	مناقشة نتائج عينه (D) Discussing of sample results (D)	١٢٦
٢-٢-٦	مناقشة نتائج عينه (E) Discussing of sample results (E)	١٢٨
٣-٢-٦	مناقشة نتائج عينه (F) Discussing of results sample (F)	١٢٩
٤-٢-٦	مقارنة نتائج عينات الفئه الثانية Comparing the results of the second–category samples	١٣٠
٣-٦	**الفئه ثالثه/ مناقشة نتائج العينه المحليه** **The third category/ discussing of the results of local sample**	١٣١
٤-٦	**الاستنتاجات Conclusions**	١٣٢
١-٤-٦	استنتاجات الجانب النظري Conclusions of the theoretical study	١٣٢
٢-٤-٦	استنتاجات الجانب العملي Conclusions of the empirical study	١٣٣
٥-٦	**التوصيات Recommendations**	١٣٥

٦-٦	مجالات البحث المستقبلية	Future fields of research	١٣٥
٦-٧	الجهات المستفيدة	Beneficiaries	١٣٥
	المصـــــادر	Reference	١٣٦-١٤٩
	الملاحـــــق	Supplements	١٥٠-١٥٧

قائمـــــــــة الأشكـــال

رقم الشكل	عنوان الشكل	الصفحه
	الفصـــــــــــل الثـــانـــي	
٢-١	قصر كرستال	١٩
٢-٢	تصميم منزل الدومينو للمعماريLe Corbusier's	٢٠
٢-٣	رسم تخطيطي لطبقات المبنى من قبل ستيوارد براند ودونالد رايان يظهر قص طبقات التغييروتأثير متانتها بناءً على مخطط المبنى	٢٨
٢-٤	اعادة التشكيل لمبنى بورتلاند هاوس بين عام ١٩٦٣ وعام ٢٠٢٢.	٣١
٢-٥	تفاصيل تكيف بنية المبنى استجابتاً للبيئع المحيطه .	٣٢
٢-٦	مرونة الفناء الداخلي وشفافية الغلاف الخارجي لتعزيز التكيف المكاني .	٣٢
٢-٧	تفاصيل مبنى The Cube	٣٣
	الفصـــــــــــل الثـــالث	
٣-١	فكرة Bloomirame لنظام التصميم المتعدد الوظائف	٤٠
٣-٢	تكامل النظم الذكية	٥٠
	الفصـــــــــل الرابـــع	
٤-١	الية التجديد والاضافه لمبنى مجلس الشيوخ الكندي بين ١٩١٢ و ٢٠١٩	٤٥
٤-٢	النظام الوظيفي وعلاقة الفناء مع فضاءات ومستويات المبنى.	٦٠
٤-٣	مخطط ومقطع المبنى النظام الوظيفي وعلاقة الداخل مع الخارج.	٦١
٤-٤	الاتصال والتكامل في نظام الوظيفي لمبنى مركز المستقبل الثقافي (Futurium Berlin).	٦١
٤-٥	النظام الهيكلي لمبنى مركز بومبيدو(Pompidou Center)	٦٢
٤-٦	نظام الهيكلي لمتحف غوغنهايم بلباو	٦٣
٤-٧	العناصر التكيفيه للنظام الهيكلي لمبنى مقر البنك الوطني الأول	٦٤
٤-٨	واجهات مبنى مركز المستقبل الثقافي (Futurium Berlin).	٦٥
٤-٩	برمجة منظمات اتمتة العنصر الديناميكي للواجهه في مبنى معهد العالم العربي .	٦٥
٤-١٠	عناصر النظام الجمالي لغلاف مبنى مقر البنك الوطني الأول	٦٦
٤-١١	خريطة مكانية لمخطط مبنى .	٧٩
٤-١٢	الشكل (١) الشابه الذاتي في واجهة مبنى معهد العالم العربي ، والشكل (٢) الشابه الذاتي في واجهة مبنى المستقبل الثقافي في برلين.	٨١
	الفصـــــــــل الخامس	
٥-١	التشابه الذاتي في تشكيل كتل مبنى متحف اللفير ابو ظبي .	٨٨
٥-٢	التشابه الذاتي في النظام الهيكلي والجمالي لقبة مبنى متحف اللوفير ابو ظبي.	٨٨
٥-٣	مواد الواجه التي ساعدت على تكيف مبنى المقر الرئيسي لشركة David المعماريه.	٩٢
٥-٤	التشابه الذاتي في النظام الهيكلي والجمالي لمبنى المقر الرئيسي لشركة David المعماريه.	٩٥
٥-٥	مواد الواجه التي ساعدت على تكيف مبنى مكاتب.The Edge	٩٨
٥-٦	مواد الواجه التي ساعدت على تكيف مبنى مركز لا ساماريتين.	١٠٣
٥-٧	مواد الواجه التي ساعدت على تكيف مبنى مركز بلومستيد.	١٠٨
٥-٨	مواد الواجه التي ساعدت على تكيف مبنى مركز الفيلهارمونيك.	١١٣
٥-٩	مواد الواجه التي ساعدت على تكيف مبنى البنك المركزي العراقي.	١١٧
٥-١٠	المخطط المتكرر لطوابق مع انسيابية ومرونة الطابق الارضي.	١١٩
٥-١١	الشابه الذاتي في النظام الهيكلي والجمالي لمبنى البنك المركزي العراقي.	١١٩

قائمـــــــــة المخططات

رقم المخطط	عنوان المخطط	الصفحه
	الـفصـــــــــــل الاول	
١-١	الهيكلية العامة للبحث	١٣
	الفصـــــــــــل الثـــــانـــي	
٢-١	اهم مفردات التكيف	١٥
٢-٢	العلاقة بين المفاهيم الاساسية للتكيف في العمارة	١٧
٢-٣	مفهوم التكيف في العمارة عبر التاريخ	٢٠
٢-٤	ابعاد التكيف المكاني في العمارة	٢٣
٢-٥	تأثر الدورات الطبيعية والبيولوجية والثقافية على الأنشطة البشرية و التكيف.	٢٥
٢-٦	المخطط (١) العلاقه بين نظرية تدرج الحاجات لماسلو ونظرية تدرج الحاجات للالدفير، المخطط (٢) نظرية آلديرفر للاحتياجات	٢٦
٢-٧	علاقة التكيف مع البيئه والانشطه مستمرة التغير وتأثيرها على العماره .	٢٦
٢-٨	مناهج التكيف المكاني وفق زمن التكيف	٣١
٢-٩	تفاصيل التكيف المكاني في العمارة	٣٣
	الفصـــــــــــل الثـــــالث	
٣-١	ارتباط الذكاء بمستويات عدة حسب طبيعة المؤثر	٣٥
٣-٢	تطور المبنى الذكي من Intelligent Buildings الىSmart Buildings	٣٥
٣-٣	مكونات الذكاء الإنساني كما يراها"Sternberg"	٣٦
٣-٤	أهم سمات التكيف في العمارة الذكية.	٤١
٣-٥	مفاهيم النظام الذكي .	٤٢
٣-٦	تكامل منظومة الهيكل الذكي.	٤٥
٣-٧	اسس النظام الوظيفي الذكي.	٤٦
٣-٨	امكانات النظام الوظيفي الذكي.	٤٦
٣-٩	نظم الواجهات التكيفية.	٤٨
٣-١٠	مميزات تكامل النظم الاساسيه.	٥١
٣-١١	الترتيب النوعي للمباني الذكية القابلة للتكيف المكاني وفقًا لـ C.M.J.L. Lelieveld	٥٢
	الفصـــــــــــل الرابـــع	
٤-١	استراتيجيات المبنى المتكيف مكانياً	٥٩
٤-٢	مفردات التكيف المكاني.	٥٩-أ
٤-٣	مؤشرات التكيف المكاني في نظم العماره الذكية.	٦٨
٤-٤	علاقة اجراءات التكيف بالعوامل التي تؤثر على قابلية التأثر ومرونة النظم	٧١
٤-٥	العلاقة المفاهيمية بين التكيف وقابلية التأثر	٧٢
٤-٦	العلاقة الرياضيه لكلتا المؤشرين لقياس التنوع على المستويين الجزئي والكلي.	٧٤
٤-٧	العلاقات الرياضيه لقياس التنوع المتكامل.	٧٥
٤-٨	نموذج مفاهيمي للتغيير و التكيف.	٧٦
٤-٩	مستخلص عملية تحقيق التكيف المكاني في المبنى.	٨١-أ
	الـفصـــــــــــل الخـــــامس	
٥-١	الانموذج الفكري الافتراضي لمفهوم التكيف المكاني في نظم العماره الذكيه .	٨٢
٥-٢	تحليل النفاذيه للنظام الهيكلي للبنى وتأثيره الجمالي.	٨٧
٥-٣	الخريطه المكانيه لمبنى متحف اللوفير ابو ظبي.	٨٧
٥-٤	الخريطه المكانيه لمبنى المقر الرئيسي لشركة David المعماريه	٩٤
٥-٥	الخريطه المكانيه لمبنى مكاتبThe Edge.	٩٩
٥-٦	الخريطه المكانيه لمبنى مركز لا ساماريتين.	١٠٥
٥-٧	الخريطه المكانيه لمبنى مركز بلومستيد.	١٠٩
٥-٨	الخريطه المكانيه لمبنى مركز الفيلهارمونيك.	١١٤
	الـفصـــــــــــل الســـادس	
٦-١	قابلية تأثير النظم في تحقيق التكيف المكاني للعينة (A).	١٢١
٦-٢	نتائج قياس مؤشر التنوع للعينة (A).	١٢٢

٦-٣	قابلية تأثير النظم في تحقيق التكيف المكاني للعينة (B)	١٢٣
٦-٤	نتائج قياس مؤشر التنوع للعينة (B).	١٢٣
٦-٥	قابلية تأثير النظم في تحقيق التكيف المكاني للعينة (C)	١٢٤
٦-٦	نتائج قياس مؤشر التنوع للعينة (C).	١٢٥
٦-٧	وضح نسب مؤشر التنوع عينات الفئه الاولى .	١٢٥
٦-٨	نسب نفاذية مداخل عينات الفئه الاولى .	١٢٦
٦-٩	نسب مؤشرات المرونة لعينات الفئه الاولى.	١٢٦
٦-١٠	قابلية تأثير النظم في تحقيق التكيف المكاني للعينة (D) .	١٢٦
٦-١١	نتائج قياس مؤشر التنوع للعينة (D).	١٢٧
٦-١٢	قابلية تأثير النظم في تحقيق التكيف المكاني للعينة (E).	١٢٨
٦-١٣	نتائج قياس مؤشر التنوع للعينة (E).	١٢٨
٦-١٤	قابلية تأثير النظم في تحقيق التكيف المكاني للعينة (F) .	١٢٩
٦-١٥	نتائج قياس مؤشر التنوع للعينة (F).	١٢٩
٦-١٦	نسب مؤشر التنوع لعينات الفئة الثانية.	١٣٠
٦-١٧	نسب نفاذية مداخل عينات الفئة الثانية.	١٣٠
٦-١٨	نسب مؤشرات المرونة لعينات الفئة الاولى	١٣١
٦-١٩	محاكاة نسب مؤشر التنوع لعينات الفئة الاولى مع العينة المحلية.	١٣١
٦-٢٠	محاكاة نسب مؤشرات عينات الفئة الاولى مع العينة المحلية.	١٣٢

قائمـــــــــة الجـــــــداول

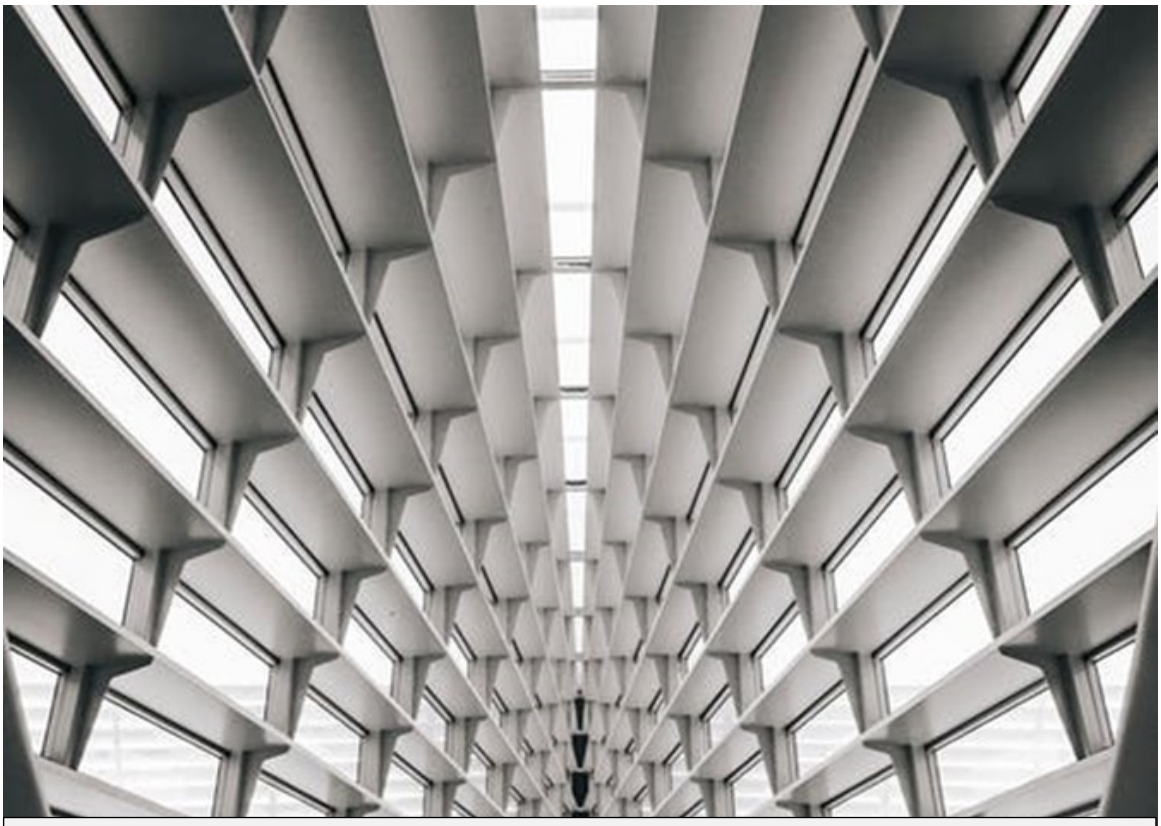
رقم الجدول	عنوان الجدول	الصفحه
	الــفصـــــــــــــل الاول	
١-١	ملخص للجوانب الاساسية في الدراسات السابقه التي تناولت مفهوم التكيف.	٩
١-٢	ملخص للجوانب الاساسيه في الدراسات السابقه التي تناولت مفهوم الذكاء.	٩-أ
	الفصـــــــــــــل الثـــــانـــي	
٢-١	امكانات ومحددات كل بعد من ابعاد التكيف	٢٨-أ
	الفصـــــــــــــل الثـــــالث	
٣-١	الفروق بين تصنيفات العمارة الذكية Intelligent &Smart Building .	٣٧
٣-٢	مبادئ الاستراتيجيات الذاتية.	٣٨
٣-٣	الفرق بين خصائص نظم العمارة ما قبل الذكية ونظم العماره الذكيه.	٤٢
٣-٤	المواد الانشائية الذكية.	٤٤
٣-٥	وصف وظائف الواجهة والنظام المعماري الذكي.	٤٧
٣-٦	الحلول الذكية المستخدمة تبعا للمتطلبات المعمارية	٤٧
٣-٧	طبقات تكوين الواجهة الذكية.	٤٨
٣-٨	وصف الواجهات الذكية في عدة ابنية.	٤٩
٣-٩	المباني الذكية القابلة للتكيف واهدافها ومستوياتها.	٥٣
	الفصـــــــــــــل الرابـــع	
٤-١	عمل الاستراتيجيه الماديه في بعض المشاريع .	٥٧
٤-٢	عمل الاستراتيجيه المكانيه في بعض المشاريع .	٥٩
٤-٣	إجراءات التكيف المكاني في النظام الوظيفي.	٦٢
٤-٤	إجراءات التكيف المكاني في النظام الهيكلي .	٦٤
٤-٥	إجراءات التكيف المكاني في النظام الجمالي .	٦٦
٤-٦	إجراءات التكيف المكاني ضمن انظمة ونطاق المبنى	٦٧
٤-٧	نموذج قياس العناصر الاساسيه للنفاذية	٧٨
	الفصـــــــــــــل الخامـــس	
٥-١	وصف مبنى متحف اللوفر أبوظبي .	٨٣
٥-٢	تحليل مبنى متحف اللوفر أبوظبي .	٨٤
٥-٣	قياس مرونة اجراءات التكيف المكاني في مبنى متحف اللوفر أبوظبي.	٨٥

٤-٥	قياس التنوع الوظيفي في مبنى متحف اللوفر ابو ظبي .	٨٥
٥-٥	مؤشر سيمبسون في مبنى متحف اللوفر ابوظبي.	٨٦
٦-٥	قياس التنوع المتكامل في مبنى متحف اللوفر ابو ظبي .	٨٦
٧-٥	قياس النفاذيه على المستوى الجزئي .	٨٧
٨-٥	قياس النفاذيه على المستوى الكلي المكانيه لمبنى متحف اللوفير ابو ظبي .	٨٨
٩-٥	وصف مبنى المقر الرئيسي لشركة David المعمارية.	٨٩
١٠-٥	تحليل المقر الرئيسي لشركة David المعمارية.	٩٠
١١-٥	قياس مرونة اجراءات التكيف المكاني في مبنى المقر الرئيسي لشركة David المعمارية.	٩١
١٢-٥	قياس التنوع الوظيفي في مبنى المقر الرئيسي لشركة David المعمارية.	٩٢
١٣-٥	مؤشر سيمبسون في مبنى المقر الرئيسي لشركة David المعمارية.	٩٢
١٤-٥	قياس التنوع المتكامل في مبنى المقر الرئيسي لشركة David المعمارية.	٩٢
١٥-٥	قياس مؤشر التغير وصفياً في مبنى المقر الرئيسي لشركة David المعمارية.	٩٣
١٦-٥	قياس النفاذيه على المستوى الجزئي .	٩٣
١٧-٥	قياس النفاذيه على المستوى الكلي المكانيه لمبنى المقر الرئيسي لشركة David المعمارية.	٩٤
١٨-٥	وصف مبنى مكاتبThe Edge .	٩٥
١٩-٥	تحليل مبنى مكاتب The Edge.	٩٦
٢٠-٥	قياس مرونة اجراءات التكيف المكاني في مبنى مكاتبThe Edge.	٩٧
٢١-٥	قياس التنوع الوظيفي في مبنى مكاتبThe Edge.	٩٧
٢٢-٥	مؤشر سيمبسون في مبنى مكاتبThe Edge.	٩٨
٢٣-٥	قياس التنوع المتكامل في مبنى مكاتبThe Edge.	٩٨
٢٤-٥	قياس مؤشر التغير وصفياً في مبنى المقر الرئيسي لشركة David المعمارية.	٩٨
٢٥-٥	قياس النفاذيه على المستوى الجزئي .	٩٩
٢٦-٥	قياس النفاذيه على المستوى الكلي المكانيه لمبنى مكاتبThe Edge.	٩٩
٢٧-٥	وصف مبنى مركز لا ساماريتين	١٠٠
٢٨-٥	تحليل مبنى مركز لا ساماريتين.	١٠١
٢٩-٥	قياس مرونة اجراءات التكيف المكاني في مبنى مركز لا ساماريتين.	١٠٢
٣٠-٥	قياس التنوع الوظيفي في مبنى المقر الرئيسي مركز لا ساماريتين	١٠٣
٣١-٥	مؤشر سيمبسون في مبنى مركز لا ساماريتين.	١٠٣
٣٢-٥	قياس التنوع المتكامل في مبنى مركز لا ساماريتين.	١٠٣
٣٣-٥	قياس مؤشر التغير وصفياً في مبنى مركز لا ساماريتين.	١٠٤
٣٤-٥	قياس النفاذيه على المستوى الجزئي .	١٠٤
٣٥-٥	وصف مركز بلومستيد.	١٠٥
٣٦-٥	تحليل مبنى مركز بلومستيد.	١٠٦
٣٧-٥	قياس مرونة اجراءات التكيف المكاني في مركز بلومستيد.	١٠٧
٣٨-٥	قياس التنوع الوظيفي في مبنى مركز بلومستيد	١٠٧
٣٩-٥	مؤشر سيمبسون في مبنى مركز بلومستيد.	١٠٨
٤٠-٥	قياس التنوع المتكامل في مبنى مكاتب.	١٠٨
٤١-٥	قياس مؤشر التغير وصفياً في مبنى مركز بلومستيد.	١٠٨
٤٢-٥	قياس النفاذيه على المستوى الجزئي .	١٠٩
٤٣-٥	قياس النفاذيه على المستوى الكلي المكانيه لمبنى مركز بلومستيد.	١٠٩
٤٤-٥	وصف مركز الفيلهارمونيك.	١١٠
٤٥-٥	تحليل مبنى مركز الفيلهارمونيك.	١١١
٤٦-٥	قياس مرونة اجراءات التكيف المكاني مبنى مركز الفيلهارمونيك	١١٢
٤٧-٥	قياس التنوع الوظيفي في مبنى مركز الفيلهارمونيك.	١١٢
٤٨-٥	مؤشر سيمبسون في مبنى مركز الفيلهارمونيك.	١١٣
٤٩-٥	قياس التنوع المتكامل في مبنى مركز الفيلهارمونيك.	١١٣
٥٠-٥	قياس مؤشر التغير وصفياً في مبنى مركز الفيلهارمونيك.	١١٣
٥١-٥	قياس النفاذيه على المستوى الجزئي .	١١٤
٥٢-٥	قياس النفاذيه على المستوى الكلي المكانيه لمبنى مركز الفيلهارمونيك.	١١٥
٥٣-٥	قياس التنوع الوظيفي في مبنى البنك المركزي العراقي.	١١٧

٥-٥٤	مؤشر سيمبسون في مبنى البنك المركزي العراقي.	١١٧
٥-٥٥	قياس التنوع المتكامل في مبنى البنك المركزي العراقي.	١١٨
٥-٥٦	قياس مؤشر التغير وصفياً في مبنى البنك المركزي العراقي.	١١٨
٥-٥٧	قياس النفاذيه على المستوى الجزئي .	١١٨
٥-٥٨	نقاط القوه والضعف لمبنى البنك المركزي العراقي.	١٢٠

قائـــــــمة المصطلحـــــات

المصطلح (بالغة الانكليزية)	المصطلح (بالغة العربية)	تعـــــريف
Adaptation	التكيف	قدرة المبنى على استيعاب التعديلات والتغييرات في مجال النظم (الوظيفة،الهيكلية،الجمالية)، أذ يتضمن حذف واضافة عناصر لتحقيق التكيف مع التغيرات
Adjustment	التعديل	احد اليات واجزاء عملية التكيف حيث يتضمن اجراء تغيرات داخل عناصر التصميم الاصلية للوصولة الى حالة مرضية.
Spatial Adaptation	التكيف المكاني	التكيف المكاني في العمارة يعكس مدى توافق وانسجام المبنى مع السياق المحيط للتكيف مع المحفزات البيئية الخارجية والداخلية المتغيرة، وأنشطة واحتياجات المستخدمين، والسياقات الاجتماعية والسياقات المكانية.
Intelligence Design	الذكاء التصميمي	استجابة المبنى تلقائياً (Auto) لوظائف واحتياجات المستخدم من خلال الدمج بين اساليب ومبادئ التصميم والتقنيات التكنلوجيا الحديثة.
Smart Technical	الذكاء التقني	استجابة المبنى تلقائياً (Auto) للبيئة والمحيط بأستخدام التكنلوجيا ومن دون دور المصمم.
Passive Strategies	الاستراتيجيات الذاتية	تركز الاستراتيجيات الذاتية على المبادئ التصميمية من ناحية الشكل والتوجيه والتنوع الوظيفي النفاذية، الاستمرارية ويكون المصمم اساسها من دون تدخل التكنلوجيا.
Active Strategies	الاستراتيجيات الفعالة	تركز الاستراتيجيات الفعالة على استخدام تقنيات الذكية ، والنظم الموفرة للطاقة، لتزيد من كفاءة المبنى وتكون الاله (الحاسوب) اساسها من دون تدخل الانسان.



الفصل الاول
المقدمة

" الحداثة لا تعني بالضرورة الحيوية، والتغييرلا يكون دائما للافضل "

"حسن فتحي"

(١-١) المقدمة Introduction

تعد العمارة أكثر من مجرد بيئة مبنية، بل أنها مزيج من الفن وتقنية التصميم والبناء لخلق بيئة مادية تلبي كل من المتطلبات العملية والتعبيرية، لذلك فهي تخدم كلاً من الغايات النفعية والجمالية. لذا تأثرت العمارة بالتطور الفكري والتقني ابتداءاً من الثورة الصناعية وصولاً الى الثوره التكنلوجيا ثم الرقمية، اذ شكلت أنطلاقه لسلسه من الافكار الجديده في العمارة، و تميز كل عصر بملامح معمارية مدمجه بتقنيات العصر نفسه مما تجعل المباني جزءاً لا يتجزء من محيطها أذ يعد الشكل المعماري نتاج التطورات والثورات الأجتماعية والتكنلوجية التي اثرت في تشكيله المعمارية ممايدفعها الى التغير المستمر.

ركزت الدراسة على الذكاء في العماره بتراكب الذكاء التقني (Technical intelligence) المتمثل في نظم (الاستشعار، تحكم، الاستجابه) بأستخدام التكنلوجيا ومن دون تدخل الانسان، والذكاء التصميمي (Design intelligence) المتمثل بـ(مبادئ واساليب التصميم) المعتمده على المصمم من دون دخول التكنلوجيا في تصميم المبنى او اجزاء منه لها القابلية على التواصل وتكامل مع شاغليها والبيئة المحيطة على كلتا المستويين الجزئي (Micro Level) والكلي (Macro Level) لذلك تستلزم الحد من قابلية التأثر وتعزيز القدرة على التكيف من خلال كفاءة النظام الذكي وتوفير أقصى قدر من مرونة التصميم وتماسك المستويين .

يكون عمل التكيف المكاني في مجال تفعيل استراتيجيات الذاتية (Passive Strategies) والفعاله(Active Strategies) لخلق عمارة افضل تراعي المستخدم والبيئه و تستفيد من الامكانيات التي يقدمها التطور التقني لتحسين وظيفة المبنى والتكيف مع التغيرات المادية والمكانية.

تكمن اهمية هذه الدراسة في تركيز اهتمام العالم على التقنيات الذكية التي تجعل من المبنى آلة اذ استوجب السعي نحو تكامل نظم البناء مع التكنلوجيا . وهنا تكمن الفرصة الكبيرة للأستخدام الاليات والاستراتيجيات التي توجه المبنى ليكون متكيفاً مكانياً بالاستجابه للتغيرات و تكامل النظم وتماسك المستويات المكانية، لتحقيق عمارة مرنة وكفوءة.

(١-٢)الدراسات السابقة Literature review

لغرض بلورة مشكلة البحث ومفرداته الأساسيةلابد من عرض اهم الدراسات التي تقترب من موضوع البحث وتتناول جوانب العمارة المتكيفة وجوانب النظم الذكية لمعرفة الافكار المختلفة واستكشاف الثغرات المعرفية. إذ يستعرض البحث مجموعة من هذه الدراسات على مجموعتين (المجموعة الاولى تناولت مفهوم التكيف، المجموعه الثانيه تناولت مفهوم الذكاء)، اذ تم تسلسل هذه الدراسات وفق المدة الزمنية من الأقدم إلى الأحدث على النحو الآتي:

اولاً: دراسات تناولت مفهوم التكيف
Studies Addressing the Concept of Adaptation

١- دراسة P. Russell , S. Moffatt في عام ٢٠٠١
Assessing the Adaptability of Buildings

أشارت الدراسة الى قدرة المباني على استيعاب التغير على مدى حياة والسعي للتكيف بشكل أكثر كفاءة والبقاء في الخدمة لمدة اطول والذي بدوره يؤدي الى تحسين اداء المبنى.

تناول الباحث التكيف من عدة جوانب لاستراتيجيات التكيف اذ ركزت الدراسة على العائق الأكثر أهمية هو صعوبة التنبؤ بدقة المتطلبات المستقبلية للمباني، في حين أنه من الممكن تحديد ملامح المباني القائمة التي عززت قدرتها على التكيف، اما تحسين الأداء البيئي فأن كل مبنى غير قادر على الاستجابة للظروف المتغيرة فهو معد ليصبح الأسواء استخداما وغير قادر على استيعاب الجديد. تعزيز القدرة على التكيف في مستويات وعناصر المبنى من خلال اليات التصميم المتبعة ويتم ذلك بتحديد عدد من استراتيجيات التصميم والمميزات لكل عنصر في المبنى.

نستنتج من ذلك الاطار العام لمفهوم التكيف إذ يعمل على استيعاب التغير لأن التغير لابد منه سواء في المحيط الاجتماعي والاقتصادي والمادي وفي احتياجات وتطلعات الشاغلين، وبذلك حددت مجموعة من الاستراتيجيات تساعد في تصميم المبنى بأسلوب يجعلهُ يتميز بالإستقلالية والاستمرارية لتساعد في تحقيق التكيف (Moffatt& Russell, 2001,pp.1-31).

٢- دراسة James Douglas في عام ٢٠٠٦ Building Adaptation

تتناول الدراسة جوانب البيئة المبنية بعدة مستويات وخيارات ومدى احداث التكيف فيها ليتناسب كل مستوى مع بيئة معينة، وتناوله المبادئ الخاصة في التكيف المباني بما فيها التحسينات والتعديلات والاضافات وكذلك التحويلات، وغيرها من الحالات المختلفة التي تحتاجها المباني من اجل توفير الراحة البشرية واطالة عمر المبنى. تركز الدراسة على :

- المبادئ التقنية و تطبيق التكيف في المباني.
- استعراض للتقنيات والمبادئ العامة التي تعمل على تغيير المباني القائمة. أن كل مبنى ينشأ بالتقنيات التكنلوجية الحديثة المتقدمة سيحتاج في المستقبل الى تعديل او تحديث او معالجة والذي يحدث من خلال التكيف (Douglas, 2006, pp. 1-680)

أكدت الدراسة على تحويل وتحسين وتجديد التقنيات التي تطبق على المباني المصممة وذلك بتحليل العديد من المخططات والأمثلة التي تركز على انواع المباني المختلفة في مجال كفاءة الطاقة والحفاظ عليها وتكيف المبنى والمساهمة في زيادة الأداء الوظيفي . إذ توصلت الدراسة بأنه لابد من فهم وظيفة المبنى ومتطلباتها قبل البدء بعملية التكيف.

٣- دراسة Faiza Nakib في عام ٢٠١٠

Fractal geometry; a tool for adaptability and 'evolution ability'

الباحثة تسلط الضوء على مساهمات الهندسة الكسرية في قابلية التكيف والتطور المباني. فيبدو أن تطبيق الفركتال هي نهج مثير للاهتمام لاستكشاف القدرة على تكيف المبنى مع التغيير من أجل تحقيق بنية مستدامة والحفاظ على الأنسجام مع الطبيعة. ذكرت الباحثة أن نظرية الفركتل أداة قيمة لاستكشاف القدرة على التكيف المعماري و "قابلية التطور" في مجالات مختلفة بما في ذلك العمران من جانب التخطيط الحضري (على مستوى المدينة أو الحي) أو الجمالي (مستوى التفاصيل) ولكن القليل عن التكوين المكاني .

تهدف هذه الورقة إلى استكشاف التكوين المكاني والوظيفي للمبنى (المستوى المعماري) من خلال شرح كيف أن فهم الهندسة الكسورية ، وتنفيذها على التكوين المعماري وترتيب المساحات ، قد يضمن قدرة المبنى على التكيف و التطور باعتباره المبنى هيكلًا مكونًا من اجزاء مختلفة ومكونات متعددة .

نستنتج من دراسة أن النمطية تعتبر ضرورية للتكيف المعماري للأنها تتيح توفير الوقت والمال بشكل أساسي، ولكنها أيضًا تسهل تحديث المبنى وترقيته وصيانته وتساهم بشكل كبير في تحول إيجابي وتدريجي للمبنى و تحسين مساحاتهُ واستخدامها، بالإضافة إلى زيادة النفاذية وإمكانية الوصول مما يؤدي إلى ارتباط أفضل بين مستويات المبنى (.Nakib, 2010, pp.1-50).

٤- دراسة Tomasz Jaskiewicz في عام ٢٠١٣

Towards a methodology for complex adaptive interactive architecture

تناول الباحث التكيف من جانب العمارة التفاعلية وقابلية تكيفها.مبتدئاً بلأساس المنطقي لتكيف المباني والهياكل المعمارية من منظور اعتبار العمارة منتجًا وعملية لتكيف الإنسان مع احتياجاته الطبيعة المتغيرة. ناقش الباحث إمكانية إجراء مزيد من التحسينات على قدرة المبنى للتكيف بالاعتماد على النهج التفاعلي في العمارة لخلق نظامًا تكيفيًا معقدًا يتكون من عوامل مستقلة، وتشكل شبكة فاعلة من الكيانات الحية وغير الحية .

المشكلة التي تناولها الباحث (التغيير الديناميكي للمباني في العمارة التفاعلية عادة ما يكون آليًا ويتم التحكم فيه وهذا الشكل من أشكال السيطرة المركزية يتعارض مع مفهوم التكيف، أذ لا تُظهر المباني استراتيجية تكيف مستقلة خاصة بها بل معتمدة على نمذجة). لذلك تنص فرضية البحث ما يلي: "درجة وجودة التكيف يمكن تحسينهما بشكل كبير من خلال استبدال التنظيم المركزي والتسلسل الهرمي التقليدي النظم المعمارية بنظام موزع إلى حد كبير ومفتوح وقابل للتوسيع".

تم استنتاج لا يحتاج تطوير العمارة التفاعلية التكيفية المعقدة إلى رؤية المباني المستقبلية المليئة بالتحويل الديناميكي وأنما الحفاظ على الأجزاء الفعالة وتكيفها وإيجاد توازن بين الديناميكية ، والتحول ، والتكيف والراحة، في المباني، مع السماح بالتحولات المكانية الديناميكية بهدف أنشاء بنية تفاعلية تكيفية(.Jaskiewicz, 2013, pp.1-399).

٥- دراسة Shatha F. Hussein Al-Bahadly في عام ٢٠١٤
Adaptation in Architecture (Adaptive Reuse in Valuable Building)

تناولت الدراسة التكيف من ناحية إعادة الاستخدام في المباني القيمة واتخذه من التكيف اداة رئيسية في تطور مع التغيرات بمرور الزمن بإستخدام اليات التغيير و التعديل وصول الى التلاؤم والتوافق مع ظروف معينة من خلال فهم اوليات النظم وبالتالي تحديد نقاط الضعف و محاولة خلق بيئة قابلة للتكيف بأدنى معدلات التغيير للحفاظ على قيمة المبنى. تمثلت مشكلة البحث في عدم وضوح مفهوم التكيف بإعادة الاستخدام بشكل عام ودوره في البنية ذات القيمة بشكل خاص. وكان هدف الباحثة الوصول الى خصائص واساليب تكيف المباني ذات القيمة. اذ توصلت الباحثة الى اهم الخصائص التي يمكن العمل بها عند تكيف المباني ذات القيمة بإعادة الاستخدام بأعتمادها على قياس المتغيرات في عينات محلية وعالمية.

ركزت الدراسة على حجم التغيير وعلاقته مع عملية التكيف إذ وضحت الباحثة أن حجم التغيير أحياناً يتناسب طرديا مع عملية التكيف، وأحياناً اخرى لا يكون التغيير مقياس لنجاح عملية التكيف وذلك يعتمد على نوع المبنى وحالته من جهة وعلى الوظيفة الجديدة من جهة اخرى (البهادلي, ٢٠١٤,صـ١-١٥٠).

٦- دراسة Schmidt and Austin في عام ٢٠١٦
Adaptable Architecture - Theory and Practice

تناولت الدراسة مفهوم القدرة على التكيف في العمارة وبعض المفاهيم حول كيفية جعل المباني لتكون قادرة على التكيف من خلال تصميمها وبالتالي خلق بيئة أكثر استدامة ، اظهرت الدراسة الأساس النظري لتصميم المباني من أجل أن تكون متكيفة ويحلل حالات دراسية توضح ذلك.

تكشف الدراسة عن الدوافع التي تزيد من تطوير المباني القابلة للتكيف واساليب التخطيط والتصميم الجيد وبملكية طويلة الاجل مع التنبؤ بشأن المستقبل. وضحت الدراسة أن الإنشاء من اجل القدرة على التكيف ليس مجرد حالة قائمة والمباني ليست كياناً ثابتاً ويشكل وحدة متراصة بل هناك سلسلة من المستويات التي تتغير بمعدلات مختلفة تبعاً لمنظومات المبنى فيما يتعلق بمكونات معينة وبعناصر محددة Schmidt & Austin, 2016, pp. 1-318) .

نستنتج من الدراسة أن القدرة على التكيف تتيح للمستخدم التفكير في المبنى كسلسلة من الاحداث تتكيف مع المستخدمين في (المساحة، الحجم، الاداء). إذ تضمنت الدراسة ستة أجزاء وضحت فيها الجوانب النظرية والفلسفية لموضوع البحث بدءاً من مراحل الأولية للتصميم والتنفيذ ،بإعتماد على تحليل حالات دراسية واثبتت أنه لايزال هناك فجوة بين ما يريده الناس في أن تكون العمارة (منحوتة وثابتة) وبين ما يجب أن تكون في الواقع (ديناميكية ومتكيفة).

٧- دراسة Inas Hassan Al-Bakri في عام ٢٠٢١
Building adaptation and environmental congruency in contemporary architecture

تناولت الدراسة مفهوم التكيف من ناحية المواءمة البيئية و نظم البناء في العمارة المعاصرة ، و مدى تأثيرها على تحقيق التناغم البيئي. تناولة مشكلة البحث الحاجة المعرفية الكاملة لتقصي تأثير اليات

ومناهج التكيف في منظومات المبنى للوصول الى استراتيجية شمولية لتحقيق المواءمة البيئية في المبنى وعلاقة ذلك بمبدأ تحقيق الاستدامة في المبنى. اشارت الدراسة الى أن التكيف يتحقق إذا تم تحقيق تفاعل ديناميكي متكامل ومتناغم بين منظومات المبنى من (القشرة، الهيكل الإنشائي، الخدمات) على المستوى التطبيقي، ويتم تعزيز هذا الدور من خلال الاعتماد على استخدام تقنيات الاستدامة في العمارة المعاصرة، فأكدت الدراسة على أن المبنى يكون متكيفاً عندما يكون ذا مخطط فضائي يمكن ترتيبه في عدة سيناريوهات لتلبية الاحتياجات و أنماط الحياة المختلفة و يسمح باضافة او استبدال او تعديل دون التأثير على بنية مع مراعاة ثلاث ميزات اساسية (عمر المبنى ، الوظيفة ،الإداء) (البكري , ٢٠٢١,صـ١-١٥٠).

اظهرت الدراسة يتم صنع المباني مسبقا وتشكيلها لتحقيق المرونة والتكيف و امكانية تركيب المكونات واصلاحها من خلال العمليات الميكانيكية والآلية، و يجب أن تحتوي المباني على هيكل شبه دائم يمكن تكيفه للتعامل مع تغيير، ويتم تصميم الواجهه والهيكل بشكل يمكن به استبدالها او تحديثها.

ثانياً: دراسات تناولت مفهوم الذكاء
Studies Addressing the Concept of Intelligence

١- دراسة Asmaa Magdy Mohamed Fadel في عام ٢٠١١
"Intelligent Architecture "And it's Technological Impacts on Design "A Case Study of Office Buildings"

أهتمت الدراسة بإلقاء الضوء على أحدث اتجاهات العمارة الذكية(Intelligent)، من منطلق استيعابها أحدث التقنيات في تكنولوجيا البناء وذلك في المباني الإدارية، ودراسة المواد والأنظمة والأغلفة الخارجية الذكية المستخدمة ، بجانب دراسة الأسس التصميمية المتبعة عند تصميم العناصر الأساسية و الغير أساسية في المباني ذات التصميم الذكي. تدور المشكلة البحثية اسباب عدم استغلال القدرات التقنية في العمارة الذكية التي من شأنها تدعم الجوانب التصميمية. تناولت الدراسة تعدد واختلاف الرؤى حول مفاهيم وسمات العمارة الذكية و ما هو الذكاء المعماري. اذ اعتمدت الباحثة المنهج التحليلي في رصد و تحليل أسباب ظهور أنظمة " العمارة الذكية "، ودراسة النظم المستخدمة في المباني الإدارية على عدة مستويات (فاضل ، ٢٠١١ ، صـ١-١٥٠)

تم الاستنتاج من الدراسة أن التقنيات الذكية(smart) تعمل على اجزاء وتدعم الذكاء التصميمي بالأخص على مستوى النظام الجمالي والهيكلي، من خلال استخدام مواد بناء ذكية قابلة لإعادة التدوير والتفكيك، تجهيز المباني الإدارية الذكية بشبكة أتصال، فمن ضروري التركيز على جانب الاستجابة في المبنى ليكون مستجيب ومتفاعل مع تغير الظروف المحيطة.

٢ - دراسة Saad, B., Al-Einen, A. and Abo El-Azm, F., في عام ٢٠١٦
The Impact of Using Smart Architecture on Architectural Creativity

تناولت الدراسة اثر استخدام التقنيات الذكية (smart) على النظام الوظيفي والجمالي للمبنى . لذا تم تحديد عناصر العمارة الاساسية ذات التأثير الايجابي على الإبداع في المبنى الذكي منها (المواد الذكية، الغلاف الذكي، الهيكل الذكي ، النظم الذكية). لذلك لا تهتم العمارة بالوظائف المادية فحسب ، بل تهتم أيضًا

بالمظهر والجوانب الشكلية و تأثيره على الإنسان. اذ تمثل العمارة وسيلة لتحقيق الابداع والابتكار باستخدام التقنيات الذكية .

جاءت الدراسة بسبب غياب تطبيق الميزات الإبداعية في نظم المباني و قلة الوعي بأستخدام التقنيات بالطرق التي تعكس ايجاباً على نظم المبنى ومحيطهُ.اشارت الدراسة الى ضبط البيئة وتغيراتها من خلال استخدام التكنولوجيا ، وذلك بخلق بيئة صغيرة تستجيب للتغيرات . تهدف الدراسة الى إيجاد معايير لنسب وكميات استخدام التقنيات في المباني (Saad, Al-Einen & Abo El-Azm, 2016,pp. pp.1-11.)

تناول البحث ثلاث دراسات حالة دولية وثلاث دراسات حالة محلية حسب توافر مكوناتها وبناءً على ذلك تم تحديد ثلاث ميزات رئيسية يمكن من خلالها وصف المنتج المعماري بأنه معماري ذكي. هذه الميزات هي (الأتمتة ، الاستجابة ، التوافق مع البيئة) ، اذ تم الاستنتاج من هذه الدراسة أن الاستخدام الصحيح للتقنيات الذكية يحافظ على النظام البيئي والوظيفي ويحقق النظام الجمالي ويزيد من مستوى الابداع في المبنى .

٣- دراسة Nikos A. Salingaros & Kenneth G. Masden في عام ٢٠١٧

The Science of Intelligent Architecture

تهتم هذه الورقة في "العمارة الذكية"على أساس كيفية إدراك العقل البشري للعالم المادي وتفاعله معه لتؤدي إلى بنية أكثر انسانية، مع احترام النظم التقليدية للتصميم المعماري. قدمت هذه الورقة حلول متعددة حول التصميم المكاني المتكيف مع النظام الذكي اذ وجد علاقات مختلفة تؤدي إلى حلول، كل حل هو شبكة من الحلول و لا يوجد حل واحد لمشكلة معقدة، ولكن بدلاً من ذلك مجموعة من الحلول ذات الصلة لتكوين وحدة كاملة متماسكة (Salingaros & Masden, 2017,pp.40-60) .

تعد هذه الدراسة من دراسات المهمة التي تربط بين التكيف المكاني والذكاء أذ ذكر سالينكاروس وذكر أن التكيف مستحيل بدون الذكاء. لذلك يجب أن تستجيب النظم لعدد كبير من القوى في البيئة منها (احتياجات بشرية، مباني محيطة، القوى طبيعية، وما إلى ذلك). بينما القيود الإضافية المفروضة على التكيف (الميزانية، توافر المواد ونظم البناء) واستنتج الباحثان انه يمكن للعمارة القائمة على الذكاء (باستخدام التقنيات) أن تضفي ذكاء اكثر وقدرة تكيف عالية للمبنى.

٤- دراسة Rand H.M. Agha في عام ٢٠١٨

Intelligent Systems in Buildings: Traditional Courtyard Houses in Baghdad as a Case Study

تناولت الباحثة موضوع النظم الذكية (Intelligent systems) على أنها جزء أساسي من البناء الذكي (intelligent building)، اذ تكشف الدراسة الدور المحتمل لهذه النظم في تحسين أداء الأفنية في منازل بغداد، التي تمتلك قيمة معمارية تاريخية كبيرة تستند إلى تعديل الظروف الاجتماعية والبيئية المحيطة من أجل حماية الساكنين. كان الهدف الرئيسي من البحث هو شرح طبيعة النظام الذكي في المباني لتمييز مبنى ذكي عن مبنى غير ذكي، لذلك أوضح البحث أن طبيعة النظام الذكي في المبنى يتم أنشائها من خلال التفاعل والجمع بين تعقيدات النظام الذكي ، نوع النظام الذكي في المباني المليء بالنظم، ومستوى التكامل

بين النظام الذكي والاتصال بين مكونات النظام الذكي المختلفة بالأعتماد على اساليب واستراتيجيات البحث المختلفة. لخصت الدراسة أن طبيعة النظام الذكي تعتمد على أسلوب حياة المستخدمين.

حددت نتائج الدراسة أن اهم السمات الرئيسية لمنزل الفناء التقليدي هي استخدام النظم و الاستراتيجية الذاتية التي تدعم نمط الحياة من خلال تحقيق الراحة الحرارية. بالإضافه الى استخدام تقنيات ذكية تعمل كتطبيقات متكاملة ستساعد بالتأكيد السكان على تحسين أداء المنزل وسيتم ذلك من خلال دعم الاستجابة للبيئة(Agha, 2018,pp.1-320.).

نستنتج من ذلك أن الابنية الذكية (Intelligent Building) تحتاج أن تدعم بنظم ذكيه (Smart System) ومن المرجح أن يكون للمستخدمين في المستقبل أسلوب حياة مختلف، وبالتالي قد يتغير مستوى الذكاء، فأن الحاجة المحتملة إلى الذكاء التقني (Smart System) قد تتغير أيضًا بسبب نوع النظام وتشغيله.

٥- دراسة Khalil Mohieddin Hamdan في عام ٢٠١٨

Principles of Smart Buildings Design Case Study (Ministerial Buildings in Damascus City)

تناولت هذه الدراسة مفاهيم الذكاء التقني (Smart) متمثلة في العديد من البرامج لأتمتة المباني وجعلها تعمل ذاتيًا وهذا أيضًا فرض نظم جديدة في تصميم المباني الحديثة أو إعادة تأهيل المباني القائمة، وكل ما ينعكس إيجاباً على جودة المباني يزيد من كفاءتها ، ويسرع خدماتها ، ويجعلها بيئة مريحة للعمل. وهذا هو سبب الدراسة لهذه التقنيات ومتطلبات تصميمها ، وعرض خصائص ومتطلبات تصميم المباني الذكية.

تبلورت مشكلة الدراسة حول التطور التقني الحاصل في مجال الاتصالات والمعلومات وما رافقه من ظهور لمفاهيم ذكية جديدة وظهور برمجيات عديدة لأتمتتها وجعلها تعمل ذاتيا و فرض نظم جديدة في تصميم المباني الحديثة أو تأهيل المباني مما يضمن تكيف المبنى للأطول مدة ممكنة. تهدف الدراسة الى عرض الخصائص والمتطلبات التصميمية للمباني الذكية وآلية تطبيقها على المباني و استخراج نتائج تساعد في عملية التقييم والحلول للمباني القائمة وأسس تستند عليها الدراسات الحديثة (حمدان ، ٢٠١٨، صـ١-١٥٠).

من خلال الدراسة تم معرفة الذكاء التقني وما يوفره من ميزات للمبنى لتوفر أقصى درجات الراحة لشاغلي المبنى أثناء استخدامهم للفراغات الداخلية ، و توفر الوقت والجهد فصنف الباحث الأسس العملية لتصميم التقني الذكي في ثلاث مجالات (نظم الإدارة الذكية، التقنيات الذكية ، التصميم الذكي) .

٦- دراسة Stankovic, D., Tanic, M., & Cvetanovic, A. في عام ٢٠١٩

The impact of intelligent systems on architectural aesthetics

تناولت هذه الدراسة النظام الجمالي وتأثير التقنيات الذكية والتقدم التكنولوجي عليه سعياً للاظهار تعبير وأسلوب معماري جديد من خلال تحديد التقنيات الذكية الجديدة والمواد الحديثة المتكيفة مع الاحتياجات البيئية والجمالية للعمارة الحالية ومتوافقة مع المحيط.ركز الباحث على تتمتع التكنولوجيا

والهندسة المعمارية بعلاقة تكافلية طويلة، فيمتلك المبنى الذكي الهوية التكنولوجية ، والتكنولوجيا لها دور مهم في إنشاء شكلها وحجمها وواجهتها وموادها.

نستنتج أن دراسة تركزت حول الاغلفة التكيفية الذكية و اكدت على أنها احد اهم مكونات المبنى الذكي قادرة على التكيف مع تغير الظروف المناخية على أساس يومي أو موسمي أو سنوي. نعني بالتكيف القدرة على الاستجابة أو الاستفادة من الظروف المناخية الخارجية لتلبية متطلبات راحة ورفاهية بكفاءة وبشكل أكثر أهمية، ووضح الباحث الواجهات التكيفية المتحركة متعددة المعايير ، على عكس الواجهات الثابتة ، تتفاعل ميكانيكيًا أو كيميائيًا مع المناخ الخارجي. (Stankovic, Tanic & Cvetanovic, 2019,pp. pp. 1030-1044) خلاصة الدراسة تركز على:

- **المباني الذكية لها تأثير كبير على حياة ساكنيها.**
- **يمكن للمباني الذكية أن توفر بيئة متكيفه مع ساكنيها ومحيطها وممتازة من ناحية العيش فيها.**

٧- دراسة Santina Di Salvo في عام ٢٠٢٠

New Technologies for Adaptive Architecture

تناولت الدراسة التكيف من جانب النظام البيئي مع حلول تكنولوجية، لتكون الهياكل قادرة على تكيف بشكل متجاوب، مما يعكس الظروف البيئية المحيطة بها للأعادة وصف العلاقة المعمارية مع الفضاء والبيئة المحيطة، ضمن نطاق ما يسمى عادة "البيئة المستجيبة". ركزت الباحثة على استكشاف الإمكانيات التي توفرها أحدث التقنيات لدعم العمارة من خلال إنشاء بنية "ذكية" وديناميكية وقابلة للتكيف. ركزت الدراسة الضوء على التصميم المتكيف من خلال تحسين الموارد الطبيعية وإنشاء مبان قادرة على التنظيم الذاتي وفقًا لنهج شامل لعديد من الجوانب منها (ضمان الجودة المعمارية، المرونة، القدرة على التكيف مع الفضاء، التداعيات الاجتماعية وجميع الجوانب البيئية الاقتصادية والوظيفية والاجتماعية).

يجب أن يكون التكيف وتكنلوجيا الحديثة موجهة نحو تحديد عناصرمعمارية تكون قادرة على تكيف، وفقًا لظروف السياق البيئي، ومغلف المبنى اليوم يمثل المستوى الذي يتركزفيه الابتكار التكنولوجي بالاعتماد على (نظم الحسابية والبارامترية، وأجهزة الاستشعار، نظم التحكم) مما يجعل غلاف المبنى متكيفاً ويحقق كفاءة في استهلاك الطاقة (Salvo, 2020, pp. 457-465).

نستنتج أن الدراسة تطرقت الى مفاهيم القدرة على التكيف وإعادة التكوين وقابلية التوسع في غلاف المبنى من خلال الجمع بين التصميم والتقنيات الحديثة من أجل التكيف باستخدام المواد والتقنيات الحديثة كأداة لإضفاء الجودة على الفضاء والإصرار على الابتكار في سياق المباني التكيفية التي يمكن من خلالها تغيير وجه المدن.

بعد تحليل الدراسات اتضح أن كل دراسة تناولت جانباً محدداً وضمن ابعاد ونظم محددة، كما في جدول (١-١) و(١-٢).

الدراسة	عنوان الدراسة	المفاهيم الاساسيه للدراسه	المفاهيم الثانويه للدراسه	نظم العماره	الأبعاد	تحليل النقص المعرفي
١- دراسة P. Russell , S. Moffat / ٢٠٠١	Assessing the Adaptability of Buildings	مفهوم ومبادئ التكيف الرئيسية	مفهوم الاستقلالية و الاستراتيجيات التصميمية للتكيف وطرق تقيمها.	- النظام الوظيفي	- البعد الوظيفي - البعد الاجتماعي - البعد الاقتصادي	غياب دور التقيم للمباني حديثة التصميم قبل الاشغال، ولم يفسر تكيف المبنى مع سياقهً.
٢- دراسة James Douglas / ٢٠٠٦	Building Adaptation	معاييرالتكيف (قابلية الهدم، قابلية التفكك التوسيع، المرونة)	ادارة التغيير ضمن المباني الحديثة أو القائمة بما يشمل التعديلات والاضافات	- النظام الوظيفي	- البعد الوظيفي -البعد المادي	غياب مفهوم مرونة النظام الهيكلي والجمالي وتأثير معايير التكيف المذكوره عليها.
٣- دراسة Faiza Nakib / ٢٠١٠	Fractal geometry; a tool for adaptability and ‘evolution 'ability	مفهوم التكيف مع التغيير في التكوين المكاني والوظيفي للمبنى.	النمطية والتكوين المكاني والوظيفي للمبنى و الجمالي (مستوى التفاصيل)	- النظام الهيكلي - النظام الوظيفي	- البعد العمراني -البعد الجمالي	غياب دور تكامل النظم وعلاقة النسب الكسريه والجمالية وتأثيراتها على التكيف المكاني.
٤- دراسة Tomasz Jaskiewicz / ٢٠١٣	Towards a methodology for complex adaptive interactive architecture	مفهوم التكيف من جانب العمارة التفاعلية.	اليات واستراتجيات المتخذه للسماح في التحولات المكانية الديناميكية.	- النظام الهيكلي - النظام الجمالي	- البعد المادي - البعد التكنلوجي	عدم التركيز في الذكاء التصميمي ومرونة التصميم وعلاقتها بتكيف المبنى مكانياً.
٥- دراسة Shatha F. Hussein / ٢٠١٤	Adaptation in Architecture (Adaptive Reuse in Valuable Building)	مفهوم التكيف من جانب إعادة الاستخدام التكيفي	أساليب واجراءات التكيف بإعادة الأستخدام مع إطار نظري شامل.	- النظام الوظيفي	- البعد الوظيفي -البعد الاجتماعي - البعد الاقتصادي	غيباب دور الحداثه والتقنيات وتأثيرها على اعادة الاستخدام وتغير الوظيفة
٦- دراسة Schmidt Austin, / ٢٠١٦	Adaptable Architecture - Theory and Practice	مفهوم القدرة على التكيف بين اجزاء المباني التي تمتلك معدلات مختلفة من التغيير.	اساليب التخطيط والتصميم الجيد التي ترفع من تكيف المبنى .	- النظام الهيكلي - النظام الوظيفي	- البعد الوظيفي - البعد الاجتماعي -البعد المادي	عدم التركيز على استراتيجية معينه لترابط مستويات المبنى
٧- دراسة Inas Hassan / ٢٠٢١	Building adaptation and environmenta l congruency in contemporary architecture	تكيف منظومات المبنى ومدى تأثيرها على تحقيق المواءمة البيئية	اليات ومناهج التكيف في المبنى ومبدأ تحقيق الاستدامة في منظومات(الهيكل الإنشائي ، الخدمات)	- النظام الهيكلي	-البعد الاجتماعي -البعد البيئي -البعد التكنلوجي	غياب الدور التعريفي بطريقة تطبيق التكنولوجيا الذكية المستحدثة في النظام الهيكلي والحماية البيئيه

جدول (١-١) ملخص للجوانب الاساسيه في الدراسات السابقه التي تناولت مفهوم التكيف. إعداد : الباحثة.

الدراسة	عنوان الدراسة	المفاهيم الاساسيه للدراسه	المفاهيم الثانويه للدراسه	نظم العماره	الأبعاد	تحليل النقص المعرفي
١- دراسة Asmaa Magdy /٢٠١١	“Intelligent Architecture “And it's Technological Impacts on Design “A Case Study of Office Buildings”	اتجاهات العمارة الذكية	مفاهيم الأسس التصميمية المتبعة عند تصميم العناصر الأساسية و الغير أساسية في المباني ذات التصميم الذكي.	- النظام الجمالي - النظام الهيكلي	- البعد التكنلوجي - البعد المادي	غياب طريقة قياس درجة أستخدام النظم الذكية و اقتراح حلول لرفع درجة ذكاء المبنى.
٢- دراسة Saad, B., Al-Einen, A. and Abo El-Azm, F. /٢٠١٦	The Impact of Using Smart Architecture on Architectural Creativity	التقنيات الذكية	تشمل مفاهيم العناصر الاساسيه للعماره ذات التأثير الايجابي على الإبداع مع ميزات (الأتمتة، الاستجابة)	- النظام الوظيفي - النظام الجمالي	-البعد الوظيفي -البعد البيئي	ركزت الدراسة على الابداع من دون طرح علاقتهُ بالتكيف المكاني وما تأثيراتهُ عليه.
٣- دراسة Nikos A. Salingaros & Kenneth / G. Masden ٢٠١٧	The Science of Intelligent Architecture	مفهوم العمارة الذكيه	مجموعة اساليب وحلول تربط بين مفهومي التكيف المكاني والذكاء.	- النظام الهيكلي - النظام الوظيفي - النظام الجمالي	-البعد المادي -البعد التصميمي	دراسه متكامله واطار نظري متكامل ولكن تفتقد للجانب التطبيقي.
٤- دراسة Rand H. M. Agha / ٢٠١٨	Intelligent Systems in Buildings: Traditional Courtyard Houses in Baghdad as a Case Study	النظم الذكية	اساليب واستراتجيات النظام الذكي مع التركيز على الاستراتيجية الذاتية.	-النظام الهيكلي -النظام الوظيفي	-البعد البيئي	تركيز على الجانب البيئي فقط في الدراسة مع غياب دور الجوانب الاخرى .
٥- دراسة Khalil Mohieddin Hamdan / ٢٠١٨	Principles of Smart Buildings Design Case Study (Ministerial Buildings in Damascus City)	مفاهيم الذكاء التقني (Smart)	اليات والتقنيات الذكيه بالأضافه نظم الاداره ونمذجة التصميم المعماري الذكي	-النظام الهيكلي -النظام الوظيفي	-البعد التكنلوجي -البعد البيئي	التركيز على نظم الذكاء التقني اي الذكاءالاصطناعي وغياب دور نظم الذكاء التصميمي
٦- دراسة Stankovic, D., Tanic, M., & Cvetanovic, A. / ٢٠١٩	The impact of intelligent systems on architectural aesthetics	مفهوم الذكاء في اغلفة المباني	تناول اسلوب تصميم جديد بأستخدام المواد والتقنيات الحديثه.	- النظام الجمالي - النظام الهيكلي	-البعد البيئي -البعد التكنلوجي	التركيز فقط على تصميم الجوانب الشكليه على المستوى الجزئي وغياب دور المستوى الكلي.
٧- دراسة Santina Di Salvo / ٢٠٢٠	New Technologies for Adaptive Architecture	مفهوم التكيف والمنظوما ت الذكية	الجودة المعمارية، المرونة، القدرة على التكيف مع الفضاء ،الابتكار التكنلوجي	- النظام هيكلي	تكامل الابعاد	غياب دور الذكاءالتصميمي ومرونة النظم

جدول (١-٢) ملخص للجوانب الاساسيه في الدراسات السابقه التي تناولت مفهوم الذكاء. إعداد: الباحثة.

خلال مناقشة أهم الجوانب للدراسات السابقة لكلتا المجموعتين فأتضح أن مجموعة الدراسات التي تخص التكيف تهتم غالباً بمفهوم التكيف بشكل عام وتذكر التكيف المكاني ضمنياً دون الخوض في تفاصيلهُ، اما الدراسات الخاصة بمفهوم الذكاء والنظم الذكية فأن اغلبها تركز على الذكاء التقني (Technical Intelligence) اكثر من الخوض في الذكاء التصميمي (Design intelligence) وفي اغلبها تربط التكيف مع استخدام التقنيات على مستوى محدد ولوظيفه محدده، وكذلك عدم وجود دراسة سابقة تناولت التكيف المكاني في المباني ذات النظم المعمارية الذكية، ومن خلال ذلك امكن التوصل الى التالي:

١. اغلب الدراسات السابقة لم تقدم الصورة المتكاملة للأستراتجيات واليات التكيف المكاني على مستوى نظم المبنى، اذ نجد أن العوامل المشتركة بينها تعود الى مبدأ تحقيق التكيف لنظام واحد او لنظامين وعدم العمل على تكامل النظم.
٢. يقتصر الاطار النظري للدراسات على أسلوب وصفي عام نحو مؤشرات التكيف (مبادى، عوامل، أنواع، خصائص...الخ) بينما الجانب التطبيقي يقتصر على تحليل لمؤشر التطبيق وعلى مستوى جزئي.
٣. لم تتناول الدراسات الذكاء التصميمي والتقني معاً في النظم(الهيكلي، الوظيفي، الجمالي)، اذ درسَ كل مفهوم على حده.
٤. معظم الدراسات اعتمدت في الجانب العملي على اسلوب تحليل او الاستبانه لمباني قائمة دون الاتجاه نحوالقياس الكمي وفي اغلبها تقيس الذكاء على نوع وكمية التقنيات (Smart) وعدم الخوض في الذكاء التصميمي(Intelligent).

بعد تحليل الدراسات السابقة وعرض اهم ابعادها والنظم التي ركزت على دراستها اتضحت الحاجة لبناء منهج متكامل للتكيف المكاني على ضوء مفهوم الذكاء، بناءاً على ذلك تمت صياغة المشكلة والفرضية والاهداف للبحث

(١-٣) المشكلة البحثية Research problem

العمارة تمثل المرأة التي تعكس روح العصروالتطور لذلك من مقتضيات المستقبل أن تكون العمارة ذكية ومتكيفة مع المستخدم ومع محيطها اذ بدأت تطبيقات العمارة الذكية تتسارع ولم تحدث وقفة او تحليل حول هذه النظم ومدى ملاءمتها في كل زمان ومكان، لذلك تكمن المشكلة في أنفصال المباني الحديثة عن المحيط وظهور هياكل متفردة ومتميزةعن السياق، اذ اصبح الذكاء متمثلاً في التقنيات والنظم الذكية (Smart system) واصبحت المباني وسلوكيات المستخدم تخضع لتحكم الآلة، وفي ذات الوقت خلود المباني التقليدية ذات نظم التصميم الذكية المتكاملة (Intelligent system) والمتكيفة مع سياق. اذ اتضح نقص في الرؤية المتكاملة حول ستراتيجيات وآليات العمارة المتكيفة مكانياً والدور الذي يؤديه الذكاء(Intelligent) في النظم (الأنشائية، الوظيفية، الجمالية) لخلق عمارة متكيفه وجزءاً لا يتجزء من محيطها.

(١-٣-١)الاسئلة البحثية Research Questions

- ماهي العلاقه بين تكامل النظم و التكيف المكاني؟
- هل يمكن تحديد مؤشرات متكاملة توضح دور النظم الذكية كأساس للتكيف المكاني الذكي؟
- هل تنوع النظام الوظيفي يعد ذكاءاً تصميمياً ومدى تأثيره في التكيف على النطاق المكاني الجزئي و الكلي؟.

(١-٤) فرضية البحث Research Hypothesis

يرتبط التكيف المكاني للمبنى بدرجة المرونة المتوافرة في النظام المعماري وتكامل النظم المعمارية معاً وفقاً للأستراتجية الذاتيه والأستراتجية الفعاله، وأن تكامل النظم المعمارية الذكية هو المحدد لكفاءة نظم العمارة الذكية وتماسكها في المستويين الجزئي والكلي.

(١-٥)اهداف البحث Research Objectives

- هدف البحث في الجانب النظري

١- تحديد أطار متكامل لمؤشرات التكيف المكاني في نظم العمارة الذكية وفقاً لأجراءات النظم.

٢- توضيح اهمية تراكب (دمج) الذكاء التصميمي (Intelligent Design) مع الذكاء التقني (Smart Technical) وتأثيرهما على بنية المبنى في تلبية متطلبات المستخدمين وتنوع الوظائف مع أمكانية الاستجابة للتغيرات البيئية.

- هدف البحث في الجانب التطبيقي

تقديم منهج قياس متكامل يجمع بين المنهج الكمي الذي يعتمد على معادلات وصيغ رياضية ، والمنهج النوعي (التحليلي)، لنقدم للمعمارين اطار نظري وعملي متكامل بالأضافة الى قياس مؤشرات التكيف المكاني في العينات العربية والعالمية.

(١-٦) منهجية البحث Research Methodology

أعتمد البحث المنهج العلمي في الدراسة، كالتالي :-

- المنهج التحليلي(تحليل الدراسات والبحوث السابقة).

تم الاعتماد على المنهج التحليلي في دراسة الإطار النظري للمشكلة البحثية ، أعتمادا على العديد من الكتب والبحوث والدراسات من اجل استخلاص المفهوم العام لموضوع البحث وتطبيقاتهُ المختلفة ، للوصول الى مفردات الاطار النظري و مكونات موضوع البحث وأبعادهٌ والامكانات والمحددات والمبادئ بمستوياتها المختلفة وفقا لمشكلة البحث واهدافها وفرضيتها كما بيناها سابقاً في أعلاه .

- المنهج التحليلي (تحليل لأمثلة ومباني مشيدة)

دراسة تحليلية لمباني متكيفة ذكية ذكرت داخل نطاق البحث لدراسة النظم (الهيكليه، الوظيفيه، الجمالية)

داخل هذه المباني و يتم ذلك على نطاق المكاني للمستويين الكلي والجزئي مع توضيح ما استخدم فيها من التقنيات و النظم الذكية للأستخلاص أهم المؤشرات.

- المنهج الكمي

تم الاعتماد على النهج الكمي في توظيف النماذج الرياضية لقياس بعض المؤشرات في الجانب العملي من هذا البحث بالاضافة الى قياس المؤشرات الاخرى بالمنهج النوعي بسبب الحاجة لوصف هذه المؤشرات.

تم اتباع هذه المنهجيه بهدف صياغة و استخلاص اهم الاستراتيجيات والاليات والمؤشرات وكيف أن تكون لكي يحقق المبنى التكيف المكاني ومعرفة الواجب اتباعهُ عند القيام بإعمال تصميم المباني الذكية حديثة التصميم و المباني القائمة المراد تعديلها وفقاً لسياقها ولتطور العصر.

(١-٧) هيكلية البحث Research Structure Organization

لتحقيق أهداف البحث تمت الدراسة ضمن خمسة فصول متتابعة توضحت كما يلي:

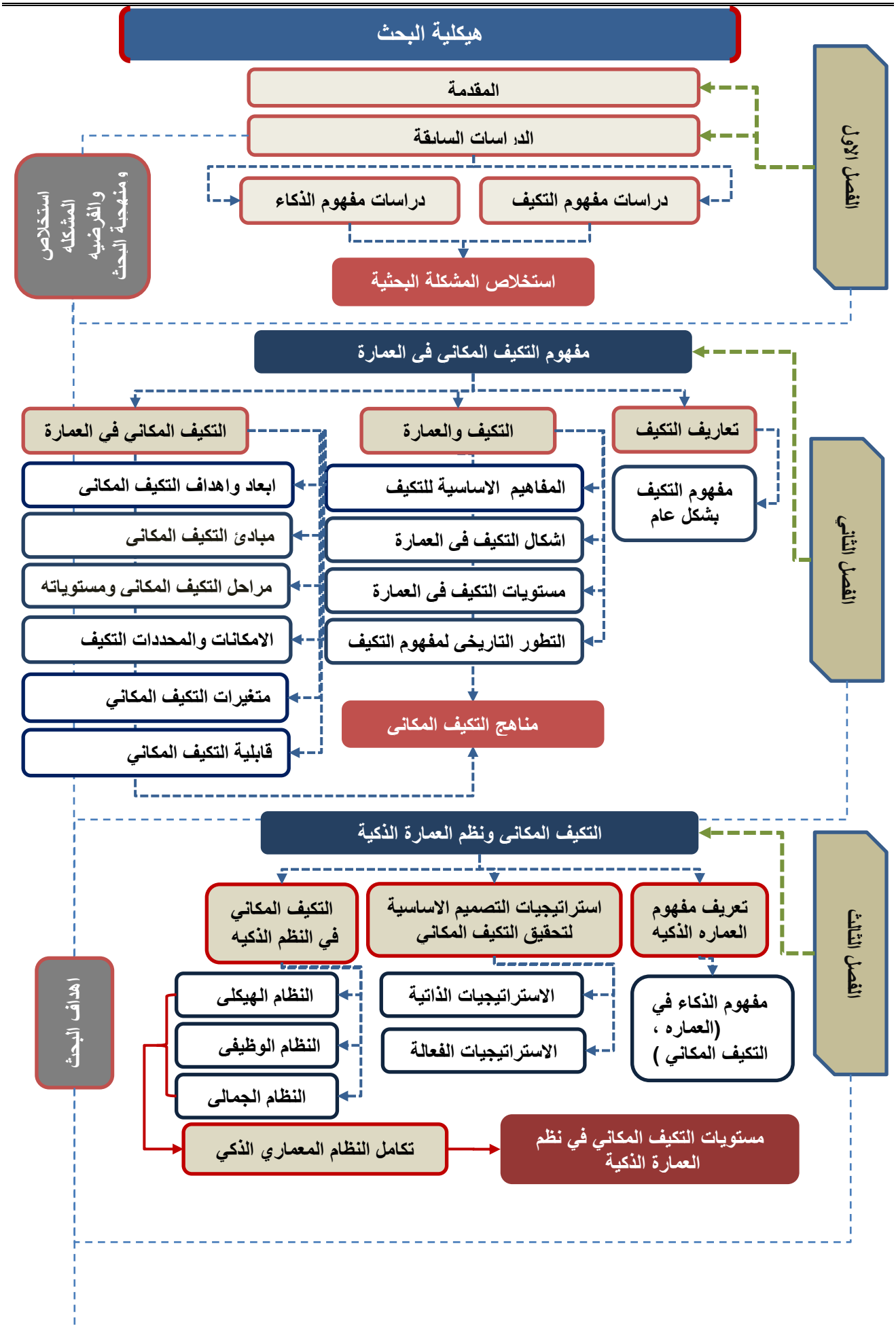
- الفصل الأول: تم في هذا الفصل تناول موضوع التكيف بشكل عام والتكيف المكاني بشكل خاص، إذ تم طرح التعاريف و المفردات بالاضافه الى تحديد ابعاد التكيف المكاني وطرح مفرداته والمتغيرات المكانية، وصولاً الى مناهج التكيف المكاني.

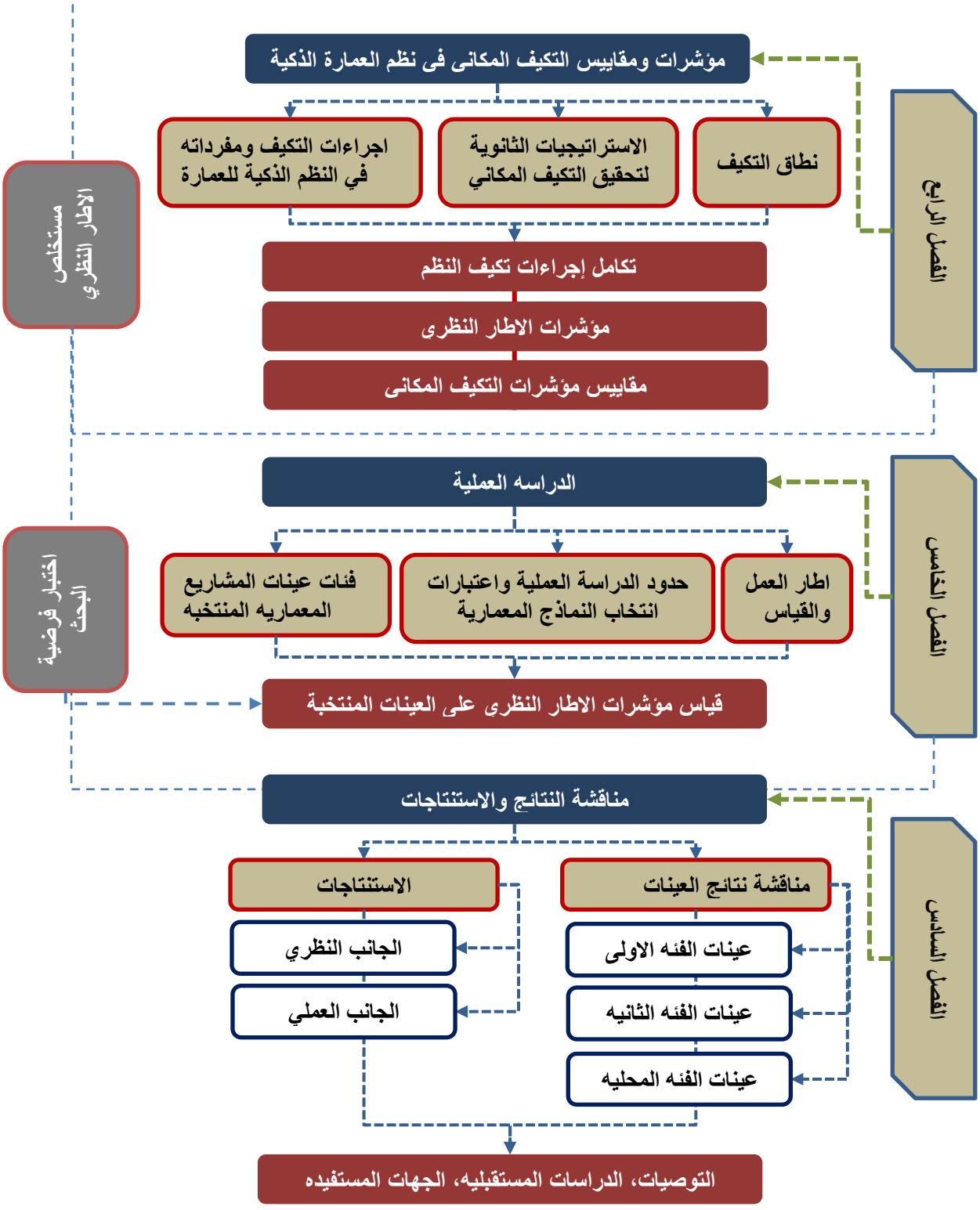
- الفصل الثاني: يبحث الفصل في الذكاء ونظم العمارة الذكية اضافة الى الفرق بين الذكاء التقني (smart)عن الذكاء التصميمي (Intelligent) لتحديد المعنى المقصود للذكاء في البحث و استكشاف نظم واستراتيجيات العمارة الذكية والياتها وتوجهاتها وتكامل هذه النظم،وصولاً الى المستويات التكيف المكاني الخمسه في العماره الذكية.

- الفصل الثالث:تناول الفصل اجراءات التكيف المكاني المتخذة في النظم (الوظيفيه، الهيكلية، الجمالية)، وصولاً الى مؤشرات البحث مع تحديد مقاييس تلك المؤشرات.

- الفصل الرابع: تناول موضوع عملية التطبيق العملي في قياس المؤشرات على المستويين الكلي والجزئي على فئتين من المباني منها حديثة التصميم والاخرى قائمة تعرضت للتغير ومحاكاة نتائجها مع عينة محلية.

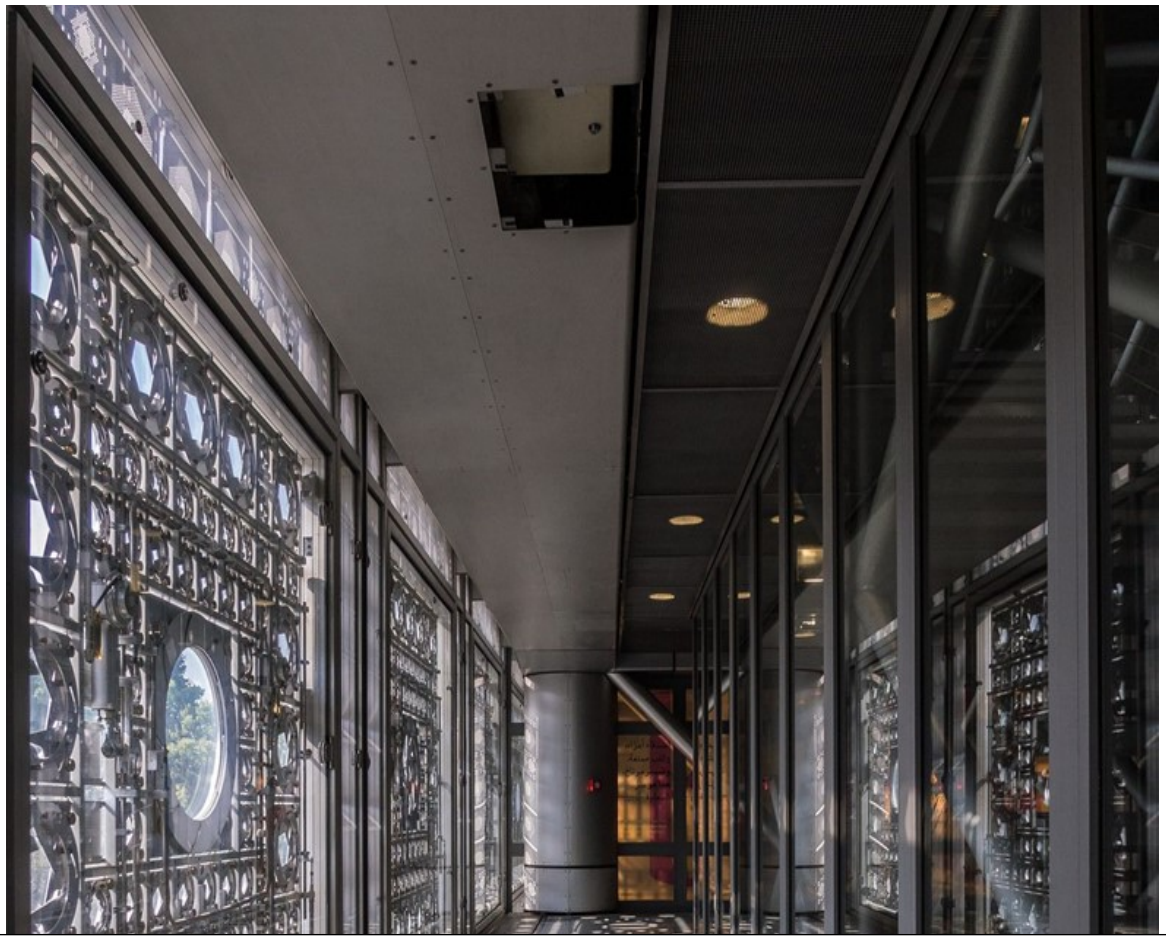
- الفصل الخامس: تناول مناقشة النتائج وطرح مجموعة الأستنتاجات والتوصيات الخاصة بنتائج العملية البحثية انتهاء بالبحوث المستقبلية والجهات المستفيدة.


هيكلية البحث
المقدمة
الدر اسات السابقة
دراسات مفهوم التكيف
دراسات مفهوم الذكاء
استخلاص المشكلة البحثية
الفصل الاول
استخلاص المشكلة والفرضيه ومنهجية البحث
مفهوم التكيف المكانى فى العمارة
تعاريف التكيف
مفهوم التكيف بشكل عام
التكيف والعمارة
المفاهيم الاساسية للتكيف
اشكال التكيف فى العمارة
مستويات التكيف فى العمارة
التطور التاريخى لمفهوم التكيف
التكيف المكاني في العمارة
ابعاد واهداف التكيف المكانى
مبادئ التكيف المكانى
مراحل التكيف المكانى ومستوياته
الامكانات والمحددات التكيف
متغيرات التكيف المكاني
قابلية التكيف المكاني
مناهج التكيف المكانى
الفصل الثاني
التكيف المكانى ونظم العمارة الذكية
تعريف مفهوم العماره الذكيه
مفهوم الذكاء في (العماره ، التكيف المكاني)
استراتيجيات التصميم الاساسية لتحقيق التكيف المكاني
الاستراتيجيات الذاتية
الاستراتيجيات الفعالة
التكيف المكاني في النظم الذكيه
النظام الهيكلى
النظام الوظيفى
النظام الجمالى
تكامل النظام المعماري الذكي
مستويات التكيف المكاني في نظم العمارة الذكية
الفصل الثالث
اهداف البحث

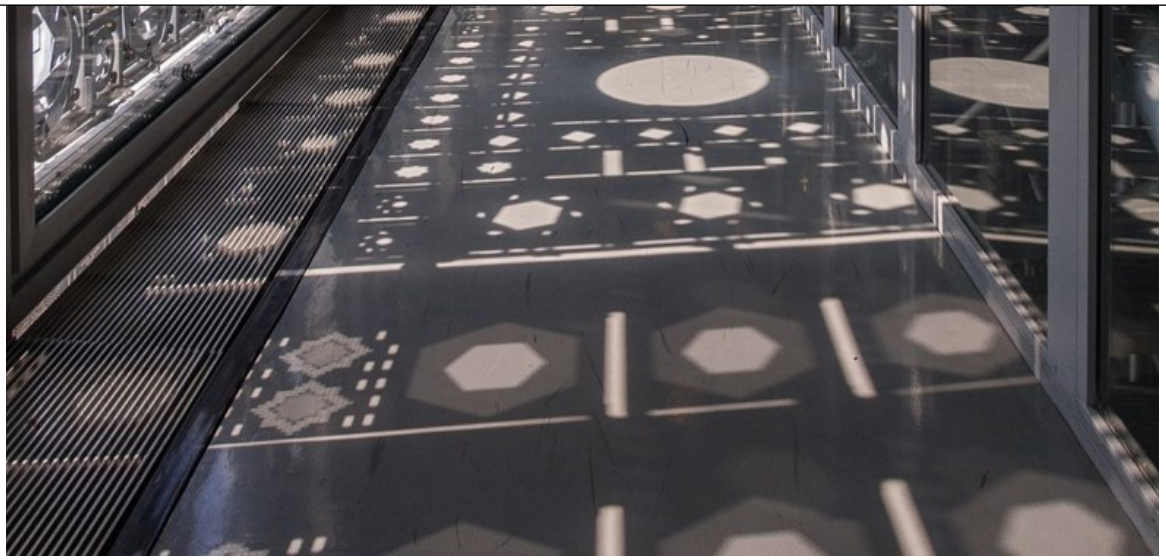


مخطط (١-١) الهيكلية العامه للبحث.إعداد: الباحثة.

٢٠٢٢



الفصـــــل الثاني
مفـــهوم التكيف المكـاني في العمـــارة



"Architecture should speak of its time and place, but yearn for timelessness."

" "

Frank Gehry

الفصـــــل الثاني
مفـــهوم التكيـــــف المكـــــاني في العمـــارة

تـــــمهـــيـــــد Preface

يعد مفهوم التكيف احد اهم المفاهيم الأساسية في علوم مختلفة، ومنها الدراسات المعمارية يعرّف على أنه عملية صنع القرار ومجموعة الإجراءات المتخذة للحفاظ على قدرة التعامل مع التغيير أو الاضطرابات المستقبلية لنظام اجتماعي، إيكولوجي دون الخضوع لتغييرات كبيرة في الوظيفة أو الهوية الهيكلية أو ردود الفعل لهذا النظام مع الحفاظ على خيار التطوير. تنطوي عملية التكيف بأنواعها المتعددة على التغيير. يعتبرالتكيف ممارسة معيارية في العالم البشري فيقوم الأفراد والمجتمع بضبط أنشطتهم ودورات حياتهم ومواقعهم للاستفادة من الفرص الجديدة. لكن غالبًا ما يتم فرض التكيف على هذه الأنواع والمواقع بسبب التغيير الخارجي غير المرغوب فيه, أذ غالبًا ما تستلزم الجهود المبذولة للاستجابة لهذه التغييرات للحد من قابلية التأثير وتعزيز القدرة على التكيف. يهدف هذا الفصل الى بناء اساس معلوماتي اولي عن التكيف إذ يتناول الفصل الاساسيات و مفاهيم واهم مفردات ومتغيرات ومناهج التكيف.

(٢-١) تعريف التكيف Definition of Adaptation

(٢-١-١) التكيف لغوياً Adaptation linguistically

للتكيف اللغوي معاني عديدة في المعاجم والقواميس العربية والانكليزية .

في القواميس العربية تَكَيَّفَ هو (فعل) يتكيَّف، تكيُّفًا، فهو مُتكيِّف، و تكيَّف الشَّيءُ بمعنى صار على حالةٍ مُعيَّنة، تكيَّف الشَّخصُ: توافق وأنسجم مع الظروف، أو جعل سلوكه أو اطباعه على غرار شيء، تكيَّف وفق الظروف، تكيَّف وفق البيئة الاقتصادية، تكيَّف وفق البيئة الاجتماعية . تكيَّف بيئي: تكيف الهواء مع تغيرات في درجة الحرارة، الرطوبة، يعرف تكيف الشيء أي اصبح بكيفية معينة، تكيفية توافق مع الشيء (تكيف، الإنسان مع محيطه) كما اشير له في معجم الرائد(عمر ،٢٠٠٨، ص٧٤٨).

تَكَيُّف: (اسم): " كان تكيف القاعة ملائماً بمعنى ضبط درجة حرارتها" ويأتي بمصطلح التوافق كما هو معروف في المعجم الشامل. ويأتي التكيف بمعنى التغير : "تغيرات في الشكل الخارجي و البنية واسلوب التكيف مع التغيرات المختلفة كما مذكور في معجم لسان العرب (ابن منظور،١٩٩٩، ص٤٢٢).

باللغة الإنجليزية، يظهر مصطلح التكيف تحت المصطلح (**adaptation**) مع عدة معانٍ، منها "التغيير" أو" التعديل" لتحسين شيء ما وجعله سمة لحالة مختلفة ، و يشير ايضا إلى التشكيل و الاستجابة الطبيعية للتغيرات وتوافق مع البيئة (American dictionary، 2013). كلمة (Adapt) أن نجعل (شيئًا ما متوافقًا) من كل المعاني المذكورة في القواميس العربية والإنجليزية ، يمكننا استخلاص التالي:

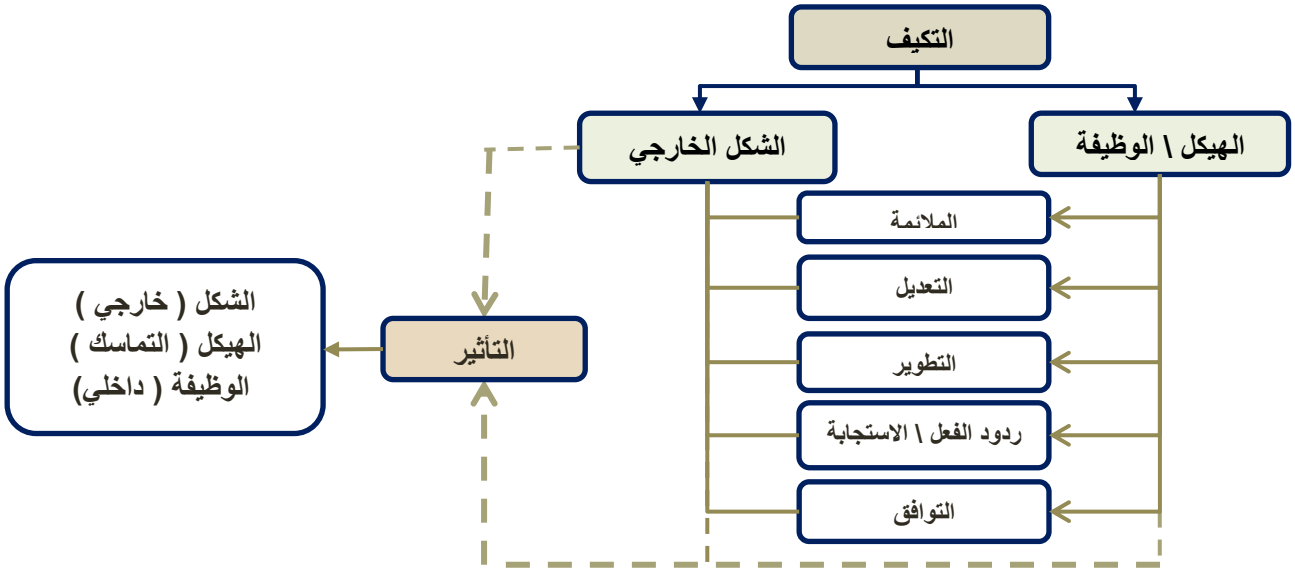
- **عملية التغيير، التعديل المناسب، والتوافق والاستجابة، سواء في البنية أو النظام او الجمال (المظهر)، لتحقيق التكيف للظروف المتغيرة أو الاستخدامات الجديدة.**
- **للتكيف مجالات عديدة في علوم مختلفة ومنها العمارة ليكون المصطلح المعبر عن التكيف هو التكيف كمرادف للكلمة الإنكليزية (Adaptation) بدلاً من (Adjustment) لان التكيف عمليه اكبر من التعديل (Adjustment) والتعديل جزئاً منها.**

(٢-١-٢) التكيف اصطلاحياً Adaptation Idiomatically

هناك تعاريف مختلفة للتكيف منها أن التكيف مشتق من الكلمات اللاتينية "To" و "Fit" ليشمل أي عمل في المبنى، بالإضافة إلى الصيانة، لتغيير قدراته في مجال الوظيفة أو الأداء (أي تدخل لتعديل أو إعادة استخدام أو ترقية مبنى ليناسب متطلبات الظروف الجديدة) (Douglas , 2006,p43).

أما بالنسبة للتكيف في العمارة، يأتي لإعطاء دلالات مختلفة للتفاعلات الخاصة التي تستخدم كمؤشر للتغيير في الهيكل أو البيئة التي يمكن للفرد تغييرها، مع الأخذ في الاعتبار حساب الاعتبارات الميكانيكية والنفسية. يعرف Edler التكيف بأنه الاجراءات التي ادخلت معياراً على التصميم لجعله اكثر ملائمة للأستعمال الشاغلين اما التصميم المتكيف يكون جزءاً من فئة واسعة من التصاميم للوصول الى تصميم يلبي متطلبات خاصة للفرد(Al-Muqaram, Al Dabbagh, & Al-Bahadly, 2016,p181).

وفقاً لذلك فالتكيف يعني قدرة المبنى على استيعاب التعديلات والتغييرات في مجال نظم المبنى (الوظيفة،الهيكلية،الجمالية) لترقية اداء المبنى ليناسب مع التغيرات الغير المتوقعة أو المعتادة في مختلف ابعاد التكيف (الاقتصادية، الثقافية، الاجتماعية، البيئة الحضرية. ... إلخ) أو احتياجات السكان. ظهر التكيف في مجالات وعلوم مختلفة وتبين أن من اهم مفرداته هي الملائمة ,التعديل ,التطوير ,ردود الفعل \ الاستجابة ,التوافق والتحكم والعلاقة بين الشكل (الخارجي). والسلوك (المستخدم) والوظيفة (الداخلية).



مخطط (٢-١) اهم مفردات التكيف . إعداد: الباحثة.

(٢-١-٣) التكيف معجماً Adaptation Lexicon

يتم تعريف التكيف معجمًا في العلوم المختلفة كمفهوم مشتق بشكل أساسي من علم الأحياء وفقًا لنظرية تشارلز داروين المعروفة باسم نظرية التطور. يحاول الكائن الحي التنسيق بينه وبين العالم والطبيعة التي يعيش فيها، إذ يُعرَّف التكيف في علم الأحياء بأنه "تغيير في بنية أو وظيفة الكائن الحي، مما يجعله أكثر

قدرة على الحفاظ على حياته"(مصطفى فهمي، ١٩٧٨، ص١٠).

اشارة علم النفس الى المفهوم البيولوجي للتكيف ، والذي أطلق عليه علماء النفس مصطلح التعديل، يُستخدم مصطلح " Adaptation" للدلالة على التكيف الوظيفي (الفسيولوجي) للكائن الحي ، بينما يقتصر المصطلح على "Adjustment " إلى التكيف النفسي الاجتماعي بشكل عام. وبهذه الطريقة ، يتم تعريف التكيف في علم النفس على أنه **"**تلك العملية المستمرة التي يهدف الشخص من خلالها إلى تعديل سلوكه من أجل إنشاء علاقة أكثر توافقًا بينه وبين البيئة**"** (دنون ، ٢٠٠٨ ،ص١٤). يركز مفهوم التكيف في علم الاجتماع على وعي الشخص بموقفه من ناحية الزمان والمكان والناس، أذ يمثل التكيف مجموعة من ردود الفعل التي يقوم الفرد من خلالها بتعديل بنيته النفسية أو سلوكه الاجتماعي بما يتناسب مع الظروف المحيطة به أو التجربة الجديدة التي واجهها (Cood, 1973, p525).

نستنتج ان مفهوم التكيف يتم تضمينه في العلوم المختلفة، ويمثل التغيير أو التعديل وصولاً إلى التوافق مع البيئة المحيطة، يعد التكيف أداة رئيسية في تطوير فهم التغييرات بمرور الوقت والقدرة على الاستجابة للظروف الغير متوقعه.

(٢-٢) التكيف في العمارة Adaptation in Architecture

التكيف هو أحد المفاهيم المتعلقة في العماره القابله للتكيف على مستوى ما ، اظهرت الدراسات استخدام مصطلح " المباني التكيفية " في سياق العمارة التكيفية معنية بالمباني المصممة خصيصًا للتكيف مع (بيئتها، سكانها، الكائنات داخلها، سياقها الحضري) (Lehman, 2016, p87). أن مصطلح (Adaptive Architecture) شائع الاستخدام، إلا أن عمليات التصميم نفسها التي تتكيف حسابيًا مع البيانات المستمدة من البيئة أو السكان أو الكائنات المرتبطة بعملية التكيف لا يتم تضمينها بشكل تام وواف في إطار العمل التصميمي (Schnädelbach, 2010, p572).

(٢-٢-١) المفاهيم الاساسية المرتبطة بالتكيف في العمارة
The Basic Concepts Related to Adaptation in Architecture

يرتبط مفهوم التكيف في العمارة مع العديد من المفاهيم ، سيتم توضيح هذه المفاهيم في الفقرات التاليه.

٢-٢-١-١ التحول Transformation : تعرف على أنها القدرة على إنشاء نظام جديد و تبني حالة ديناميكية جديدة مع تغير البيئة. تحول الشكل هو تغيير الشكل لتحقيق المرحلة النهائية من استجابة مجموعة الديناميات الداخلية والخارجية مما يؤدي إلى أحداث تغيير في الهياكل وتشكيل الكتل، لذا فهي تسمح لنا بالنظر إلى الأشكال بطريقة جديدة (Estaji, 2017,p41).

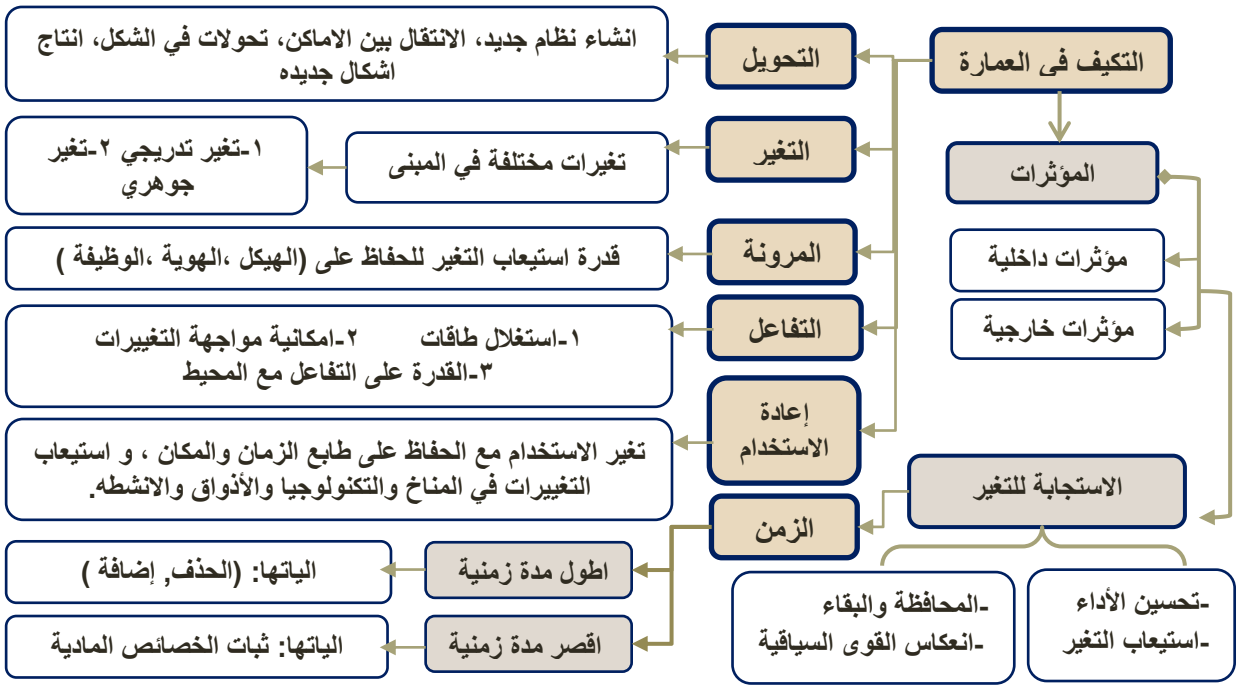
٢-٢-١-٢ المرونة Flexibility : وهي عملية ديناميكية تحدد قدرة النظام على قبول التغييرات دون التأثير على هويته وبنيته، وامتصاص التداخل للاستمرار في الحفاظ على نفس الوظيفة والبنية والهوية. تنقسم المرونة إلى مرونة هيكلية ومرونة وظيفية اعتمادًا على الأساليب والآليات التي يجب مراعاتها في مرحلة التصميم، والغرض هو استيعاب وحدات إضافية دون التسبب في عيوب في الخطة الأساسية،

لتوفير البديل الأفضل في الوقت الحاضر و تحقيق وتحسين القدرة على التكيف والمرونة مستقبلاً . (Pinder, Schmidt, Austin, Gibb,& Saker, 2017.p12)

٢-١-٢-٣ التغييرChange : يمثل تعديل أو تحول تدريجي أو جوهري او نقل الأشياء من حالة إلى أخرى نتيجة لتغيرات داخلية او خارجية ، وقد يكون ذلك تدريجيًا أو متزامنًا. التغيير يمثل الاختلاف، بما في ذلك التناقض أوالأنعكاس من حالة إلى أخرى اي يعني وجود تعديل ، على عكس التحول فهو أكثر شموليةً إذ يتضمن الإنتقال و الإنفصال عن حالة واحدة نحو أخرى، أما التكيف فهو المواصلة مع القوى الخارجية أو الديناميكيات الداخلية. يساعد التكيف على الاستجابة لاستمرار الأنماط الشائعة نسبيًا ويشجع التطور أو الحماية والبقاء (Ruskeepää, 2011, p47).

٢-١-٢-٤ التفاعل Interaction: نهج لتلبية المتطلبات المتزايدة التعقيد للأداء المعماري. إنه لا يمكّن المبنى من التكيف مع محيطه فحسب، بل يمكّن نفسه من الأنخراط بنشاط في حوار مع المستخدم ،من خلال فهم المتطلبات وتصميم التكوينات التكيفية الممكنة لمكونات المبنى، تكون قادر على استغلال طاقات المحيط من خلال المكونات التكيفيه وامكانية مواجهة التغييرات وعمل التعديل و القدرة على التفاعل في الوقت الفعلي وفقًا للمتطلبات المتغيرة (Parsaee, Motealleh, & Parva, 2016,p331).

٢-١-٢-٥ إعادة الاستخدام Adaptive Reuse: عملية تحويل التي تطرأ على المباني، مع الحفاظ على عناصر التصميم والهيكل الأصليين. يتم تغير الاستخدام لكن تحافظ هذه التقنية على طابع الزمان والمكان، مع استيعاب التغييرات المختلفه في الوظائف والمواد (Fisher-Gewirtzman, 2016.p2).



مخطط (٢-٢) العلاقة بين المفاهيم الاساسية للتكيف في العمارة . إعداد : الباحثة.

(٢-٢-٢) اشكال التكيف في العمارة Forms of adaptation in architecture

تتحدد اشكال التكيف من خلال عملية تطورية عبر الزمن نتيجة استجابة الفضاء و الكتلة المحددة له للاحتياجات والمتطلبات، ويتم تعريف المكان على أنه الفضاء الذي يحتوي على مقياس من العادات و التقاليد والصيغ الفكرية اضافة الى عامل الوقت الذي يشكل بعدا حقيقيا في مقياس التغيير الوظيفي او الشكلي الناتج عن ديناميكية الحالة الحيه للمخلوقات، هناك تأثيرات أخرى غير التأثيرات الطبيعية التي تؤثر على حدوث عملية التكيف ، مثل الظروف الثقافية و الاجتماعية والسياسية والاقتصادية و غيرها (Al-Muqaram, Al Dabbagh, & Al-Bahadly, 2016,p182) .

يشتمل التكيف في العمارة على التصنيفات التالية (Fisher-Gewirtzman, 2016,p5):

التكيف السلوكي: يشير إلى تغيير في السلوك كاستجابة للإنسان للاحتياجات والضغوط البيئية المحيطة مثل المناخ وعناصر البيئة الأخرى.

التكيف الوظيفي: يشير إلى حدوث تغيير على المستوى الوظيفي بهدف الارتقاء بالمبنى، سواء على المستوى الوظيفي ,مستوى الأداء أو المستوى الاقتصادي وغيره ، فقد يكون التغيير إلى نوع وظيفي آخر أو نفس الوظيفة.على المستوى الجزئي المتمثل بتركيب الكتل وغلاف المبنى

التكيف الشكلي: ويقصد به تغيرات في النمط أو الشكل

(٢-٢-٣) مستويات التكيف والعمارة Levels of Adaptation and Architecture

للتكيف في العمارة تفسيرات ومستويات مختلفة ومن هذه التفسيرات هي **(البنية المتكيفة أو متجاوبة)**، تمثلها الهياكل التي تكون قادرة على التغيير مع الظروف وتوافقا مع السياق من خلال الواجهات الديناميكية أو الهياكل القابلة للتحويل، اما من ناحية الوظيفة فأنها تتمثل في العثور على استخدامات جديدة للمباني، اضافه الى ذلك التغيرات المتنوعة التي تحدث ضمن البيئة المحيطة (Schmidt, & Austin, 2016,p20) يحدث التكيف في العمارة وفق مستويات متعددة، وهي:

- **مستوى الوظيفه** : يشير إلى تغيير الاستخدام مع الالتزام التام بالحفاظ على الهيكل الأصلي للمبنى، و التكيف ضمن هذا المستوى هو تغيير في الاستخدام والوظيفة استجابة للتأثيرات الاقتصادية، الاجتماعية والتغيرات الداخلية (للمستخدم) والخارجية (عقارات السوق)، فيتم تعديل المبنى فعليًا أو إعادة استخدامه للتكيف مع وظيفة جديدة ، وتحسين البيئة الداخلية والخارجية للمبنى(Bullen, 2007,p30). التكيف الوظيفي ضمن المخططات المكانية يؤدي دوراً كبيراً في زيادة قدرة المبنى على تلبية المتطلبات دون الإخلال بهيكل وخصائص المبنى (Kirkegaard & Foged, 2011,p4) .
- **مستوى الاداء:** يتمثل بتحسين النظام المكاني من جانب (الشكل ، الهيكل ، الوظيفة) للوظائف المستقبلية بالترتيب لتحسين أداء المبنى وقدرته على استيعاب أكثر من خلال استخدام أنظمة معيارية ومواد مختلفة وطرق قابلة للتكيف مما يتيح إمكانيات متنوعة في التصميم (Ahmed, 2019,p110).

- **مستوى الاستجابة للتغيير:** يعمل هذا المستوى على قدرة المبنى لمواجهة التغيير لاستيعاب متطلبات المستخدم أو الاستجابة عن طريق تغيير الخصائص للمبنى كالتنظيم الداخلي، التكوين الشكلي والحجم والمساحة. يمكن أن يستجيب المبنى للمؤثر عن طريق إضافة أو إزالة المكونات أو العناصر أو تقسيم المبنى حسب الحاجة، وقدرة المبنى على استيعاب التغيير تحدد امكانية الاستمرار في العمل والاداء بعد حدوث المؤثر **(Blyth & Worthington, 2010,p10).**
- **مستوى التحولات الشكلية (تعديل الشكل) :** يتمثل التكيف في العمارة ضمن المستويات الشكلية بتكييف الشكل مع البيئة ليتوافق وينسجم مع السياق عن طريق أجزاء من الشكل وتعديل المظهر دون المساس بالخصائص التكيفية الأساسية للهيكل وفقًا لعمل القوى الخارجية (الطبيعة)، بالإضافة التحولات الشكلية الناتجة عن تأثيرالمتغيرات (الرغبات البشرية والتطور التكنولوجي)**(Estaji, 2017, p45).**

(٢-٢-٤) التطور التاريخي لمفهوم التكيف في العمارة
The Historical Development of the Concept of Adaptation in Architecture

يعد المبنى جسمًا ليس ثابتًا فهو يبقى في حالة من عدم الإكتمال حتى يوم هدمه. كانت هذه الظاهرة معروفة منذ عصور ما قبل التاريخ، إذ تم تشييد المباني لتكون مفيدة وملبية للاحتياجات الانسانية والتي تتميز بعدم الدوام، فهي تتغير في ايقاع زمني مختلف كما تحتاج أحيانًا إلى التغيير مع مرور الوقت بفعل تغيير المستخدم أو تطوير التكنولوجيا، ولهذا السبب تم ابتكار الكثير من طرق التكيف خلال تاريخ تطور البيئة المشيدة للمجتمع البشري (Schmidt & Austin, 2016, p9.).

تتضمن العمارة مجالين في التكيف، مجال التكيف في النظم الطبيعية (الكائنات الحية، بما في ذلك البشر، ومجال التكيف في النظم التي من صنع الإنسان (المباني)). فكانت أولى طرق التكيف عند الإنسان(إعادة توقيع)، يمكن ربطها بالاختلافات البيئة الطبيعية، فتهاجر في الشتاء إلى الأماكن الأكثر دفئًا وفي الصيف تبحث عن أماكن أكثر برودة، ومن ثم الانتقال إلى طريقة تغيير وتحسين المبنى لمواجهة الظروف الغير متوقعه، إذ بحث الإنسان عن مأوى في التكوينات الطبيعية (Ding, L., 2018,p3).

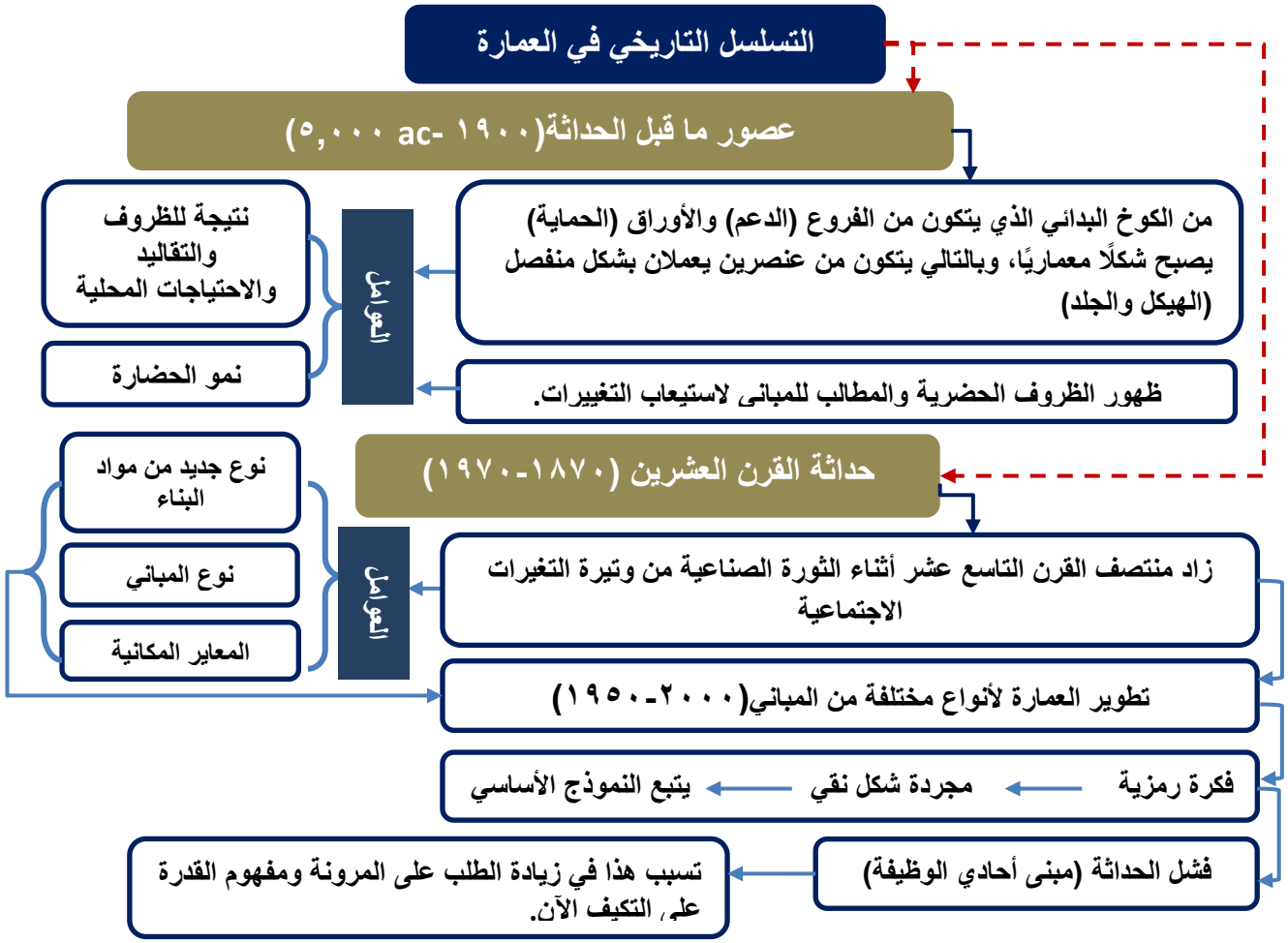
بدأ التطوير في أساليب التكيف بدأً من**(تحسين العلاقة بين الشكل والبيئة)** أي التحول على مستوى الشكل عن طريق إجراء تغييرات على الشكل لجعله أكثر ملاءمة، مثل (سد الفتحات، إضافة سقف، أبواب ونوافذ) لحمايته من التأثيرات الطبيعية (إعادة التشكيل / التحويل) (Ahmed, 2019,p107). يشير هذا إلى عمق العلاقة بين الشكل والبيئة ، فحدث التطور الأهم بإنشاء أول مبنى مسبق الصنع معروف كان قصر كريستال(Crystal Palace) كما موضح في شكل (٢-١).

الشكل (٢-١) قصر كرستال.المصدر: (Ahmed, 2019,p107)

وضحت الخطط والقواعد التي وضعها لوكوربوزييه(Le Corbusier) مستويات جديدة لجودة المباني. اعتمد النظام المفتوح في منزل الدومينو للمصمم لو كوربوزيه في عام ١٩١٤ والتي أتاحت إنشاء فضاء كبير قابل للتكيف (Friedman, 2002,p4) كما موضح في شكل (٢-٢).

الشكل (٢-٢) تصميم منزل الدومينو للمعماري Le Corbusier's. المصدر : (Friedman, 2002,p4)

يلاحظ بمرور الزمن اصبح التطور كبير في اجراءات والاساليب التكيف للتغيير وإعادة الاستخدام (تقنيًا وتكنلوجيا) ورفع من القدرة على التكيف وزيادة فعالية الاستجابة للظروف المتغيرة، هذا يعني زيادة في قابلية المباني للتكيف وجاهزيتها المستمرة للتغيير من أجل الاستجابة للاحتياجات أو تقليل عدم التطابق(Schmidt & Dainty, 2015.,p205) كما موضح في مخطط (٢-٣).



المخطط (٢-٣) مفهوم التكيف في العمارة عبر التاريخ
إعداد : الباحثه بالاعتماد على (Milwicz& Pasławski, 2018,p1).
، (Ahmed, 2019,p110)

(٢-٣) التكيف المكاني في العمارة Spatial Adaptation in Architecture

التكيف المكاني في العمارة يعكس مدى توافق وانسجام المبنى مع السياق المحيط, تحدد العلاقة المكانية في العمارة من خلال كيفية وضع مساحة معينة بالنسبة إلى مساحة معينة أخرى في حين غيرت النظريات العلمية المتأخرة مفهوم المكان من كونه مكانا مطلقا الى مكان نسبي فكما يرى Schulz " أن المكان جزء من محيط كبير لا يمكن ادراكه بصورة منعزلة"، يرى الحدود المعرفة تساعد في تحسس الفضاء وأدراكه كمكان إذ يتطلب المكان حدوداً وهوية معرفة تنشأ من تفاعل الفرد مع البيئة (p6, Lelieveld,2013). المكان عند Canter يتحقق من خلال الاحساس به الذي يتكون عند تحقيق علاقة ادراكية معينة بين الأنسان وبيئته ، إذ إن قراءة الفضاء تكمن في قراءة الحدود المادية التي تشكلها العناصر المادية المحددة لهذا الفضاء ينتج عنه انطباع حسي، بصري يتجسد بشكل صورة ذهنية عن هيئة ذلك الفضاء وبالتالي المكان ويعتمد Canter في تعريفه للمكان على تحليله الى ثلاث بني اساسية يمثل تراكبها البنية الكلية للمكان(Hashem, Yazdanfar, Heidari & Nazgol, 2013,p97):

- البنية الفضائية (Space structure) ويقصد بها المحددات المادية والحسية المكونة للمحيط البيئي
- بنية الفعالية (Activity Structure) ويقصد بها الحدث الذي يرتبط بمكان معين .
- البنية المفاهيمية (Conceptual Structure) وهي التي تعبر عن مجموعة القيم والمفاهيم التي يحملها مستعملو المكان (Marcus & Colding, 2014,p7.).

يعرف التكيف المكاني في العمارة على أنهُ نوع من العمارة التي لديها القدرة على تغيير خصائصها بطريقة محددة ومبرمجة و مصممة مسبقًا للتكيف مع المحفزات البيئية الخارجية والداخلية المتغيرة، وأنشطة واحتياجات المستخدمين، والسياقات الاجتماعية والسياقات المكانية لتكون متكيفة مع البيئة المحيطة مكانيا ومناخيا وتكون جزءا من طبيعة المكان .

(٢-٣-١) ابعاد واهداف التكيف المكاني في العمارة Dimensions and Objectives of Spatial Adaptation in Architecture

يكون التكيف متداخل مع عملية صنع القرار ويترجم بمجموعة الإجراءات المتخذة للحفاظ على قدرة التعامل مع التغيير أو الاضطرابات المستقبلية في نظم العمارة دون الخضوع لتغييرات كبيرة في الوظيفة أو الهوية الهيكلية أو ردود الفعل لهذا النظام مع الحفاظ على خيار التطوير. لذلك لاتزال الثلاثية المعمارية لفتروفيس (القوة ،المنفعة ،الجمال) في صميم تحقيق التكيف في نظم العمارة (Nelson, Adger, & Brown, 2007, p398). المتطلبات الأساسية و اهداف ومجالات التكيف تتناسب مع هذه الثلاثية ، للحفاظ على قدرة التعامل مع التغيير المتوقع الحالي أو المستقبلي(Douglas, James, 2006,p75.).

تنقسم الاهداف الى اهداف مكانية ضمن كل بعد واهداف في العمارة عموماً كما يلي:

- تحقيق التلاؤم الوظيفي و الديمومة والبقاء والاستمرارية مع البيئة المحيطة .
- زيادة المرونة واستيعاب التغييرات المستقبلية الغير متوقعه كأن تكون (بيئية ,وظيفية ,اجتماعية)

- سرعة الاستجابة للظروف المتغيرة من خلال الواجهات الديناميكية أو الهياكل القابلة للتحويل.
- تحقيق التنوع الوظيفي واستيعاب الحاجات البشرية وتلبية متطلبات الأداء التشغيلي.
- الكفاءة الوظيفة لتقليل الجهد وتوفير الوقت والتكلفة.
- تحسين الأداء (الاقتصادي ,الاجتماعي ,الوظيفي ,البيئي).

بهدف تكامل مفهوم التكيف مكانياً لابد من تفصيل اهداف عملية التكيف في العمارة وفق الابعاد المكانية المختلفة المتعلقه في البيئة العمرانية والاجتماعية والاقتصادية وكذلك الوظيفية ومدى استغلال المواد وتحقيق اهداف على مستوى البعد البيئي ومشاركة البعد التكنلوجي لتحقيق هذه الاهداف ورفع نسبة التكيف وموضحه كما يلي :.

(٢-٣-١-١) أهداف التكيف في البعد الاجتماعي (Social Dimension) من اهم الاهداف الاجتماعية:

- خلق ترابط بين تنوع الوظائف والمستخدمين للمبنى من خلال الوظيفة التي يعملون على ادائها.
- تحقيق الانتماء الاجتماعي من خلال التركيز على قيمة المباني و تلبية الحاجات البشرية المتغيرة .

تتحقق هذه الاهداف في **البعد الاجتماعي** من خلال إعتماد اسلوب التفكير المرن،آلية التصميم المفتوح ، ضمان التوازن بين حرية المستخدمين والقرارات التصميمية يمثل هذا أمر بالغ الأهمية لتحقيق التماسك البيئي والاجتماعي والثقافي للمبنى، احترام السياق المحلي وهويته وخصوصياته ، تحقيق شروط الاستدامة الاجتماعية وتعد مكونًا لتحدد مستويات التعقيد في التكيف. ويوجد العديد من الأمثلة للمباني المتكيفة التي تطور فيها الاستخدام الأصلي وفقا للمتطلبات البعد الاجتماعي (Belay & Fekadu, 2021,p863).

(٢-٣-١-٢)أهداف التكيف في البعد الاقتصادي(Economic Dimension) الهدف الاساسي هو:

- استغلال قيمة المبنى المكانية إذ تزيد من قيمتها المالية
- تنوع الوظائف يزيد من النشاطات الاستثمارية
- تكيف المباني القائمة غالبا ما يوفر ميزة اقتصادية لأصحابها.

تتحقق هذه الاهداف في **البعد الاقتصادي** من خلال تقديم حلول بسيطة غير مكلفة تقنيًا وماليًا، إذ يمكن أن تكون الحلول مستوحاة من المهارات التقليدية الاكثر كفاءة وأقل تكلفة من الحديثة،أو الحلول المبتكرة في التصميم وبناء العمليات لقضاء وقت أقل في الصيانة والتعديلات لذا يعد الابتكار في توليد الحلول لرفع مستويات التكيف المكاني خاضع للمعيار الاقتصادية في تقييم المنافع والكلف **(**Watkiss, 2015,p14.**).**

(٢-٣-١-٣) أهداف التكيف في البعد البيئي (Environmental Dimension) الهدف الاساسي هو:

- تقليل العبء على البيئة عن طريق خفض استهلاك الطاقة مع زيادة استهلاك الموارد الطبيعية بدلا من الصناعية لتوفير بيئة داخليه جيده.

تتحقق هذه الاهداف في **البعد البيئي** من خلال تطبيق مفاهيم وشروط الاستدامة والعمل على تحسين استدامة البيئة المبنية على مستويات متعددة لتحقق التكيف (Council, 2010,p6. **).**

(٢-٣-١-٤) أهداف التكيف في البعد المادي(physical dimension) : اهم الاهداف المادية:

- الحفاظ على المعايير التقليدية تليها معايير الجودة المستخدمة في البناء .
- تكامل الأنسجام والتوافق مع الأبنية المحيطة للمبنى وزيادة قيمة موقعه العمراني.

تتحقق هذه الاهداف في **البعد المادي** بالقدره على التعديل الهيكلي على المستوى الجزئي وايضاً تعزيز مرونة التصميم وامكانيات التوسعه والتقسيم للأستغلال المساحات على المستوى الكلي استخدام نظم هيكلية جيدة التكيف مع السياق المحلي، قادرة على مقاومة المخاطر الكبرى (Nakib, 2010,p3.).

(٢-٣-١-٥) أهداف التكيف في البعد الوظيفي(Functional dimension) : اهم الاهداف الوظيفية :

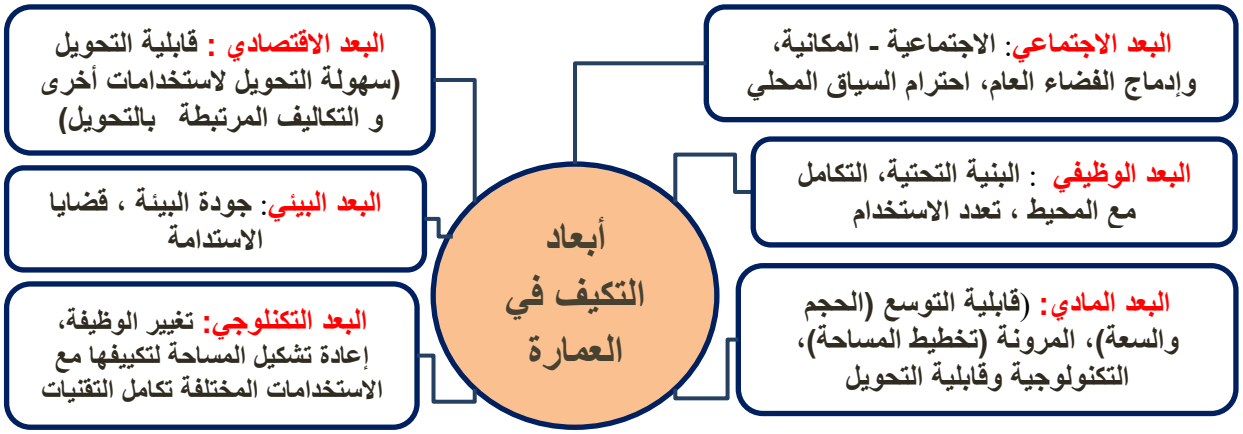
- تحقيق فضاءات لهل امكانية استيعاب مجموعه متعدده من الوظائف
- تعزيز النفاذية وسهولة الوصول بين الفضاءات .

يتأثر **البعد الوظيفي** من ناحية التنظيم الفضائي في المبنى يكون موجهاً لتلبية الاحتياجات المختلفة ، كما يشمل النظام الوظيفي للمبنى مزيجاً من المستويات المستقلة القائمة على نظام هرمي حسب العمر المتوقع ومعدل التغيير إذ تسمح في إضافة أو استبدال أو حذف ضمن اي مستوى دون التأثير على المستويات الاخرى، مع ضمان وجود فضاءات متعددة الوظائف تكون سلسة ومستمرة(Serin, 2018,p25.).

(٢-٣-١-٦)أهداف التكيف في البعد التكنلوجي (Technological Dimension): الهدف الاساسي:

- الحفاظ على الجودة البيئية الداخلية وتعزيزها.
- التفاعل مع المبنى والمستخدمين بأستخدام احدث التقنيات.
- توفير مكونات حديثة بتكلفة منخفضة وزيادة التأثير الإيجابي للمبنى على البيئة المحيطة.

تتحقق هذه الاهداف في **البعد التكنلوجي** من خلال اتباع الحلول الذكية والتقنية للحفاظ على جودة البيئة والمبنى وتعزيزهم في السياق، وتكامل العلاقة جوهرية بين البعد المادي / الوظيفي لأن التكيف يتطلب التكامل السهل للتقنيات و التكيف الوظيفي والمكاني والمادي (Nakib, 2010,p7.).



المخطط (٢-٤) ابعاد التكيف المكاني في العمارة.
إعداد: الباحثة بلاعتماد على(Serin, ,2018 ,p17.)

(٢-٣-٢) مبادئ التكيف المكاني في العمارة
Principles of Spatial Adaptation in Architecture

تختلف النظم المعمارية في قدرتها على التكيف، فترتبط هذه القدرة بمبادئ وعوامل متعددة ، تشمل مبادئ التصميم التي تنطبق على اغلب التصاميم وتمثل إحدى الخطوات المهمة في تقييم امكانية المبنى للتكيف وتتمثل **المبادئ الاساسية بـ(التكامل ، التنوع ، البساطة):**

- التكامل (Integration): ترتبط عمليات التكيف في معظم العمارة التكيفية بطريقة ما بالسكان، والتكيف مع متطلباتهم، حتى لو كان ذلك بشكل غير مباشر من خلال التكيف مع البيئة أو الكائنات وتكامل النظم داخل المبنى بطرق تسمح بالحذف والاضافة دون التأثير على أداء المبنى (Bullen, 2007,p25.)، وربط المكونات قصيرة المدى معًا لضمان استمراريتها أطول مما يسهل القدرة على التكيف (Nakib, 2010,p4.).من اهم اهداف التكامل:

الارتقاء بالبنية العمرانية: أي الحفاظ على النسيج العمراني ومكوناته وفي مقدمتها المباني وإصلاح وتجديد هياكلها وتطويرها لتلبية الاحتياجات الحالية.

- التنوع (Diversity): تنوع يرتبط بشكل الفضاء ومدى يسمح بإمكانية الاستخدام البديل، وايضا بتنوع المكونات التكيفيه في تصميم واجهات المباني **(**Fisher-Gewirtzman, 2016,p4.**)**.

- البساطة (Simplicity): استخدام النظم والمكونات والهياكل البسيطة والحيوية لاستمرار تشغيل المبنى وزيادة تكيفهُ المكاني مع الطبيعة والسياق **(**Fisher-Gewirtzman, 2016,p4.**)**.

تتكامل المبادئ مع عوامل متعددة ومختلفة منها العوامل (البشرية والمجتمعية والتكنلوجية) ، يمكن تلخيص العوامل التي تحدد قدرة النظام على التكيف بنوعين(Estaji, 2017,p40) :

- عوامل الجذب (علاقات خارجية): تتمثل في التغيرات التي تحدث في المباني مثل انخفاض قدرة وظيفية المبنى او تغيرات في نمط الحياة، وتطور السريع للتكنلوجيا، بالتالي تعتبر دوافع جذب قوية لتغير الهياكل ووظائف المبنى لتكون اكثر تكيف مع السياق المحيط بها (Danziger, 2004,p97) .

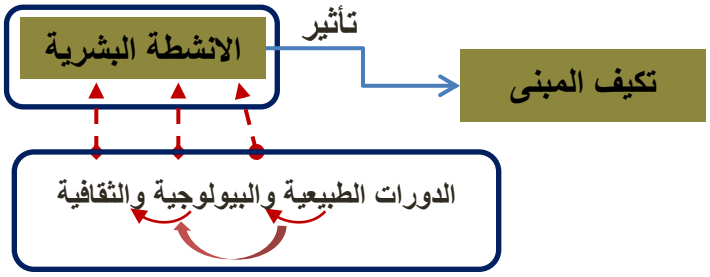
-عوامل الدفع (علاقات داخلية) : أن تحقيق التكيف ضمن هذا النوع يكون عبر مجموعة من العوامل المتمثلة بالعلاقات الداخلية على المستوى الجزئي متمثلة بحجم الأسرة وظروف الصحية والمورد المالي .اما على المستوى الكلي متمثلة بالتركيبات السكانية، وتأثير المجتمع (Danziger, 2004,p98).

لخلق بيئة قابلة للتكيف يكون هنالك تكامل بين المبادئ و العوامل إذ تساعد هذه المبادئ في توضيح نقاط الضعف واوليات النظام في المبنى لزيادة التكيف مع البيئة الطبيعية وتوفير احتياجات الانسان.

(٢-٣-٢-١) التكيف مع البيئة الطبيعية
Adaptation with the Natural Environment

تخضع البيئة الطبيعية لتحولات مستمرة بسبب التغير المستمر في ظروف البيئة الطبيعية . تتغير الظروف الطبيعية مثل الطقس بشكل متكرر للغاية. العديد من التغييرات التي تحدث في البيئة الطبيعية تكون دورية بشكل مباشر أو غير مباشر. بالتالي، يمكن اعتبار العمارة تكيفًا لنظام البيئة الطبيعية الديناميكي

لأنها تتأثر بالتغيرات البيئية ويجب أن تكون نظم المبنى كفوءة لمواجهة هذه التغيرات، و يمكن أن تتعارض العمارة بشكل انتقائي مع تغيرات البيئة الطبيعية منها (استخدام الضوء الصناعي في الليل) ، (استخدام ستائر النوافذ في يوم مشمس)،(تصميم الفضاءات بمساحات وتوجيه يناسب البيئة التي تحتاجها وظيفة الفضاء) إذ تتعرض جمع العناصر التكيفية الى تجديد وترميم وتعديل بإستمرار (Estaji, 2017,p42).

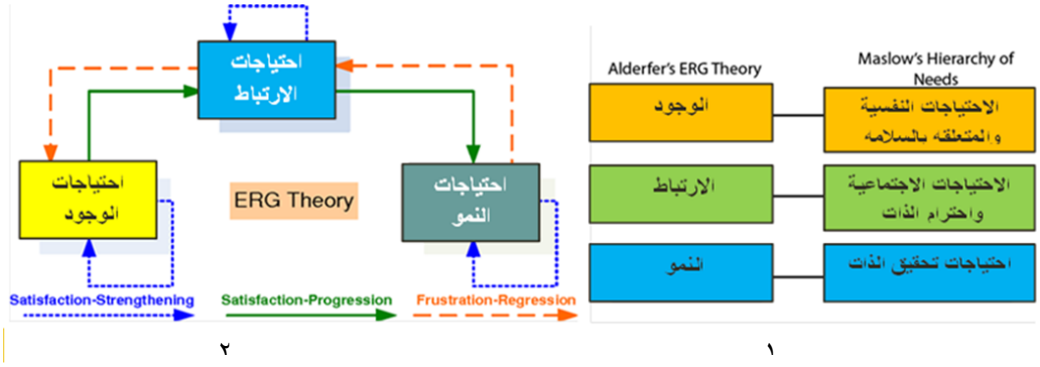


المخطط (٢-٥) تأثير الدورات الطبيعية والبيولوجية والثقافية على الأنشطة البشرية و التكيف.
المصدر: (Jaskiewicz, 2013,p17.)

الكثير من الأحداث في البيئة الطبيعية يصعب التنبؤ بها ويرجع ذلك إلى عدد كبير من العوامل المترابطة المؤثرة بشكل مستقل لكن الأحداث الطبيعية التي تتجاوز عتبة القدرة المعمارية على تكييف ظروفها الداخلية ، مما يؤدي إلى تقليل قدرة المبنى على التكيف (Jaskiewicz, 2013, p17.).

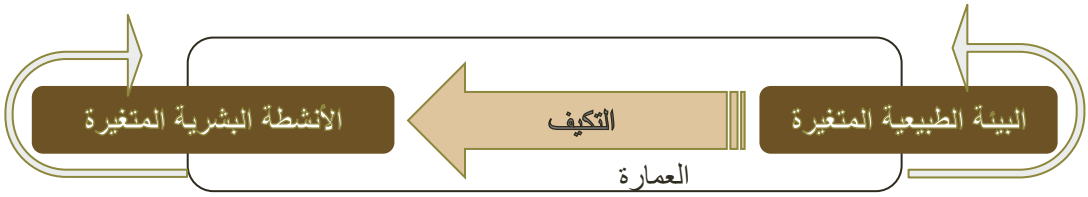
(٢-٣-٢-٢) تكييف الفضاء لاحتياجات الإنسان
Adaptation of Space to Human Need

صنف نظرية تدرج الحاجات عند "ماسلو": (A.H. Maslow, 1943) تتمثل في الاحتياجات أو الحاجات عند الإنسان هي نظرية وضعها العالم النفسي "أبراهام ماسلو/Abraham Maslow" وهذه النظرية معروفة باسم "تدرج ماسلو للحاجات" فتناقش ترتيب حاجات الإنسان في شكل تسلسل هرمي والاحتياجات البشرية الاكثر شهرة بشكل هرمي في خمس فئات وهي:(الاحتياجات الفسيولوجية، وحاجات الأمان، والاحتياجات الاجتماعية، والحاجة للتقدير، والحاجة لتحقيق الذات).تلبية الاحتياجات الأقل والأكثر جوهرية تؤدي إلى تلبية الاحتياجات الأعلى. بعد التجربة لوحظ الاحتياجات البشرية أنها ليست هرمية بشكل صارم، فيما بعد يقترح نظرية آلديرفر للاحتياجات (Alderfer's ERG)(Theory,1969-1972) هي نظرية قام كلايتون بول الدرفير (Clayton Paul Alcderfer) بإعدادها كتنقيح لنظرية هرم ماسلو، بحيث قام الدفير بتقسيم الحاجات الاساسية إلى ثلاثة مستويات متمثلة بـاحتياجات الوجود والارتباط والنموبدلا من خمس مستويات. نموذج Alderfer قد تحدث الاحتياجات من هذه الفئات الثلاث في وقت واحد مع بعضها البعض و تتطور الأسس المتعلقة بالوجود والارتباط والنمو لفهم كيفية يتم تطوير الأداء الوظيفي داخل المبنى (Kenrick, Griskevicius, Neuberg& Schaller, 2010,p310)، كما موضحَ النظريتين في المخطط (٢-٦) .



المخطط (٢-٦) المخطط (١) العلاقه بين نظرية تدرج الحاجات لماسلو ونظرية تدرج الحاجات للالدفير ،المخطط (٢)يوضح نظرية آلديرفر للاحتياجات المصدر: (Johnstone, Adamowicz, de Haan, Ferguson & Wong, 2012.,p11).

سمات البيئة المعمارية تحددها الاحتياجات البشرية المتغيرة في جميع المستويات، لذلك أي تصنيف للوظائف المعمارية لا بد يظل غير مكتمل بسبب العدد الكبير من الإنشطه التي تلبيها هذه الوظائف لتكون الفضاءات اكثر تكيف مع احتياجات الأنسان(Jaskiewicz, 2013,p14.). تأثير بيئة المكان على الأنشطة البشرية بعدة أشكال منها **جودة البيئة Environmental Quality**(تعتمد على تنفيذ الإجراءات معينة في الفضاء اعتماداً على ظروف التي تناسب الوظيفه)، **النية Intention** (يتم إنشاء المباني بقصد استيعاب نوع محدد من الأنشطة)، **التأثير Effect** (التأثير يعني التأثير الذي قد تحدثه البيئة على الفرد يمكن يؤثر محفز الضوء أو الصوت أو الظروف الثقافية المحددة على المستخدمين) (Phillips & Ritala, 2019,p4) كما موضح في المخطط (٢-٧).



المخطط (٢-٧) علاقة التكيف مع البيئه والأنشطة مستمرة التغير وتأثيرها على العماره .
المصدر:(Jaskiewicz, 2013,p16.)

فرضت التقنيات الحديثة أمكانية تحديد الوظائف ، مما أدى إلى تقسيم جذري في كثير من الأحيان للأماكن نتيجة التغييرات التي تحدث في أنماط الأنشطه بسبب التطورات الثقافية والتكنولوجية ، وعلى الرغم من اختلاف انماط الأنشطه بين الأفراد، هناك ارتباط قوي بينهم لكن التقنيات الجديدة تعمل على تغذية التطور الإبداعي للأنماط الثقافية الجديدة وتزيد من قابلية التكيف (Maglic, 2012,p28.).

(٢-٣-٣) مراحل التكيف المكاني ومستوياته في العماره
The Phases of Spatial Adaptation and its Levels in Architecture

ترتيب وتنسيق عملية التكيف وفقاً لمراحل لتقليل المشاكل التي من الممكن حدوثها، وتكون هذه الخطط ضمن فترات محدده زمياً ومكانياً ومرتبطة بمستوى التخطيط المكاني ومستوى الاجزاء والعناصر التكيفيه

للمبنى أما مراحل التكيف في الابعاد الزمنية والمكانية فتكون على النحو التالي (Milwicz, & Pasławski, 2018, p4.):

- **مراحل التكيف الزمنية (Temporal phasing) :** هي مراحل تعتمد على المدة الزمنية التي تستغرقها عملية التكيف, والتي تكون اما قصيرة او طويلة (Schnädelbach, 2010,p32):

- مراحل قصيرة الاجل (Short- term phases) : تعتمد هذه المرحله على حجمها ومدى تعقيدها لكن يمكن تستغرق بضعة أيام او اسابيع او اشهر، مثال على ذلك خطط التجديد او ترميم وبعض التعديلات داخل المبنى متمثلة بخطط التكيف الفردية ذات النطاق الصغير .

- مراحل طويلة الاجل (Long - term phases): تستمر وتستغرق هذه المرحلة عدة سنوات وعادة تكون في الأبنية الكبيرة، الجامعات، مراكز التسوق ،مراكز تعليمية او ثقافية، وعادةً يكون المبنى مشغولاً وفي بعض الاحيان تمتد عملية التكيف لمدة قصيرة وتستغرق مدة تصل الى سنوات حسب حجم العملية والمبنى المراد تكيفه.

- **مراحل التكيف المكانية (Spatial phasing):** يكون العمل في المبنى على مستوى الطابق وتكون اما المستوى الافقي او العمودي(Douglas, 2006, p250.):

- مستوى عمودي (vertical plane): يختص هذا المستوى في تجديد المباني ذات الطوابق المتعددة لكي تكون اكثر تكيفا ويتم العمل فيها طابق تلو الاخر ومن الممكن العمل في عدت طوابق في ذات الوقت.

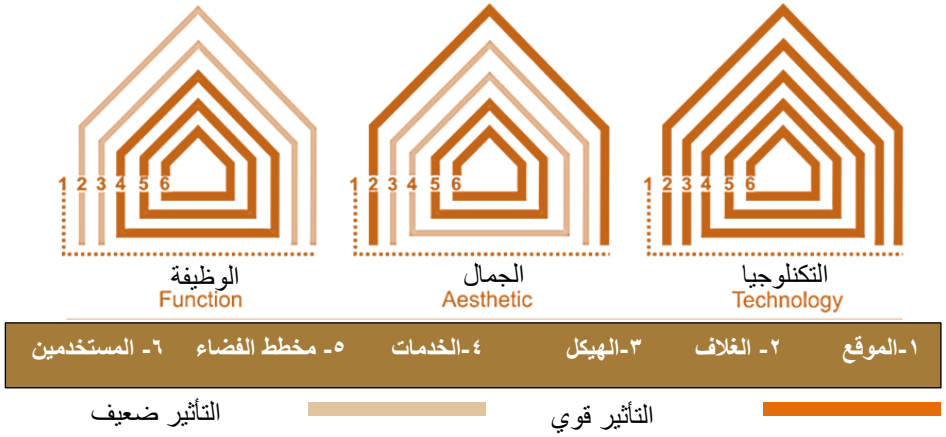
- مستوى افقي (Horizontal plane): يكون عمل هذا المستوى على الأبنية الكبيرة وقليلة الارتفاع والأبنية التي تغطي مساحات واسعة وتضم اجنحة متعددة مثل المستشفيات او المدارس إذ يكون العمل على تكيفها جزءاً تلو الاخر ويمكن تنقسم الى جزئيين او اكثر .

تم تقسيم مستويات التكيف وفق متطلبات البيئة المكانية بواسطة Brand إلى ست طبقات: الموقع، والهيكل، والجلد، والخدمات، وخطة الفضاء، و في الآونة الأخيرة ، أضاف (Schmidt and Austin, 2016) ثلاث طبقات أخرى (الاجتماعية، والفضاء، والمناطق المحيطة)(Ahmed, 2019,p112). مرتبطة هذه الطبقات مع بعضها لتحقيق التكيف، وتكون الاختلاف في وتيرة التغييرات بين الطبقات المختلفة تكون ذات تأثير كبير على الوظيفه (Celadyn, 2014,p10) .

تكون التغييرات الأكثر تكرار التي يقوم بها المستخدم، اما التغييرات الأكبر والتي تكون أقل تواترا تتداخل بشكل أعمق وجذري في العملية التصميمية كونها ترتبط بامكانات نظم المبنى على التكيف ومواجهة التغيرات. يشبه مفهوم بناء الطبقات فكرة "مستويات التدخل" ، والتي تعد جزءًا من مفهوم المبنى المفتوح (Open Building) الذي طوره لأول مرة جون هابراكن(John Habraken)، يركز هذا النهج على مستويات تتداخل مع البيئة المبنيه " البيئة المبنية في حالة تحول مستمر وتغيير" نتاج عملية تصميم مستمرة لا تنتهي أبدًا فهذا النهج يجسد مفهوم التصميم من أجل التغيير، بالتالي يمكن لمبادئه أن تفيد في

تطوير استراتيجيات لبناء القدرة على التكيف (Pinder, Schmidt, Austin, Gibb & Saker, 2017,p13). اما (Gosling)، الذي يتبنى نهج النظم لفهم وتحليل الفشل وتطوير نظام تكييف المبنى (BAS (Building Adaptation System)). الافتراض الأساسي لـ BAS هو التغيير والأستجابة لحالة فشل مكون أو نظام (Gosling, Sassi, Naim & Lark, 2013 , p 44.) .

كما تمت الاشارة اليه فأن التكيف مفهوم مترابط مع المكان والسياق ، ولا يمكن معالجته بنهج واحد لتقليل المخاطر،لذا يجب تصميم استراتيجيات تكيف كاملة وارتباطاتها بالعمليات الاجتماعية والاقتصادية ، اعتمادًا على مدى سهولة إجراء تغييرات من التغيير البسيط إلى الكامل في الاستخدام، بناءً على المساحات والهيكل والخدمات ، وإمكانيات توسيع الموقع والتخطيط والتصميم الداخلي (Phillips & Ritala, 2019,p3.) كما يوضح شكل (٢-٣) طبقات المبنى.



الشكل (٢-٣) رسم تخطيطي لطبقات المبنى من قبل ستيوارد برد ودونالد راي يظهر قص طبقات التغييروتأثير متتها بناءً على مخطط المبنى المصدر:(Celadyn, 2014,p20).

(٢-٣-٤) إمكانات وسلبيات التكيف المكاني
Possibilities and Disadvantages of Spatial Adaptation

يشير **Moffatt(2001)** إلى قدرة التكيف وامكانية استيعاب التغيير بشكل كبير على مدى عمر المبنى ، فأن التغيير سواء في (البيئة الاجتماعية، الاقتصادية، المادية أو في احتياجات المستخدمين) عندما يستجيب المبنى لهذه التغييرات يؤدي إلى تحسين أداء. من ناحية أخرى، قد تكون التغييرات سيئة وغير مرغوب فيها في بعض الاحيان (Manewa, Siriwardena, Ross& Madanayake, 2016,p140.). **يشير James Douglas(2006)** أنه يجب هدم المباني المتداعية لإفساح المجال للممتلكات ألاكثر جاذبية وملاءمة.على الرغم من أهمية التكيف ، إلا إن هناك عددًا من التحديات التي تعيق تكامل ابعاد التكيف المكاني في العمارة ، والتي تشمل الابعاد (الوظيفية، البيئية، الماديه، والاقتصادية، التكنلوجية) ، وتم تحديد أبرز امكانات ومحددات كل من هذه الابعاد في عملية التكيف المكاني في العمارة(Douglas, 2006 ,p106.) كما موضح في جدول (٢-١):

ابعاد التكيف المكاني	المستوى	امكانات كل بعد	سلبيات كل بعد	المصدر
البعد الاجتماعي	المستوى الكلي	- تعزيز هوية السياق الاجتماعي. - تعزيز التماسك الاجتماعي. - العدالة الاجتماعية.	- فقد الهوية محدده للسياق الاجتماعي . - ضعف التماسك الاجتماعي . - عدم توفر العدالة الاجتماعية.	(Belay, D. & Fekadu, G., 2021,p863)
	المستوى الجزئي	- تحديد تدرج الهرمي الفضائي - ادارة المكان.	- ضعف في تدرج الهرميات الفضائية . - ضعف في ادارة المكان والاهتمام في مستوى الفعاليات في الفضاء العام .	
البعد الاقتصادي	المدى المنظور	- الحفاظ على الموارد خلال مراحل عمر المبنى. - تعزيز المرونة في القطاعات الاقتصادية مستقبلا.	- محدودية في توفير الموارد . - ضعف في تعزيز المرونة في القطاعات الاقتصادية	Watkiss, P.,) (2015,p14.
	المدى الغير المنظور	- خلق اقتصاد أكثر مرونة في مواجهة ندرة الموارد. - استغلال مصادر الطاقة الطبيعية. - توفير مصادر الطاقة المتجددة	- تكاليف اعلى لطاقة والموارد وتكاليف البناء والتطوير. - نقص في وسائل أنتاج الطاقة. - نقص في أنتاج الطاقة وارتفاع الكلف.	
البعد البيئي	المستوى الكلي	- تحقيق الجودة البيئة للمبنى - تلبية متطلبات الأداء البيئي وتطبيق المعايير الحديثة.	- قلة في التنوع الإيكولوجي - ضعف في تحسين الاداء البيئي للمبنى	(Watkiss, P., 2015,p15.)
	المستوى الجزئي	- تحقيق الاكتفاء الذاتي من الطاقة - تقليل استهلاك الطاقة والموارد	- اقل كفاءة في استخدام الطاقة - استهلاك المتزايد للطاقة والموارد	
البعد المادي	المستوى الكلي	- خطط استعمالات الارض وحدود الملكية - التكامل مع المحيط لتوليد سلسلة نمطية متكررة.	- عدم وجود خطط استعمالات الارض وحدود الملكية - الحذف والإضافة الغير مناسبه لها تأثير سلبي على التكامل مع المحيط.	(Estaji, H., 2017,p42.)
	المستوى الجزئي	- المرونة في قدرة المبنى على التمدد و التوسع في المساحة. - مرونة المبنى .	- القوين التي تحكم البناء الجديد تحدد من امكيات المرونة . - تحديد مرونة المبنى.	
البعد الوظيفي	المستوى الكلي	- مرونة الفضاءات لتلبية الاحتياجات الوظيفية . - تنوع استخدام الفضاءات.	- تحديد مرونة الفضاء. - عدم تناسب المساحة مع المتطلبات الوظيفية	Serin, B.,) .(2018,p25
	المستوى الجزئي	- التعددية الوظيفية للفضاء الواحد لتحقيق التواصل الاجتماعي.	- نقص في أنتاج وسائل تحقيق التعددية الوظيفية	
البعد التكنلوجي	المستوى الكلي	- الكفاءة الوظيفية. - التأثير الإيجابي غير الضار للمبنى على البيئة. - التفاعل مع المباني المجاورة. - الفعالية من حيث التكلفة.	- قله في الكفاءة الوظيفية . - التأثير السلبي للمبي على البيئة المحيطة بها . - محدودية تفاعل المبنى مع المجاورات واحتياجات المستخدمين	(.Nakib, F., 2010,p7)
	المستوى الجزئي	- توفير التواصل البصري على مستوى الواجهات - التحكم في الإضاءة الداخلية - الملائمة مع التغيرات المناخية .	- محدودية التواصل البصري للواجهات - سوء تصميم المبنى من جانب توفر الإضاءة الطبيعية. - عدم الملائمة مع التغيرات المناخية .	

جدول (٢-١) امكانات وسلبيات كل بعد من ابعاد التكيف . إعداد: الباحثة.

(٢-٣-٥) متغيرات التكيف المكاني في العماره
Spatial Adaptation Variables in Architecture

أبرزت المستويات والعوامل المكانية والمراحل الزمنية العلاقات بين المكونات والمجالات المختلفة للتكيف عدد من المتغيرات منها (المقياس المكاني، البنيه المكانية، الشبكة المكانية) التي تحقق تكامل عملية التكيف المكاني في المبنى وترتبط هذه المتغيرات بعدد من المتطلبات التي ترفع من نسبة التكيف المكاني في ابعاده المتعددة، وتشمل(Belay & Fekadu, 2021,p861.):

اولاً: المقياس المكاني(Spatial Scale): يمثل المقياس المكاني التكوين العام للعناصر المادية وخصائصها في الفضاء المعماري مثلاً عناصر التكيف لنظام التصميم المفتوح أو مغلق أو قابل للتوسعة أو مستمر، لتحقيق الاستخدام الأكثر كفاءة للمساحة بهدف تحسين الاداء الوظيفي إي تستخدم المساحات بكفاءة أكبر ومرونة اكثر(Key & Gross, 2021,p180).

ثانياً:البنية المكانية(Spatial Structure) : تتمثل البنيه المكانيه بمجموعة من المساحات التي تحدها فواصل البيئة الداخلية وفواصل البيئة الخارجية ويمكن تصنيف أنماط البنية المكانية إلى ثلاثة أنواع: الهياكل المتجاورة ، والهياكل المنفصلة (تتمثل في المباني ذات الكتلتين المنفصله ومتواصله مع بعض بواسطة الجسور) ، والهياكل المتكاملة التي تجمع بين كلاهما بأتباع التصميم النمطي من خلال الملائمة الأبعاد الوظيفية والهيكلية والسلوكية، بهدف تحقيق حاجات المستخدم (Wang, 2017,p1).

ثالثاً:الشبكه المكانيه (Spatial Network) : تتمثل في العلاقات الوظيفية والعلاقات الخاصة بالموقع والعلاقات مع الابنيه المجاوره ليحقق المبنى التكيف مكانياً بالارتباط مع مختلف العوامل المكانية عبر مختلف الانطقه. تظهر الشبكة طبيعة الروابط بين المناطق متعددة الوظائف وتسهم في تحديد ارتباط المبنى بالسياق. تتمثل شبكة الربط الشاملة ذات المستوى العالي بـ (المنطقة الحضرية الرئيسية) ، ومحاور المستوى المتوسط متمثلةً بعلاقة المبنى مع المجاورات (Kozikoğlu & ÇEBİ, 2015,p79.).

يتحدد التكيف المكاني في المبنى وفقا لهذه المتغيرات الاساسية و تعتمد على النطاق المكاني الذي تحدث فيه التغيرات، والمقياس التنظيمي للاجزاء التكيفية وعلاقتها بالشبكه المكانية لتوفير امكانية التكيف مع السياق،لأن المباني تخضع لتحولات دائمة على جميع مقاييسها.

(٢-٣-٦) قابلية التكيف المكاني في العمارة Spatial adaptability in architecture

قابلية التكيف تمثل مدى امكانية المبنى على مواجهة التغيرات لتحقيق هدف معين تشارك فيه مجموعة فرعية من التغيرات المستمره (Schmidt & Austin, 2016,p212.) وتشمل:

- **تغيير في الأداء Change in performance:** يتضمن استراتيجيات ضمن المقياس المكاني تطرأ على اجزاء من المبنى ليكون قابلاً لمواجهة التغير وتحسين اداءهُ (الوظيفي ،الهيكلي ،البيئي) للأستجابة للتغيرات في الظروف البيئية والتقنيات, لكن تحسين أداء مكون واحد أو أكثر ، يؤدي الى تكيف دون

الحاجة إلى استبدال نظام بأكمله (Phillips & Ritala, 2019, p3.).

-**تعدد الاستخدامات Versatile of use:** هو أكثر أنواع قابلية المبنى على التكيف شيوعًا يطرأ على البنية المكانية للمبنى ويتمثل بـ(تعدد/تنوع الاستخدامات) ، مرتبط بالتغير المكاني (تخطيط المكاني) ، إذ يحدث لمعالجة الأنشطة المختلفة في المبنى ويكون نتيجة حدوث اختلافات في (الأنشطة ، الهيكل التنظيمي ، المالكون ، المستخدمون) (Schmidt & Austin, 2016,p213.).

- **تغيير الاستخدام / وظيفة change of use/function:** يشير إلى تعرض المبنى الى الية التحويل للاستيعاب وظائف جديدة على مستوى التنظيم الداخلي والخارجي (Phillips & Ritala, 2019, p3.).

- **تغيير في الموقع change of Location :** يرتبط هذا النوع في الشبكه المكانية وعلاقة المبنى مع السياق المحيط به لكن من غير المحتمل حدوثه في جميع الأنواع المذكورة أعلاه وقد يكون ضروريًا في ظل ظروف معينة منها تغييرات في (التركيبة السكانية والبيئة)(Key & Gross, 2021,p180) .

مما تقدم يتبين أنه يمكن تصنيف قابلية التكيف بحسب نوع التغيير والمدة الزمنية للتغير وهذه التغيرات لها تأثير على اداء المبنى لذلك يتم وضع الحلول سعياً ليكون المبنى اكثر تكيفاً.

(٢-٤) مناهج التكيف المكاني spatial adaptation approaches

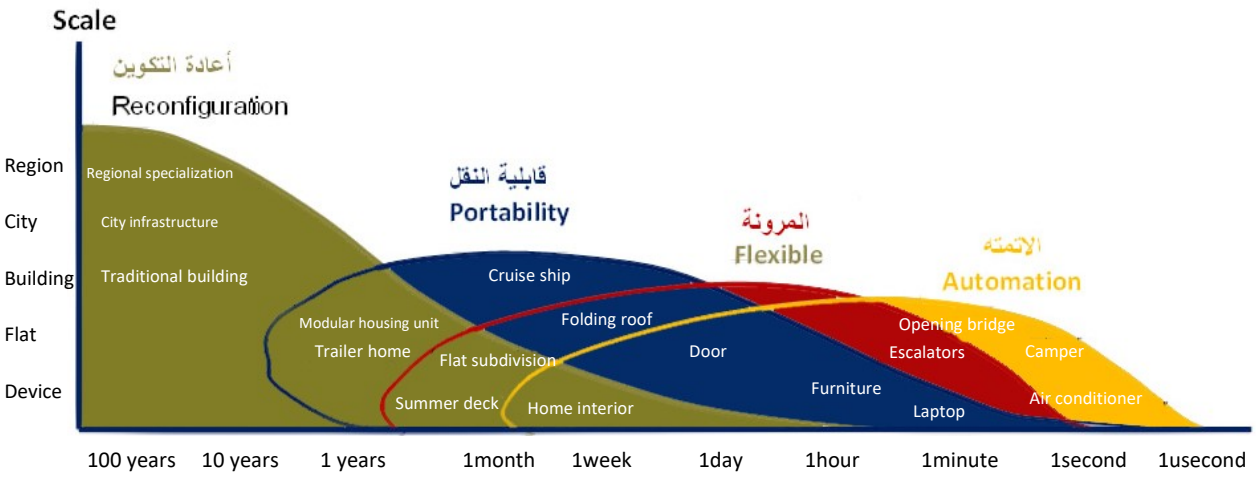
هناك العديد من المناهج المتبعه لتكيف المبنى مكانياً، إذ تصنف هذه المناهج الى فئات ذات الصلة بالوظيفة أي تكون الوظيفة ثابتة، لكن مع تطور العصر ودخول التكنلوجيا اصبحت المباني تتكيف بطرق حديثة لها علاقه بذكاء التصميم، وقدمت نهجًا مختلفًا لتنظيم عمليات التكيف المقترنه بنظم المبنى (الوظيفة، الجمالية ، الهيكلية) وما ينتج عنها من متطلبات وقد تميزت هذه العملية بمتغيرين (Wit, 2014,p329.):

المتغير الاول : قدرة المبنى على التكيف مع جميع الظروف الداخلية والعوامل الخارجية التي أثرت، ولكن لم يتم حسابها أو لم تكن موجودة عندما تم تصميم المساحة في الأصل. قد تكون هذه الظروف غير المتوقعة او عوامل خارجية "تغيرات بيئيه " وقد تكون مشتقة من الإجراءات البشرية المختلفة.

المتغير الثاني: يتمثل في مقياس الاجزاء القابلة للتكيف التي تحدث في وقت واحد على مستويات مختلفة.

تعتمد مناهج التكيف المكاني على قدرة المبنى للأعادة تكوين فتكون التكيفات المكانية ضمن نطاقات كلية او جزئية لكن تتطلب موارد أقل (الوقت والطاقة والمواد) عند إجرائها على نطاقات صغيرة ، ونظرًا لتكيف النظام بأكمله على نطاق واسع بطيء ويتطلب موارد، فتحقيق تكيفات على نطاق واسع من خلال تراكم عمليات التكيف الصغيرة هي بديل أكثر فعالية لتحقيق التكيف المكاني بشكل متكامل (Key & Gross, 2021,p178.) تم تحديد أربع مناهج متبعة لتكيف المباني كما في المخطط (٢-٨).

التكيف عن طريق إعادة التكوين(Adaptation by reconfiguration)
التكيف عن طريق قابلية النقل(Adaptation by portability)
التكيف من خلال المرونة المضمنة (Adaptation by embedded flexibility)
التكيف عن طريق الأتمتة (Adaptation by automation)



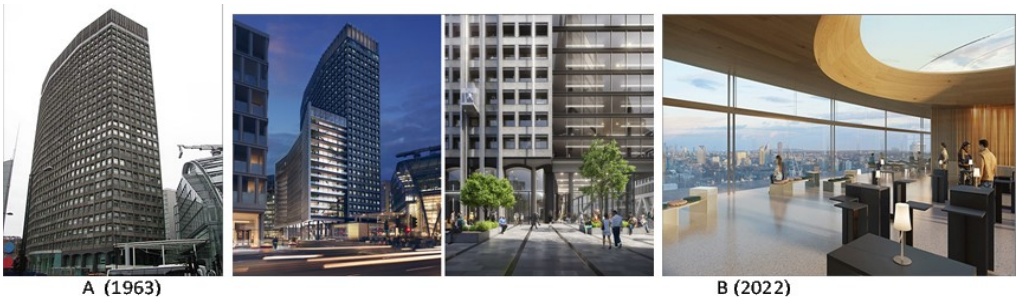
المخطط (٢-٨) مناهج التكيف المكاني وفق زمن التكيف المصدر : (Tomasz jaskiewicz, 2013 ,p28.)

(٢-٤-١) التكيف عن طريق إعادة التكوين: المنهج الذي تتميز فيه بنية المبنى بالجمع بين المرونة والأداء العالي و تعتبر اجزاء المبنى القابلة لإعادة التكوين عاملاً تمكينيًا مهمًا للتعامل مع التغيرات وتحديد السمات الوظيفية والمادية للمبنى ومدى قابليتها للأعادة التشكيل و تكون اجزاء المبنى مصممة لاستيعاب التغير. يعرف إعادة تشكيل المباني على نطاق واسع على انهُ تحول في التنظيم المكاني، إذ يمكن إضافة ميزات بناء جديدة ، بشرط تسمح العوامل الخارجية بمثل هذا التعديل. مع تقدم التكنولوجيا، أصبح هذا نهج اكثر استخداماً في العديد من التصاميم (Manewa, Pasquire, Gibb & Ross, 2013, p6.)

يعتمد هذا المنهج ثلاثة تغييرات رئيسية وهي:

١- تطوير أحد المكونات التكيفيه للمبنى ٢- إضافة مكون جديد ٣- ازالة مكون ينتمي إلى نظم المبنى

تم اتباع هذا النهج عندما تم اعادة الاستخدام التكيفي في مبنى بورتلد هاوس (Portland house) مشروع مخطط إعادة تكوين للمبنى التجاري في وستمنستر، لندن بطريقه تجعل المبنى اكثر اتصال مع المحيط ذات تأثير إيجابي على المجتمع من خلال وضع معايير عالية للتحمل والمرونة والقيمة الاجتماعية والبيئية ليكون اكثر تمحورًا حول الأنسان لتلبية احتياجاته مع الاحتفاظ بتراث المبنى كما في شكل (٢-٤).



شكل (٢-٤) اعادة التشكيل لمبنى بورتلد هاوس بين عام ١٩٦٣ وعام ٢٠٢٢ . المصدر: (.Ball, 1998,p178).

(٢-٤-٢) التكيف عن طريق قابلية النقل : نهج مختلف يجعل بنية المبنى اكثر ديناميكيه ويكون على مستوى المقياس المكاني في الفضاءات لكن في بعض الاحيان يكون هذا النهج هو الاساسي في بنية المبنى على عكس المباني الثابتة بشكل دائم في الموقع، هناك حالات متعددة يعيش فيها البشر حياتهم دون الارتباط بمكان واحد (.Vasaturo, *et al*. 2018,p1166). تتكون المباني التي تصمم على اساس هذا النهج

من الهياكل التي يقصد بناؤها بسهولة وتكون اجزائها قابله للفك وتركيب وامكانية الاضافه والحذف . أذ ظهر البناء المعياري (التوحيد القياسي) جنبًا إلى جنب مع استخدام هذا النهج، فيمكن نقل الاجزاء واعادة تركيبها لتوسيع وامتداد فضاءات اخرى (Cerrahoglu & Maden, 2020,p155.).كما في مبنى Sliding House منزل في إيست جليا بني في عام ٢٠٠٩ بناء تقليدي بتفاصيل غير تقليدية وأداء بيئي عالي ولهيكل المبنى القدرة على تغيير و التكيف وفقًا للموسم أو الطقس بأمكانية فكه وتركيبه بهدف ضبط العلاقة بين الداخل والخارج، مع امكانية نقل المبنى بأكمله لموقع اخر، ويوفر المبنى مرونه عاليه (Konieczna, 2018,p72) كما موضح في الشكل (٢-٥).

الشكل (٢-٥) تفاصيل تكيف بنية المبنى استجابةً للبيئة المحيطه. المصدر: (Janowski , 2021, p99.).

(٢-٤-٣) التكيف من خلال المرونة المضمنة: يشير نهج المرونة المضمنة الى المرونة في اصل تصميم نظم المبنى للتكيف مع التغيير. إذ يستخدم على نطاق واسع و يشير إلى قدرة ميزات المباني على التكيف مع احتياجات مستخدميها، يعتمد على تصميم المبنى بطريقة تسمح بتعديل جزء واحد دون التأثير على الأجزاء الأخرى لتكون قادره على الاستجابه للتغير، لاستيعاب كل من البيئة المادية والمتطلبات المتغيرة للمستخدم . يعزز هذا النهج وجود التوازن بين المتانة والقدرة على التكيف في تصميم المبنى (Sadafi, *et al.*, 2014, p408.).تم اتباع هذا النهج في مبنى (Skidmore, Owings and Merrill in Milan) يعد أول مشروع إعادة استخدام لمبنى يعود إلى أوائل الستينيات، يعتمد المشروع على التصاميم الاستباقية التي اساسها الاستدامة والمرونة والقدرة على التكيف والتي تلبي أولاً احتياجات المستخدمين. (Ilgın, Karjalainen & Pelsmakers, 2022,p11.) كما في الشكل (٢-٦).

الشكل(٢-٦) مرونة الفناء الداخلي وشفافية الغلاف الخارجي لتعزيز التكيف المكاني .

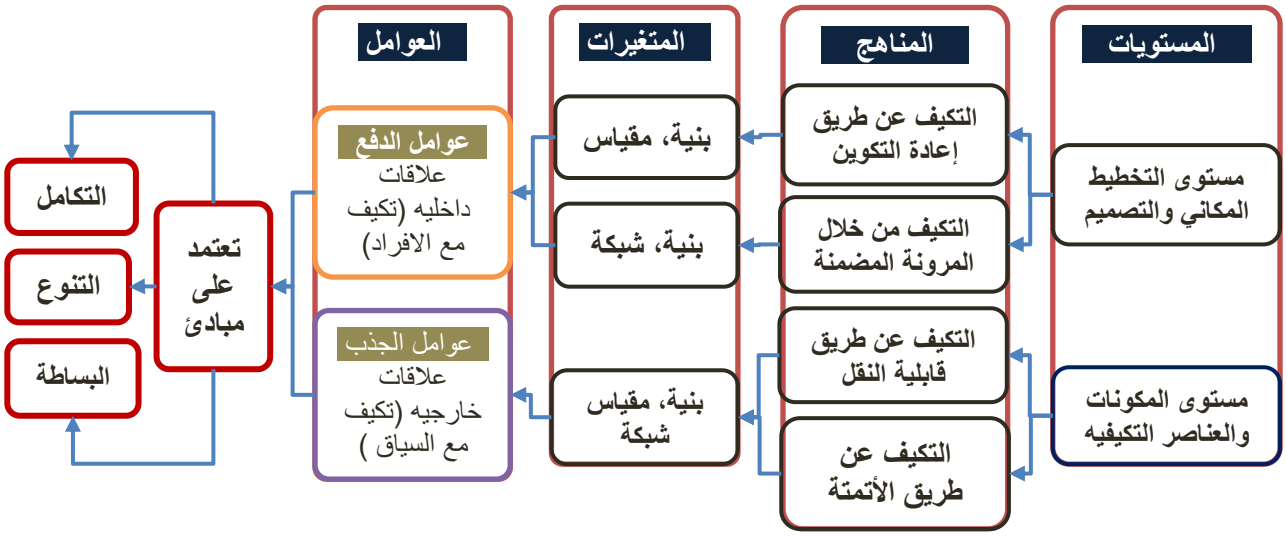
المصدر (Ilgın, Karjalainen & Pelsmakers, 2022,p12.)

(٢-٤-٤) التكيف عن طريق الأتمتة: ظهر هذا المنهج مع التطور الحاصل في التكنلوجيا فأن أتمتة المباني والتي يشار إليه أيضًا باسم نظام إدارة المباني أو نظام التحكم في المبنى، تتكون من اجهزة للتحكم في مختلف نظم الكهربائية والإلكترونية والميكانيكية في جميع أنحاء المبنى وتم تنظيم أتمتة المباني بشكل مستويات في منها تفاعل النظام مع البيئة المادية عبر أجهزة الاستشعار والمشغلات ومنها معالجة التكوين ، وتشكيل العلاقات (Böke, Knaack & Hemmerling, 2020,p1.). لكن أحد الجوانب الأساسية

لهذه النظم هو التواصل بين الآلات وتفاعلها مع البشر. يوفر هذا النهج العديد من الفوائد ، مثل زيادة كفاءة الطاقة ، وأنخفاض تكاليف التشغيل والصيانة ومع تطور التكنلوجيا دخلت الاتمتة في مراحل التصميم والتنفيذ للمبنى(Boeke, Knaack & Hemmerling, 2019,p5.) . اتبع هذا النهج مشروع The Cube في برمنغهام أذ تم اتمتة عملية ادارة المبنى و مرحلة التصميم لتحديد نسبة الزجاج إلى الألومنيوم من واجهة إلى أخرى للحد من الكسب المحتمل للطاقة الشمسية، لأن المبنى صممه لكي لا يغلق (Schmidt &Dainty, 2015,p401) كما موضح في الشكل (٢-٧).

الشكل (٢-٧) تفاصيل مبنى The Cube. المصدر (Schmidt & Dainty, 2015,p401)

منهج الاتمته يمثل أحدث منهج يوفر المرونة الكافية للمبنى وكما موضح في مخطط (٢-٩).



المخطط (٢-٩) تفاصيل التكيف المكاني في العمارة. إعداد: الباحثة.

(٢-٥) خلاصة Summary

تم في هذا الفصل التعريف بالمفهوم العام للدراسة وهو التكيف، إذ تم طرح التعاريف اللغوية والمعنى والتعريف في مختلف العلوم بالإضافة الى التعريف الاصطلاحي، والتطرق الى المفردات والمفاهيم المرتبطة به. تم تحديد ابعاد التكيف المكاني وطرح مفرداته والمتغيرات المكانية التي ترتبط بمفردات التكيف المكاني في العمارة، وتشمل المفردات الاساسية التي تحدد التكيف كمفهوم عام المرونة والتحول والتغيير ويرتبط التكيف المكاني في العمارة بمفردات ضمن مختلف الابعاد المكانية للتكيف وضمن متغيرات المكانية التي تشمل البنية والمقياس المكاني والشبكة المكانية. تم استعراض مناهج التكيف المكاني مدعمة بـ(الامثلة المتنوعة) لتحديد مفردات التكيف المكاني للمبنى. يمهد هذا الفصل ويحدد المفردات الاساسية والاليات التي ستوظف في الجزء التالي من الدراسة والذي سيخصص لتحديد مفردات البحث الخاصة بمؤشرات التكيف المكاني ضمن نظم العمارة الذكية.

٢٠٢٢

الفصـــــل الثـــالث

(نظم العمارة الذكية و التكيف المكاني)

"My mission is to create a structure that is sensitive to the culture and climate of its place".

"Norman Foster"

الفصـــــل الثـــالث
نظم العمـــارة الذكية و التكيـــف المكـــاني

تـــــمهـــيـــــد Preface

تم في الفصل الأول التطرق الى سمات العمارة المتكيفة وتاريخها فضلاً عن مبادئ ومستويات نشأة هذا النوع من العمارة ومفهوم التكيف المكاني يمثل الخطوة الأولى لفهم العمارة المتكيفة مكانيا وتعقيداتها. يبحث الفصل الثاني في التكيف المكاني ضمن النظم المعمارية الذكية و الفرق بين الذكاء التقني(smart) و الذكاء المتمثل في الجمع بين التراكيب المختلفة ليكون المبنى ذكياً(Intelligence) والامكانيات التي توفرها العمارة المتكيفة ذات النظام الذكي والتي تكون لها القدرة على تحسين حياة المستخدم والبيئة من حوله من خلال استراتيجيات محددة تهدف الى تلبية متطلباته المتغيرة وتحسين الاداء الوظيفي و التقنيات التفاعلية عالية الكفاءة التي يطورها ويطبقها المصممون في الابنية للوصول اعلى مستويات الراحة والاستدامة.

(٣-١) تعريف مفهوم العمارة الذكية
Definition of the Concept of Intelligent Architecture

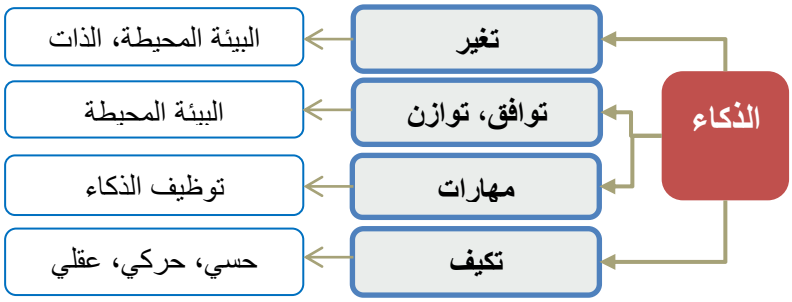
(٣-١-١) المفهوم العام للذكاء The General Concept of Intelligent

استخدم هذا التعبير في مجالات مختلفة و يتداخل مع مفاهيم أخرى، أذ استعمل مصطلح ذكاء " Intelligence" بكثرة في عدة مجالات منها (ذَكاءُ الإنْسانِ : قُدْرَتُهُ على الفَهْمِ والإسْتِنْتاجِ والتَّحْليلِ والتَّمْييز بِقُوَّةِ فِطْرَتِهِ)، (الذَّكاء الاجتماعيّ: حسن التّصرُّف في المواقف والأوضاع الاجتماعيّة)، (علم النفس: قدرة على التحليل، والتركيب، والتكيُّف إزاء المواقف) (رضاب ،٢٠٠٩,ص٢).

تم تعريف الذكاء في موسوعة Encarta على أنه القدرة على التكييف بشكل فاعل مع البيئة المحيطة (رضاب ،٢٠٠٩,ص٤). يرتبط الذكاء بالتكيف بوصفه مجموعة من العمليات المختارة بصورة هادفة وموجهة باتجاه التكيف الفعال مع البيئة من خلال مجموعة من القدرات المتنوعة .

تتمثل اهم عناصر الذكاء الأساسية بالتخطيط وهو وضع الأهداف وتقييم النتائج، و التعلم والذاكرة و تتمثل بتجميع وتحليل البيانات وعرضها بطرق مختلفة (صادق، ٢٠١٣ ،ص٦). كما أن لمفهوم الذكاء جذوراً في جميع المجالات والاختصاصات، بدأً من كونه خاصية بيولوجية تختلف من شخص لآخر وترتبط بالسلوك وانعكست هذه العملية في مجالات العلوم المختلفة. لذلك فهو مفهوم كمي، لكن لا يمكن ملاحظةُ أو لمسه أو قياسه مع ارتباطهُ في اغلب الاحيان مع الكفاءة.(Bryan & Mayer, 2021,p.48.).

ركز العلماء والفلاسفة بجانب معين في طروحاتهم حول الذكاء منهم Piaget (1977) واضع نظرية التطور المعرفي تركز نظريته على أن الذكاء يتغير ولا يقتصر على التطور المعرفي، ولكن أيضًا على فهم طبيعة الذكاء.اشار الى الذكاء هو"تكيف حركي حسي يدعم الحياة داخل منظومة" ، اذ حدد (Paige)الذكاء ليس كسمة فقط ، وأنما هو تعقيد لمهارات متسلسلة هرميا لمعالجة المعلومات الكامنة وراء توازن التكيف بين الفرد وبيئته (Negnevitsky, 2005,p.6.).



مخطط (٣-١) ارتباط الذكاء بمستويات عدة حسب طبيعة المؤثر. إعداد : الباحثة.

(٣-١-٢) مفهوم الذكاء في العمارة The concept of intelligent in architecture

العمارة الذكية ليست جديدة بل أنها تمثلت في أشكال العمارة البدائية والمحلية بسبب علاقتها مع المستخدم وامكانيتهُ لضبط وتعديل وتكييف المبنى مع الظروف المتغيرة، سواء كانت تغيرات(اجتماعية، وظيفية، طبيعية) لتحقيق الراحة والمنفعة وبالتالي كان الساكن عنصرًا حاسمًا في تصميم المبنى واستخدامه، هذا التفاعل المستمر بين المستخدم والمبنى يخلق ما يمكن أن يكون مباني ذكية.عرفَ(وانج،٢٠١٠) المباني الذكية بأنها المباني التي "تمنح مستخدميها البيئة الأكثر كفاءة وفي الوقت نفسه، تستخدم الموارد وتديرها بكفاءة وتقلل من التكاليف".(Wang, 2010,p.16). يوجه الذكاء في العمارة نحو نظم المبنى وتوازن بين العناصر المختلفة مع ادارة الموارد بطريقة متزامنة لتحقيق أقصى أداء للمستخدمين ومرونة في تكاليف التشغيل (Iwuagwu & Iwuagwu, 2014,p.12) تحول المبنى الى ما يعرف بالمبنى الذكي بواسطة دخول الذكاء الاصطناعي الذي يعزز فيه مزيج من النظم والتقنيات و يحتوي على نظم تحكم ذكية على مستوى البناية (Oke, Omole & Aigbavboa, 2019,p.870) كما في مخطط (٣-٢).

Intelligent Buildings

1- في عام ١٩٩٥ ، عرَّفت مجموعات العمل المؤقتة التابعة لـ Conseil International du Ba ، المبنى الذكي على أنه: "بنية ديناميكية وسريعة الاستجابة توفر لكل ساكن ظروفًا منتجة وفعالة من ناحية التكلفة ومعتمدة بيئيًا من خلال التفاعل المستمر بين عناصرها الأساسية الأربعة: الأماكن (النسيج ؛ الهيكل ؛ المرافق) ؛ العمليات (الأتمتة ؛ التحكم ؛ النظم) الأشخاص (الخدمات ؛ المستخدمون) والإدارة (الصيانة ؛ الأداء) والعلاقة المتبادلة بينهم كما استخدم المصريين حيل ذكية لتحقيق الراحة الحرارية في منازلهم منها مصائد الرياح وتم استخدامها ايضاً في التصميم المعاصر لجامعة العلوم والتكنولوجيا فى غانا (Abo-Elazm & Ali, 2017,p.3.).

٢. في عام ٢٠٠٩ ، طور Clements-Croome التعريف التالي ، والذي كرره لاحقًا: المبنى الذكي هو أحد المباني التي تستجيب لمتطلبات شاغليها والمنظمات والمجتمع. إنه مستدام من ناحية استهلاك الطاقة والمياه إلى جانب كونه منخفض التلوث من ناحية الانبعاثات والنفايات: صحي من ناحية الرفاهية للأشخاص الذين يعيشون ويعملون فيه: ويعمل وفقًا للمستخدم(Clement –Croom, 2013 ,p.26.).

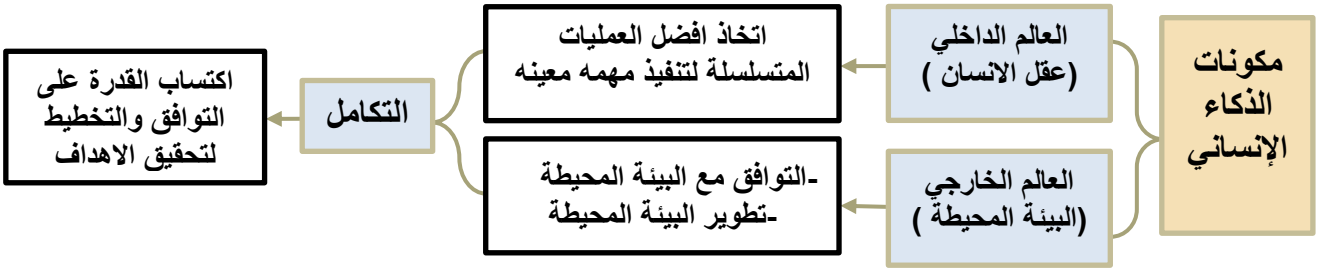
Smart Buildings

٣. يتم تطوير المباني الذكية بناءً على مفاهيم البناء يوضح(Katz and Skop.ek 2009) أن: المباني الذكية تحتوي على جوانب من الأتمتة وبالمثل فإن الذكاء يمثل جانبًا مهمًا من المباني الذكية. حيث تتطلب الأتمتة في المباني "الكثير من الأجهزة الذكية" وتستخدم المباني الذكية بشكل متزايد عددًا من النظم الذكية وأجهزة الاستشعار.

٤. رأي أكاديمي قدمه(Wang, *et al*. 2012) ، يشير إلى أنها: معالجة قضايا الذكاء والاستدامة من خلال الاستفادة من تقنيات الحاسب الآلي والتقنيات الذكية لتحقيق التوليفات المثلى لمستوى الراحة العام واستهلاك الطاقة.

مخطط (٣-٢) تعريفات المبنى الذكي من Intelligent Buildings الىSmart Buildings
المصدر : (Abo-Elazm & Ali, 2017,p. 3)

الذكاء الانساني وعلاقتهُ بذكاء المبنى: توجد عناصر مشتركه بين الذكاء عند الأنسان وفي المبنى مع الأخذ في الاعتبار الاختلاف في طبيعة الذكاء في كل منهما فمثلما يتصرف الكائن الحي في المواقف وفقا لعمليات متسلسلة أكتسب بعضها خلال حياته ، فأن المباني تعتمد على تصميمها و برمجتها لتنفيذ وظائف محددة (Clements-Croome & Croome, 2004,p.44)، كما في مخطط (٣-٣).



مخطط (٣-٣) مكونات الذكاء الإنساني كما يراها "Sternberg". إعداد:الباحثة.

الذكاء الاصطناعي في العمارة تحول من الارتباط بالخيال العلمي الى محاكاة السلوك البشري مع تطور الاجهزة والالات. أذ دخل في مجالات (التصميم، الإدارة، التخطيط الحضري)،لكن لا يمكن أن يفكر به بشكل شامل في المعالجة الكمية للعديد من العوامل الذاتية والموضوعية، ولكن لديه القدرة على إنشاء أساليب الرصد والمعالجة بسرعة. لذلك معظم التقنيات المستخدمة في عمليات التصميم والبناء والتشغيل اليوم لازالت تقنيات ذكية جزئيًا وتتطلب تدخلًا بشريًا (Chaillou, S., 2020, p.120.).

(٣-١-٣) مفهوم الذكاء والتكيف المكاني
The Concept of Intelligence and Spatial Adaptation

يشير الذكاء في التكيف المكاني الى تصميم عمارة مختصة بمباني لها القدرة على التكيف مع البيئة المحيطة بها ومع ساكنيها منها مثل العمارة المرنة، الذكية ،المستجيبة، الرقمية . يكون على مستويات متعددة تظهر خلال دورة حياة المبنى تبعا للتغيرات المبنى(Schnädelbach, 2010,p.526).

يكون الذكاء اما **"Intelligent"** او **"smart"** يكمن في أن الاول يمثل الذكاء التصميمي و يعتمد في ادائه على خصائص ومرونة وكفاءة نظم المبنى ويقلل من استهلاك الطاقة ويكون الاداء فيه محدداً من ناحية التحكم ولا يحتاج الى طاقة خارجية من اجل أن يعمل. اما الثاني يمثل الذكاء التقني فيكون فيه الاداء مسيطراً عليه من خلال نظم الحاسوب ويقدم اداءاً اعلى واكثر تعقيدا ويتيح سيطرة أكبر على النظام ويحتاج الى مصدر طاقة خارجي من اجل أن يحقق هدفه ولكن اداءه يكون اكثر فعالية من ناحية تقليل صرف الطاقة (Panchalingam & Chan, 2021,p.206.). يوضح جدول(٣-١) الفروقات بين كلا نوعي.

مجالات الاختلاف	Smart building	Intelligent building
التعريف	يستخدم مصطلح (الذكاء التقني) smartلوصف تصميم المبنى بأسلوب أجهزة الاستشعار والمحركات المتقدمة والأجهزة ذات الصلة. استخدام برمجة حاسوبيه لتنفيذ مجموعة محددة مسبقًا من الإجراءات أو تسلسل العملية ، ويتواصل	يستخدم مصطلح(الذكاء التصميمي) Intelligentلوصف تصميم المبنى بأسلوب ذكي أذ غالبًا ما يشير المصطلح إلى الهياكل المبنية من أجل الاستدامة بدلاً من التكنولوجيا الذكية. أذ أنه يمثل المبنى الذي يوفر بيئة منتجة وفعالة من ناحية التكلفة من خلال تحسين أربعة عناصر أساسية: الهيكل

	مع النظم الخارجية عبر بعض أشكال الشبكات الذكية.	والنظم والخدمات والإدارة، والعلاقة المتبادلة بينها."
اسلوب العمل وطريقة الاستجابه	من خلال مبدأ التحكم الآلي فإن كل من المستخدم والنظام يستطيعان أن يكونا اداء عالياً للاستجابة لرغبات محددة من المستخدم، ويقيس النظام ردود الافعال والمؤثرات ويقوم باستمرار بتعديل استجاباته وفقا لهذه المتغيرات.	من خلال مبدأ التصميم بذكاء والجمع بين المختلفات تضمن الاستجابة المباشرة للمؤثر، عناصر متكيفة بيئيا، وتكامل النظم التصميم، وتمتلك نظم المبنى القدرة على لتكيف .
مستوى العمل	يعمل على وحدة واحدة (شقه او بنايه واحدة)	يستخدم على مستوى اعلى من المستوى المقاس بال smart ويرتبط ارتباط مباشر بدرجة المعرفة.

جدول (٣-١) الفروق بين تصنيفات العمارة الذكية Intelligent &Smart Building .
إعداد: الباحثة بالاعتماد على (Panchalingam & Chan, 2021, pp.203-226.)

وفقاً لما تم عرضه، يعرف ذكاء المبنى في البحث كونه المبنى الذي له القدره على الاستجابة والتكيف مع التغيرات الداخلية والخارجية، البيئية والانسانية، والرد على هذه التغيرات لتوفير راحة الانسان، و توظيف النظم (الوظيفية، الهيكلية،الجمالية) وتقنيات الذكية واجزاء من المبنى نحو التكيف مع التكنولوجيا الجديدة أو التغييرات في الهياكل التنظيمية، والمرونة في التصميم مع استخدام التقنيات والاساليب المختلفة اعطى مجالا لتداخل الذكاء التصميمي (intelligent) مع الذكاء التقني (smart) لأن العمارة تحتاج أولاً إلى ذكاء في التصميم يستجيب للسياقات الثقافية والبيئية والتكنولوجية، مع التقنيات الذكية للجمع بين النظام المعماري الذكي وعوامل القدرة على التكيف. يركز البحث على أن الذكاء المكاني يكمن بالدمج بين الاستراتيجية الفعالة والذاتية.

(٣-٢) استراتيجيات تصميم المبنى الاساسيه لتحقيق التكيف المكاني
Basic building design strategies to achieve spatial adaptation

تختلف مناهج التكيف المكاني في اعتماد استراتيجيات التصميم التي تحقق اهداف المنهج[١]. تكون هذه الاستراتيجيات من نوعين اساسيين وهما (الاستراتيجيات الذاتية passive، الاستراتيجيات الفعالة active). تعمل الاستراتيجيات الفعالة "active" على استخدام تقنيات مثل الألواح الشمسية أو النظم استرداد الحرارة أو الاستخدام مصادر الطاقة المتجددة والتقنيات الذكية ، والنظم الموفرة للطاقة، لتزيد من كفاءة المبنى(Kang, Ahn, Park & Schuetze, 2015, pp. 765-775) . بينما تركز الاستراتيجيات الذاتية "Passive " على الخصائص الكامنة في تصميم المباني ذاتها و الاندماج مع المبادئ التصميمية من ناحية الشكل والتوجيه والمواد البنائية، النفاذية، الاستمرارية وما يتبعها من القرارات التصميمية، وتتطلب الأستراتيجية تركيزا على الجانب المعماري او الذكاء التصميمي لغرض تحقيق اهدافها يتم الجمع بين كلتا الاستراتجيتين و تكون متكاملة الذكاء (Full intelligent systems) وفي حالة من التكامل (Integration) أو حالة من عدم تكامل (Un-Integration) وفقًا للعلاقة بين النظم الذكية(Yu, Gou, Qian, & Tao, 2019, pp.8-12).

[١] راجع مناهج التكيف في العمارة الفصل الثاني فقرة(٢-٤) صـ٣٢

(٣-٢-١) الاستراتيجيات الذاتية لتكيف المكاني
Passive strategies for Spatial Adaptation

الاستراتيجية الذاتية هي إحدى استراتيجيات التي تأخذ في الاعتبار بيئة تصميم المبنى و الخصائص المطلوبة لتكوين المبنى أو غلاف المبنى ، يضيف Sarte(2010) أن كل موقع فريد من نوعه له استراتيجية تصميم ذاتية خاصة به من ناحية (توجيه المبنى، دخول الإضاءة الطبيعية، طرق التظليل المناسب) لتحسين الطاقة وأداء المباني (Sarte, 2010,p.122)، مع القدرة على استيعاب التطور التكنولوجي وتوظيفة عند تخطيط المبنى وتصميمه وبالاعتماد على عدد من المعايير منها(Soussi, Balghouthi & Guizani, 2013, P.67):

- الملائمة بين الوظائف والفعاليات.
- الاستجابة للتغيرات وفقا للتطور التكنولوجي .
- مراعاة الظروف البيئية والوظيفية للمباني .

يجب مراعاة تكامل مبادئها الاساسية كما موضح في جدول(٣-٢).

الاستراتيجية الذاتية	مبادئ الاستراتيجيه
التكيف من دون استخدام المعدات الكهربائية والميكانية	- شكل المبنى واتجاهها. - تصميم الواجهة والمواد المستخدمة فيها . - تخطيط مستويات المبنى
امكانية تعديل بعض جوانب تصميم في مبنى قائم.	الحفاظ على الظروف الداخلية في المبنى مريحة. باستخدام الظروف الطبيعية مراعاة حالة البيئة (environment condition)
الاستفادة من الظروف البيئية المحيطة	تقليل الحاجة إلى تدابير التصميم النشط المستهلكة للطاقة الاستفادة من تصميم المباني المحيطة

جدول (٣-٢) مبادئ الاستراتيجيات الذاتية. المصدر : (Megahed, 2018,p.11)

تتضمن الاستراتيجية الذاتية توظيف المبادئ المعمارية التقليدية للأستفاده من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والخصائص الملازمة لمواد البناء لخلق بيئة مريحة في المبنى، لها ميزات في النظام المعماري الذكي منها:

اولاً: التصميم الذكي متعدد الوظائف (Multi-functional intelligent design): يسهم هذا التصميم في خلق فضاءات سريعة الترتيب وتتوائم مع اكثر من وظيفة لاستيعاب حاجة المستخدمين، وتمتاز بالتداخل والمرونة التي تساعد في التغيير الشكل وتقسيم الفضاءات، و عمل الفتحات في المبنى لتعزيو الاتصال مع البيئة الخارجية (Fox, Kemp, 2009,p.164).

ثانياً: الاستغلال الامثل للفضاءات (Ideal optimal use of spaces) : هذه الميزه تركز على تحسين الأداء الوظيفي للفضاءات " spatial functionality" ، فتنصب الافكار حول استغلال الفضاءات بأكبر قدر ممكن في كل الاوقات وتقسم هذه الفضاءات كما يلي (Fouad, 2012, p.140.)

بيئات العمل " Work Environments ": توجيه هذه الفضاءات نحو أن تكون متكيفة مع عدد الموظفين و طبيعة العمل.

- بيئات الترفيه Entertainment Environments: تركيز في تصميم هذه الفضاءات لتكون جزءاً من محيطها لتوفير المتعة "pleasure"، التواصل الاجتماعي "Social communication " ،

فتركزبشكل أساسي على اشراك المستخدم وجعله جزءا متفاعلا مع البيئة من حوله .

- **البيئات العامة Public Environments:** يوجه في التصميم نحو تعزيز البعد الثقافي والاجتماعي بهدف رفع الشعور بالأنتماء والتواصل مع الفضاء ، بالتالي زيادة تفاعل المستخدمين مع البيئة (Fouad, 2012, p.142.)

ثالثاً : تعزيز قابلية التكيف (Adaptability Enhancently) : تركز هذه الميزه على مرونة الفضاء والهيكل، و أن يكون ذات كفاية تامة ليستوعب تغيرات النظام البيئي أو الوظيفي خلال فتره زمنية. فتحدد هذه الميزه العلاقة التفاعلية المتكيفة بين التنظيم الداخلي و البيئة الخارجية (Loonen, 2010, p.64).

(٣-٢-٢) الاستراتيجيات الفعالة لتكيف المكاني
Active Strategies for Spatial Adaptation

الاستراتيجية الفعالة هي استراتيجية استخدام تقنيات التشغيل المختلفة وتكون في جميع النظم الثانوية متمثلةً في (النظم تكييف الهواء، نظم الحماية من الحرائق، نظم الاضاءة، نظم التضليل) . خاصة بالنسبة للبيئة الحرارية، وفقًا لـ Wonoraharjo (2012) يتم استخدام الاستراتيجية الفعالة من أجل النظام الوظيفي والجمالي والهيكلي للحصول على الأداء الأمثل. سهولة الاستخدام هي ما يجعل اختيار الاستراتيجية الفعالة أمراً مهماً (Wonoraharjo, Surjamanto.2012, p.8):

اولاً: المدخلات (الاستشعار)Inputs Sensor : يحتوي كل مبنى ذكي على وسائل تعزيز للنظم الذكية لتكيف المبنى ورفع من كفاءة إلاداء ومن هذه الوسائل هي: (Wang, *et al*., 2018,p.108)

- **نظم الاستشعار(sensor systems):** تمثل الوسيلة لإيصال جميع أنواع البيانات إلى النظم الذكية وتعمل داخليًا لكي يدرك النظام تغيرات البيئة الداخلية والخارجية للنظام.
- **نظم مستشعرات الأمن والسلامة (Security & Safety sensor systems):** يمثل اهم النظم لمنح المبنى الخصوصية الأمنية وتوجد أنواع من هذه النظم منها (منظومات مراقبة حالة المبنى BCM، أجهزة الاستشعار اللاسلكية "Sensors Wireless ").
- **نظم مستشعرات الطقس وجودة الفضاء(Weather and space suitability sensor systems):** تشتمل النظم التحكم البيئي عدد من النظم منها (نظم التهوية و التدفئة و التكييف (HVAC Systems)، نظم أدارة الطاقة (BEMS)، نظم التحكم في الإضاءة).
- **نظم استشعار مراقبة النظام (Sensor monitoring systems) :** تعمل هذه الاجهزه على مراقبة النظم في أي وقت ، و أن يكون لدى المستخدم (السلطة / المسؤول) القدرة على إعادة برمجة النظام الرئيسي وفقًا للظروف الجديدة بما يتلائم مع المبنى والبيئة الواجب توفيرها.

ثانياً: المخرجات (الاستجابة) Outputs (Response) : تأتي المخرجات كأوامر للنظم لتشكل استجابه ويمكن أن تأخذ فئتين مختلفتين (الاستجابة الداخلية، الاستجابة الخارجية)(Sterk, 2003, p.8).

الاستجابات الداخلية: تعمل على تغطية ردود الفعل الداخلية للمبنى لتكيف البنيه الداخلية مع التغيرات.

الاستجابة الخارجية :تكون نتيجة الاستجابات الداخلية لتكون على شكلين (الثابتة، الحركية).

تمثل البنية المستجيبة أي بنية لديها القدرة على الاستجابة لاحتياجات المستخدمين، ليس من ضروري أن تكون الاستجابه نتيجه لعمليه ذكية مثال على ذلك، جدار من الطابوق الذي يستجيب لدرجة الحرارة الخارجية فيحافظ على الهواء البارد في المبنى عندما يكون الجو حارًا في الخارج إنها خاصية مادية و ليس من أصل عملية ذكية.

ثالثاً: التحكم(Control): يصبح التحكم اليدوي / التقليدي ذكيًا عندما يتم الجمع بين منظومتين مختلفتين أذ توجد ثلاث آليات تحكم في البنيه داخلية وخارجية ومركبة، متمثلة في قدرة النظام على التحرك بنفسه أو بواسطة قوة مصدر آخر، وللتحكم انواع منه (التحكم المباشر، التحكم في الإدخال، التحكم في المدخلات المتعددة) وتنقسم نظام التحكم في المبنى الى (Wang, Zhou, Chen & Gu, 2020, p.6):

- نظم إدارة المباني Building Management Systems : استخدمت النظم الاداره في المباني لتعزيز التكيف لتحقيق ثلاث جوانب (تحقيق القدر الكافي من الطاقة المستخدمة، تطبيق افضل نظم الامن والسلامة للمبني ، توفير نظم اتصالات مسموعة ومرئية) إذ يتطلب الاعتماد في المباني على أقل طاقة ممكنة لتحقيق أفضل أداء عملياً واقتصادياً باستخدام افضل نظم التحكم المتطورة .

- تقنية التحكم الآلي Automatic control technology : تمثل اهم اساسيات الاستراتيجية الفعاله، فإن خصائصها لها الجوانب التالية(Wen & Mishra, 2018,p.5).

أولاً: يعتمد التحكم الآلي بشكل كبير على التكنولوجيا والنظام التقني المثالي في التطبيق ، فتحتاج إلى مستوى تصميم عالٍ بشكل عملي لضمان تقنية تحكم أوتوماتيكي بمستوى تقني عالٍ.

ثانياً : تحسين مستوى إدارة المبنى من خلال مراقبة المرافق الكهروميكانيكية للمباني الذكية مركزيًا من خلال نظام تحكم لخفض معدل فشل المنشأة بشكل فعال وتقليل تكلفة التشغيل والصيانة.

حققت الاستراتيجية الفعالة ميزات على مستوى(الهيكل، الوظيفة، الجمال) منها امكانية توسيع المساحه وتوفيرفضاءات اكبر من خلال استخدام نظام يربط بين امكانية التحكم بأجزاء تمتد لخارج المبنى وبين المساحات الداخليه،كما في عمارة سكنية في مدينة امستردام (bloomframe.com).

الشكل (٣-١) فكرة Bloomirame لنظام التصميم المتعدد الوظائف .المصدر: (bloomframe.com).

توفير المستلزمات الكافية في الفضاءات منها مستلزمات الحركة والمتحسسات والمحركات واجهزة التحكم في بيئات مختلفه لتحسين الاداء الوظيفي والهيكلي أذ تعتمد هذه الاستراتيجية بشكل كبير على ما توفره التكنولوجيا واستخدام التقنيات و هذا الكم الهائل من المعلومات التي تحصل عليها اجهزة التحكم والاستشعار عن البيئة التي نعيش فيها يكون بهدف تحقيق التكيف المكاني بتلبية حاجات المستخدم بأقل جهد وتكلفه واقصر وقت(Li, Lu, Yan, Xiao & Wu, 2021, p.103776.) .

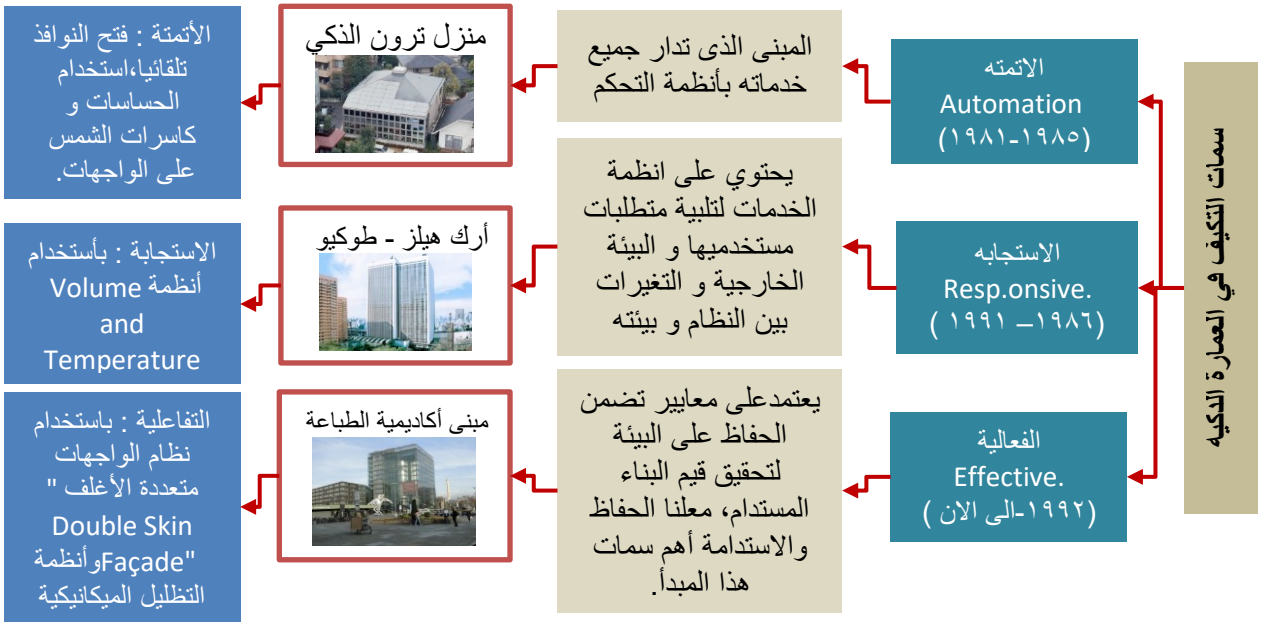
وفقاً لما سبق يتضح أن للأستراتجيات الذاتية والفعالة التأثير الاكبر وترتبط باسلوب عمل نظم المبنى ويتحقق من خلالها تكيف مكاني بمستويات متنوعة وفقا لاساليب دمج النظم واليات عمل الاستراتيجيات، وسيتم تفصيل عناصر وعمل النظم المعمارية الذكية في الفقرات القادمه.

(٣-٣) التكيف المكاني في النظم الذكية
Spatial adaptation in intelligent systems

يعبر النظام المعماري عن مجموعة من المكونات والعناصر المُجمَّعة تم تنظيمها للأداء وظيفة معينه أذ تمثل نظم البناء(الوظيفية، هيكلية، جمالية) المادة الأساسية لتنفيذ البيئة المعمارية وتلعب دورًا رائدًا في تكوين المبنى، لكن بنية كل نظام تحدد هيكل وسلوك النظام مع مكوناتهُ والنظم الفرعية، لتعمل معًا لتنفيذ النظام الكلي(Dickerson, *et al*, 2020,p.1847.) .

اما النظام المعماري الذكي هو مجموعة النظم الاساسية للبناءمكونة من مجموعة نظم فرعيه اخرى مصممة وفق اجراءات لتكوين بنية ديناميكية وسريعة الاستجابة توفر لكل ساكن ظروفًا منتجة وفعالة من ناحية التكلفة ومعتمدة بيئيًا من خلال التفاعل المستمر بين عناصرها الأساسية (الوظيفية، هيكلية، جمالية) مع النظم الذكية (أتمتة ، تحكم ، الاستجابة) لتحقيق التوافق بكفاءة مع تغيرات البيئة المحيطة وتلبية متطلبات الشاغلين والعمل على ادخال منظومات تقنية تعزز هذا التوافق للتوصل الى بيئة جديدة أكثر توافقاً(Wang, Zhou, Chen & Gu, 2020,p.5).

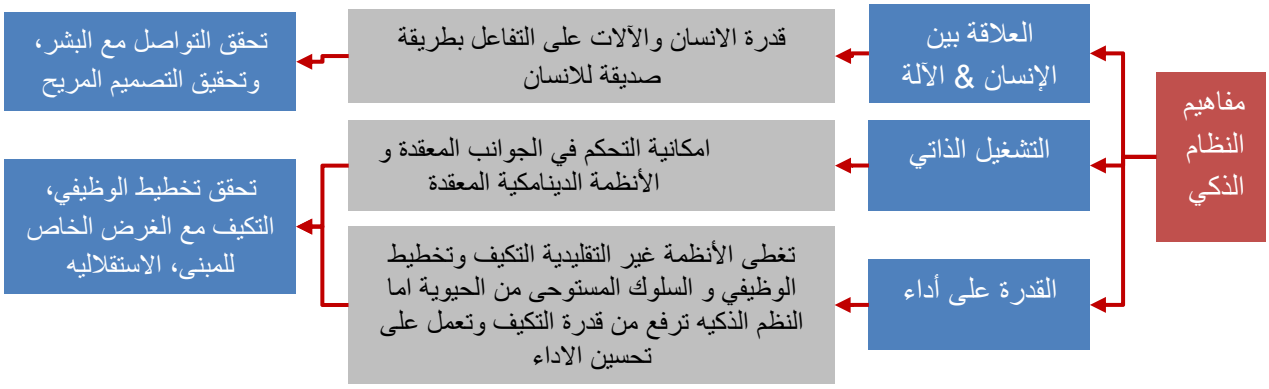
يوظف الذكاء في النظم من خلال الدمج بين الاستراتيجيات الذاتيه والفعاله لزيادة قدرة المبنى على مواجهة التغيرات المتنوعة اي زيادة قابلية المبنى على تحقيق التكيف المكاني وتسيطر الاتمته، الاستجابه، الفعاليه على اغلب اجراءات الاستراتيجية الفعاله كما موضح في المخطط (٣-٥).



مخطط (٣-٤) أهم سمات التكيف المكاني في العمارة الذكية.

إعداد:الباحثة بالاعتماد على(Wingginton & Harris, 2002,p.157)،(Youssef, 2005,p.5.).

يتسم مفهوم ذكاء النظم بدرجة من التعقيد كونه يرتبط بعدة مفاهيم كالعلاقة بين الإنسان و الآلة (Man-machine) ، ووظيفة التشغيل الذاتي "self-operating function"، أو الاستقلالية)، كما ترتبط الفكرة الأخيرة لذكاء النظام بـ(القدرة على الأداء التكنولوجي المستوحاة من السلوك الحيوي) كما موضح في مخطط (٣-٦) (Du, Wang& Mi, 2013,p.94.).



مخطط (٣-٥) مفاهيم النظام الذكي . إعداد:الباحثة بالاعتماد على (Du, Wang & Mi, 2013,p.94.).

تتطلب النظم الذكية استخدام الذكاء بشكل يتوافق مع كل مراحل تشكيل المبنى، وكان هذا السبب الرئيسي لتفاوت مفهوم االذكاء في النظم ، احياناً يعرف على أنه التقدم التكنولوجي و التقني، واحياناً عرف على أنهُ توفير الكفاءة البيئية بالإضافة إلى المتطلبات التقنية والوظيفية (Talee, 2019, p.40).

اما في هذا البحث فتعبر مفردة ذكاء النظام عن الدمج بين الاستراتيجية الذاتية والفعالة لتوفير اعلى مقدار من التكيف المكاني وللتطور التكنلوجي والتقني دورا اساسي في (الأنشاء والوظيفة والشكل) باستخدام (النظم، المواد الذكية والاساليب الذكية المستخدمه في التنفيذ) وتأثيرها لكونها العناصر المسؤولة عن الاستجابة الذكية للمؤثرات الخارجية، و التغير في سلوك وعلاقة المستخدم بمكونات المبنى، في الفقرات التالية سيتم توضيح النظم لان لكل نظام جانب تصميمي (ذاتي) واخر تقني (فعال).

ووفقا لذلك تم تشخيص عدد من الفروقات بين عناصر العمارة ما قبل التقنيات الذكية و العمارة بعد دخول التقنيات الذكية كما موضح في جدول(٣-٣)

العناصر	العمارة ما قبل التقنيات الذكية	العمارة بعد دخول التقنيات الذكية
النظم	تصميم نظم البناء ، المحدد تقليديًا ، ضمن سياق محدد	تصميم نظم البناء،المحدده رقمياً ، واساسها نظم الاستشعار، وأجهزة التحكم .
	جميع عناصر النظم متماسكه .	تميل نحو دمج قدر أكبر من القدرة على التكيف والمرونة في كل من عناصر البناء الخارجية والداخلية.
	"نهج النظام" تقليديًا يتعامل مع التخطيط والتصميم والتركيب في خطوات واضحة.	"نهج النظام" يتطور مع التغير التكنولوجي السريع .
	نظم البناء تقليدي و الاداء محدودً في ظروف بيئية مختلفة والاستجابة قليله للظروف الغير متوقعه وتعبير جمالي محدود.	نظم التصميم الذكي لديها القدرة على الاستجابة للظروف المتغيره والتفاعل مع السياق .
الادارة	الاستقلالية والسلطة للحرفي التقليدي.	التصميم المعماري داخل فريق من قبل المتخصصين المناسبين ، تكون النتيجة ليست نتاجًا لعقل واحد .
	معماريو هذا النهج يمتلكون المرونة والقدرة على تصميم في مختلف المجالات وبكفاءة اعلى	معماريو هذا النهج يميلون إلى التخصص في مجال واحد أو مجالات محدودة من تصميم المباني
	التصميم معقد من ناحية الادارة والتنسيق بين مؤسسات.	التصميم بمساعدة الكمبيوتر يقدم الحلول بمساعدة التقنيات من أجل حل تعقيد العمل بين المنظمات.
	التكلفة اقل مما عليه في العمارة الذكية ومحدودة حسب التصميم	تكلفة باهظة الإنشاء أنظمة تجريبية والتغذية الراجعة لاختبار الأنظمة الجديدة
الخدمات	الخدمات محدودة لمحدودية المواد والتقنيات والموارد المتوفرة	الخدمات متنوعه وتوافر المواد الذكية والمستشعرات معززة بذكاء الآلة

جدول (٣-٣) الفرق بين عناصر العمارة ما قبل التقنيات الذكية و العمارة بعد دخول التقنيات الذكية.

إعداد: الباحثة بالاعتماد على (Hasan, Murtini & Sari, 2016.p.214)،((Agha, 2016,p.71)).

(٣-٣-١) التكيف المكاني في النظام الهيكلي الذكي
Spatial Adaptation of the Intelligent Structure System

اثر التطور التكنلوجي على نظم العمارة وبالأخص النظام الأنشائي، بتطور طرق التنفيذ والأنشاء وظهور مواد البناء الذكية، اضافة الى التداخل بين المواد الإنشائية التقليدية مع الذكية التي تمتلك القدرة والكفاءة على الاصلاح الذاتي والتكيف مع تغير الظروف المحيطة مع أتمتة عملية الانشاء والتنفيذ للحصول على سرعة ودقة في أنشاء المباني(Legatiuk & Smarsly, 2018, p.3). **يطلق مصطلح "الهيكل المتكيف الذكي" الى الهياكل ذات جودة وكفاءة المواد واساليب والاجراءات الأنشائية لذا يتميز النظام الهيكلي بعدة سمات منها سمات التكيف المكاني في النظام الهيكلي الذكي، منها** (Kibert, 2016, p.11):

- تتميز الأنماط والبنى الأساسية بأمكانية التحويل والتجديد واضافة اجزاء اخرى.
- دور برامج التحليل الهندسي والتصميم لتحديد العوامل الأساسية للهيكل مثلا عمر الهيكل ومتانته المادية.
- تناسب الهيكل مع الموقع وطبيعة ونوع النظام الذي يلبي وظيفة المبنى .
- امكانية تمديد الاجزاء الى الخارج لتوسيع المساحات الداخلية .
- دور تقنيات التحكم الالي في زيادة امكانية مرونة الهيكل ليكون متكيفاً مكانياً مع تغير حاجة المستخدمين.
- تتميز الهياكل المتكيفة بتكامل (النهج التصميمي بين الابعاد وقابلية أنعكاس وتكرار العناصر) إذ ينعكس في الأداء الوظيفي للمبنى وامكانية التفاعل مع تغيرات المحيط، ويكون على المستويين الكلي والجزئي.

يمتلك المنشأ ذو الهيكل الذكي المتكيف سمات خاصة بالمواد ، إذ تطورت المواد الإنشائية الى (مواد الإنشاء الذكية و مواد الاكساء الذكية) (Swift, *et al*, 2017,.4) كما موضح في جدول (٣-٤) :

المـــــواد	الـــــــــــــــوصـــــــــــف	النوع
الخرسانة الذكية وألياف الكربون (Concrete Fiber Carbon)	- ألياف الكربون القصيرة ممزوجة مع الخرسانة التقليدية ويتم تركبها على السطح الخارجي للهيكل الخرساني تحتوي مجسات كهربائية وبذلك يتم الاستشعار بالضغط والتنبؤ بوقوع الزلازل (Dogne & Choudhary, 2017,p.15).	مواد الإنشاء الذكية
الخرسانة النافذة للضوء (Concrete Transmitting Light)	- مزيج من الألياف البصرية مع الخرسانة وتعطي إطلالة على العالم الخارجي للفراغ. - تسمح بمرور الضوء من خلالها مع وجود اختلاف بين الأجزاء حسب سمك الجدار(Elattar, 2013,p.1513) .	
الخرسانة الشفافة (Transparent Concrete)	- خرسانة مصنوعة من مواد بلاستيكية وركام الزجاج المسحوق ،تحقق التماسك وتعمل على جعل واجهة المبنى كنافذة زجاجية - تتحمل الضغط والشد بكفاءة اعلى من الخرسانة التقليدية)Elattar, 2013,p.1513(.	
الخرسانة الهوائية (Aerated Concrete)	- خرسانة خفيفة الوزن تستخدم في الجدران الداخلية للمبنى والارتفاعات العالية(Dogne & Choudhary, 2017,p.16) .	
الطابوق الذكي (Smart Brick)	- يحتوي على معالجات و أجهزة استشعار للتحذير من الأضرار الخفية في أعقاب الكوارث الطبيعية. - تتبع التغيرات الطبيعية في درجة الحرارة والحركة داخل المبنى، وبفترات منتظمة يتم نقل الإشارات(Brownell, 2010,p.31) .	
الطلاء الداخلي العاكس (Reflective Indoor Coatings)	- يعكس الإضاءة بشكل كفوء مما يزيد الشعور بالفضاء والإضاءة. - يخفض كمية استهلاك الطاقة بنسبة ٢٠ % (Bax, Cruxent & Komornicki, 2013,p.44)	

مواد الإكساء الذكية	الطابوق المضيء (Luminous Brick)	- يتكون من طبقة مضيئة وطبقة ملاط نظيفة عالية التدفق (luminous layer, a high-flow clean slurry layer) وذات قوه ويتحمل أكثر من الزجاج العادي و بألوان مختلفة وشفافية عالية (Elattar, 2013,p.1515)
	الألياف البصرية (Optical Fiber)	- عبارة عن أجهزة توجه الإشارات الموجات الضوئية لتحقيق امكانية الاستشعار عن بعد وتستخدم مادة السليكا أو الياقوت والتوديوم الحامل وتتغير سرعة النقل والاستشعار حسب هذه المواد المستخدمة(Sun, 2015., p.22)
	الزجاج المولد للون (Chromogenic glass)	- زجاج ذات صفات بصرية تتغير حسب احتياجات المبنى. (Elattar, 2013,p.1515)

جدول (٣-٤) المواد الأنشائية الذكية. إعداد: الباحثة.

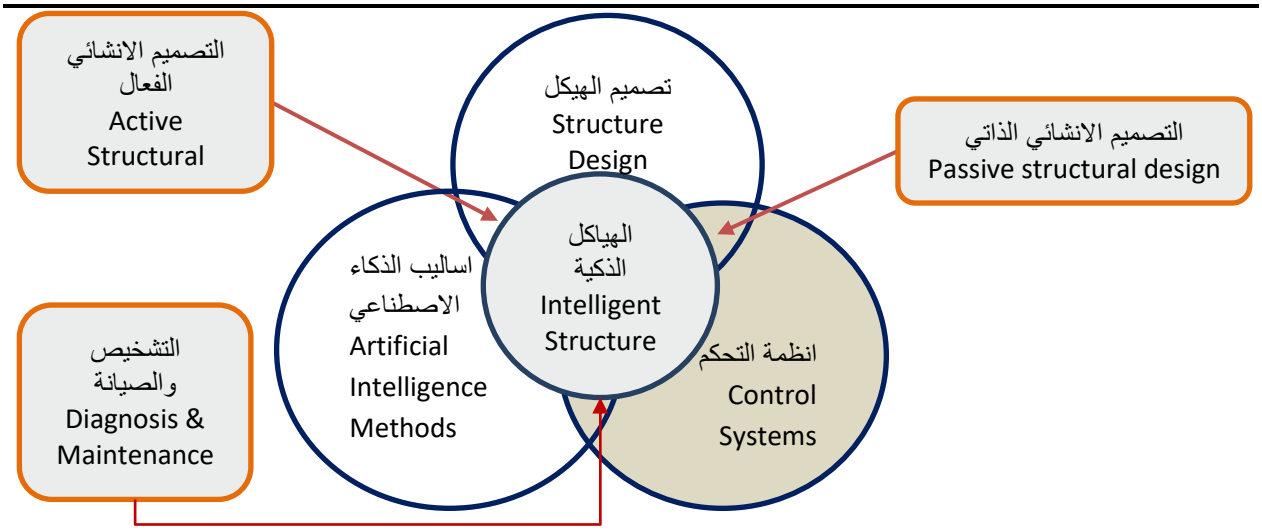
(٣-٣-١-١) عناصر النظام الهيكلي الذكي
Elements of the Intelligent Structural System

تتأثر عناصر النظام الهيكلي في مرحلة ما بعد تصميم المبنى لذلك يتم عمل نموذج تصميمي رقمي للمبنى فيتم الدمج بين ما يجب تحقيقه من الاستراتيجية الذاتية والفعالة بهدف الحصول على الهيكل الإنشائي الاكثر ملائمة وكفاءة للمشروع قبل مرحلة الانشاء والتنفيذ، فيتم اتمتة عملية الانشاء، تكون عملية التصميم مستمرة أثناء المراحل الإنشائية، إذ لايخضع النظام الانشائي لمبادئ محددة لأن كل مبنى لهُ نمطه الخاص ونوع النظام الذي يناسبهُ وهذه الاستمرارية تتخطى الحدود التقليدية مما يضع المعماري في دور مركزي في عملية إنشاء الهيكل(Trubiano, 2013, p.689).

تتطور المباني باستخدام حلول ونظم كفؤة منها هياكل مزدوجة الغلاف (Double envelope structures)، الهياكل الثلاثية الغلاف (Triple Skin) ، توفر هذه التقنيات تهوية طبيعية و بيئة داخلية نوعية، كذلك استخدام أنظمة الأسقف (Cold Ceiling) والأسقف الزجاجية المؤتمتة يمنح رؤية جديدة للفراغات الداخلية (Trubiano, 2013, p.691.).

تعد الجدران المتفاعلة التي لها القدرة التعرف على الشخص باستخدامها لنماذج بيولوجية تعتمد فكرة عملها على وجود متحسسات تستجيب لردود افعال المستخدمين ثم تقوم بتكييف السطح تبعا لذلك، ونظرا لعملها واستجابتها للمتطلبات سميت بالجدران التفاعلية كما في مبنى بنك "DG" جدرانهُ مغطى بغلاف من الإستانلس ستيل واستخدام الالواح المعدنيه تتميز بخاصية الشد والضغط ومغطى بمادة ستايروفوم "Styrofoam" مجهزه بواسطة جهاز " Computer Numerical Control Router " بأستخدم المعلومات الرقمية للأتمتة نظام تصنيع المنشأ (Wheeler & Beatley, 2004,p.90.).

ترفع التقنيات من القدرة على تركيب الطوابق و الجدران والشبابيك وغيرها من مكونات المبنى بدقة وكفاءه لتحقيق تكامل في منظومة الهيكل الذكي على مستوى العناصر والمواد وعلى مستوى مراحل أنتاج المنشأ وتشغيله كما موضح في مخطط (٣-٧) (حسن ,٢٠٠٤,ص١٢٢).



مخطط (٣-٦) تكامل منظومة الهيكل الذكي
إعداد: الباحثة بالاعتماد على (Adnan, Nawaz, Mujtaba & Ahsan, 2018,p.3.)

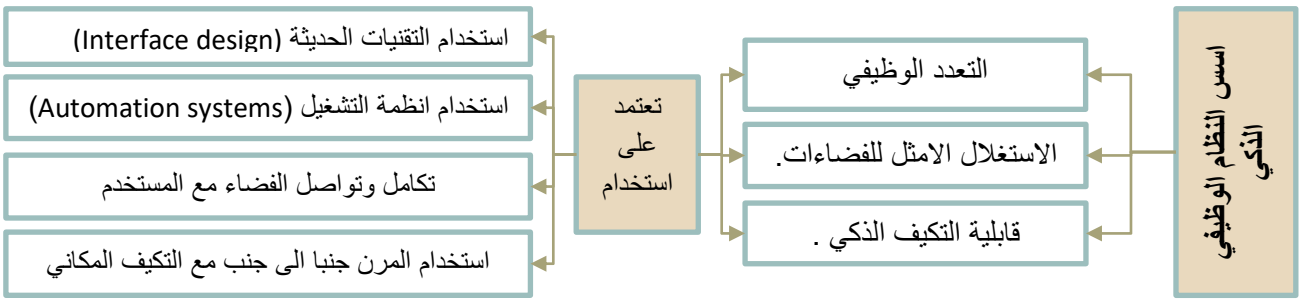
(٣-٣-٢) التكيف المكاني في النظام الوظيفي الذكي
Spatial adaptation of the intelligent functional system

تأثيرات النظم الذكية والتقنيات المتطورة ظهرت بأساليب متنوعة في تصميم وتشكيل المباني وساعد هذا على اتخاذ الاجراءات المناسبه للنظام الوظيفي والتوزيع الفضائي للأستغلال الفضاءات بكفاءة مع تناسب وظائف المبنى مع سياقهُ. إذ يمنح التكيف المستخدمين امكانية معالجة وتغيير أجزاء من المبنى، كتغيير حجم، شكل، موضع العناصر التي تشكل المساحة لتناسب الوظيفه، بينما يتميز النظام الوظيفي في المبنى المتكيف بما يلي (Fox, 2016.,p.160):

- القدرة على التغيير استجابة للاحتياجات والتأثيرات الخارجية، وإدراك تغيرات البيئة المحيطة.
- المكونات الذكية ذات التحكم الالي تعمل على رفع امكانية الاضافة والحذف وتوسيع المساحات لتكون اكثر مرونة وقابلية للتكيف.
- تعدد الوظيفي في الفضاء الواحد من أجل استغلال المساحه بشكل كفوء ومنح الفضاءات المرونة الكافية للتكيف مع احتياجات المستخدم المختلفة من خلال استخدام التقنيات الذكية.
- تحسين تجربة المستخدم، من خلال تحسين الخدمات في الفضاءات، مع القدرة على التكيف مع البيئات والتغيرات المختلفة التي تؤثر على اداء المستخدم .

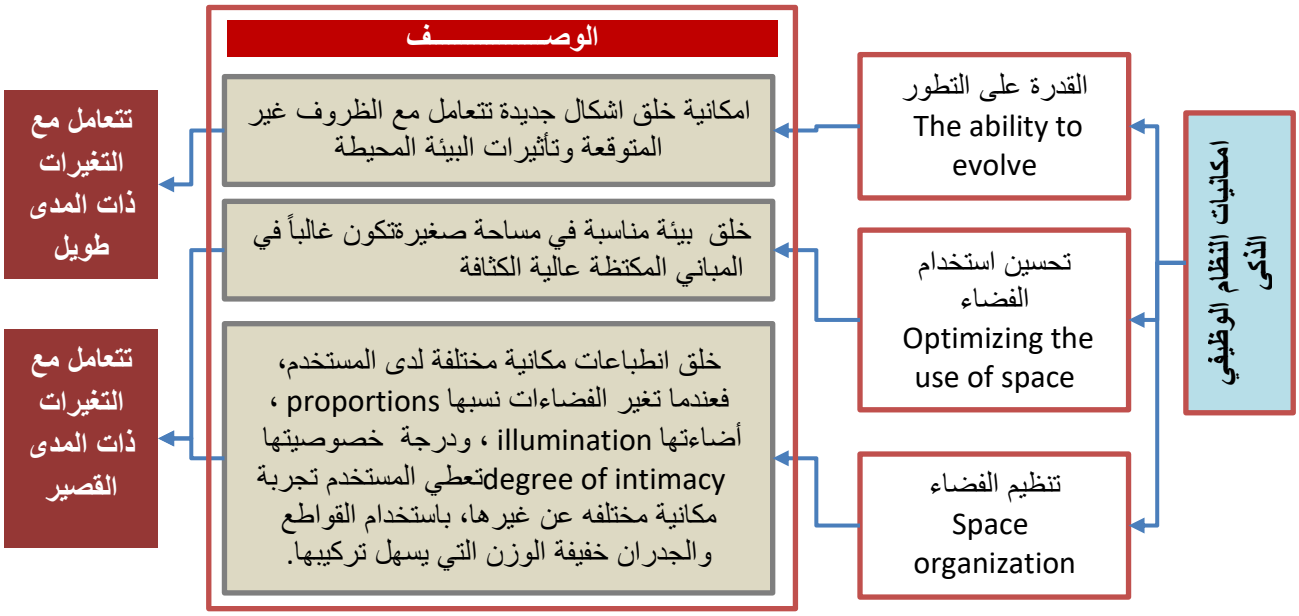
(٣-٣-٢-١) مبادئ التكيف المكاني في النظام الوظيفي الذكي
Principles of Spatial adaptation in the intelligent functional system

توفير احتياجات المستخدمين المختلفة هو الهدف الأساسي لأن الوظيفة هي السبب الرئيسي لبناء الناس للمباني والعيش فيها، وتحولت من مجرد ملاذ يحمي الظروف الخارجية إلى تلبية متطلبات أكثر تعقيدًا وتنوعًا مثل الراحة النفسية والاستدامة وغيرها ، لتلبية متطلبات شخصية أكثر تعقيدًا المتعلقة بالفرد ورغباته لكن تصميم بذكاء لعب دور اساسي لتحقيق ذلك والسمات التي تم طرحها معتمده على اسس منها (التعدد الوظيفي ، الاستغلال الامثل للفضاءات، قابلية التكيف الذكي) (Fouad, 2012,p.138).



مخطط (٣-٧) اسس النظام الوظيفي الذكي . إعداد : الباحثة.

تعمل هذه الاسس كنظام ثانوي بالتداخل على المستوى الجزئي , الكلي كالتداخل كليا مع المبنى لأن ذلك يكون له تأثير كبير على تطور النظام الوظيفي و امكانية تحديد درجة وصول الفضاء الى التكيف المكاني المطلوبة تحدد ذلك العلاقة التفاعلية المتكيفة التي تنشأ بين المستخدم و الفضاء(Fox, 2016., p.164) امكانات التكيف في النظام الوظيفي موضحة في المخطط (٣-٩) الآتي:



مخطط (٢-٨) امكانات التكيف النظام الوظيفي الذكي . إعداد :الباحثة بالاعتماد على(Fox, 2016, p.164).

(٣-٣-٣) التكيف المكاني في النظام الجمالي الذكي(غلاف المبنى)
Spatial Adaptation in the Intelligent Aesthetical System

لتطور النموذج التكنولوجي اثر كبير على توليفة المبنى المتكونة من القدرات الجمالية والهندسية، فقد أصبحت المباني موجهة نحو فعالية الخدمات وظهرت الحاجة الى إنشاء توازن بين ميزات البناء الذكي المرتبطة بالجودة المعمارية والجمالية والوظيفية (Edwards, 2011, pp.216-217.).

اهم العناصر الأساسية للمباني الذكية هو غلاف المبنى لأنه يمثل الواجهة التكيفية أو المتجاوبة التي يمكنها التكيف مع الظروف المناخية المتغيرة على أساس يومي أو موسمي(Sinopoli, 2010, p.80) .

تطورت المبادئ التي تتحكم في رمزية ووظيفة غلاف المبنى و الأنماط المعمارية، نحو تصميم الواجهات لتناسب المساحات الداخلية من خلال الجمع بين الاساليب الذاتية والفعالة لتحقيق التكامل مع السياق (Dewidar,Mahmoud, Magdy & Ahmed, 2010,P.4) كما في جدول (٣-٥).

عناصر الواجهة التكيفية	نظم	الـــــــوصـــــــف	الغرض	المقياس
النظم الذكية	الهيكل	يعمل على نقل القوى الخارجية، ويدعم الأجزاء الهيكلية ، ويتكيف أيضًا مع حركة هيكل المبنى.	التحكم البيئي واستخدام أنظمة التظليل لتوفير الراحة الحرارية المثلى والحفاظ على الطاقة	عناصر الواجهة (نافذة ، حائط) المبنى بأكمله
	الوظيفة	وظيفة الواجهة أن تعمل على مقاومة التقلبات المناخية لتوفير بيئة داخلية ممتعة. يراعي المناخ المحلي وشكل المبنى واتجاهه وكذلك المواد المستخدمة.		
مواد ذكية	الجمال	يتحقق من خلال التصميم الذي يعمل على التوازن واللون والحركة والنمط والمقياس والشكل والوزن البصري كلها جوانب يجب مراعاتها.	التحكم في دخول حرارة الشمس ، وكذلك عكس الضوء المرئي	الغلاف الخارجي للمبنى

جدول (٣-٥) وصف وظائف الواجهة والنظام المعماري الذكي. إعداد:الباحثة اعتماداً على (Boswell, 2013, p.45)

يمتلك النظام الجمالي (غلاف المبنى الذكي) العديد من سمات التي تساعدها ليكون غلاف المبنى متكيف:

- نفاذية وامتصاص عالي ولها القدرة على تغير خواصها الفيزيائية الحرارية مما يمنحها خاصية الشفافية.
- التحكم بكمية الإضاءة الداخلة عن طريق العمل بالتظليل الميكانيكي بالإضافة الى مواد ذكية تتكيف وتتغير وفقا للمحيط (Jafari, Khyrossadat & Mirhosseini, 2017, P.12) .
- تحسين الاداء الوظيفي للفضاءات الداخليه من خلال جمع الطاقة الشمسية لتحسين الاداء للمبنى واستغلال طاقات المحيط (Dewidar, Mahmoud, Magdy & Ahmed, 2010, P.4).
- الجمع بين النظام الهيكلي والجمالي كأزالة الأعمدة الإضافية في الداخل وإنفتاح المبنى للخارج لتحقيق الكمال، وتكسر الحدود بين الداخل والخارج منتجة مفهومًا مكانيًا جديدًا(Shin, 2013,p. 5208) .
- تقدم مفهومًا مكانيًا جديداً يوفر تعبيرًا جماليًا وفنيًا للمنطقة والعصر و يواكب العصر الحديث متمثلاً بـ(واجهات الوسائط متمثله بتركيب مصابيح LED على جدران المبنى واستخدام التحكم بالفيديو أو تقنية الشبكة وتستخدم عمومًا للإعلانات الإلكترونية للمارة) وهي نتاج لتطور تقنية الاتصالات الرقمية.

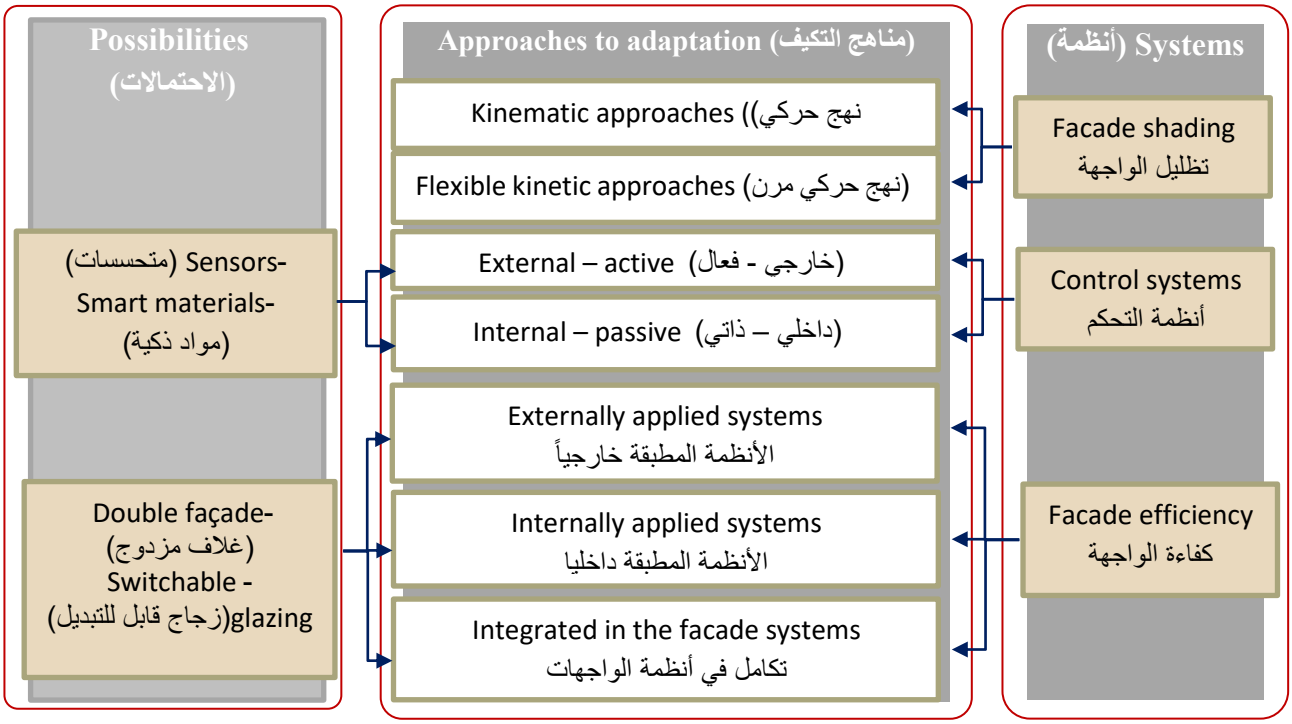
تتميز المباني الذكية بخصائص جمالية تميزها عن غيرها من الأبنية التقليدية، منها المواد المستخدمة والتكيف مع الظروف البيئية وقابلية التعديل تبعاً للمتطلبات أذ هي اهم اساسيات الخصائص الذكية والجمالية الجديدة للمباني (Sadeghi, Masudifar & Faizi, 2011, p.319) كما في جدول (٣-٦).

المتطلبات المعمارية	الخصائص المادية ذات الصلة	تطبيق المواد الذكية
التحكم في انتقال الإشعاع الشمسي عبر غلاف المبنى	-الامتصاصية الطيفية /الموقع النسبي لمادة المغلف	- النظم التحكم في فتحات التهوية - مستشعرات الأشعة الخارجية (الخلايا الكهروضوئية)
التحكم في توليد الحرارة الداخلية	- السعة الحرارية للمواد الداخلية - الموقع النسبي لمصدر الحرارة	- النظم الألياف الضوئية - الكهرو حرارية/الثنائيات الباعثة للضوء
التحكم في نقل الحرارة الموصلة من خلال البناء.	- التوصيل الحراري لمادة الغلاف	- مواد تغيير الحالة الحرارية
النظم إمداد الطاقة الثانوية	- تحويل الطاقة المحيطة إلى طاقة كهربائية	- الخلايا الكهروضوئية
تحسين النظم الإضاءة	- استشعار ضوء النهار - الموقع النسبي للمصدر	-الخلايا الكهروضوئية -الألياف البصرية

جدول (٣-٦) الحلول الذكية المستخدمة إعداد: الباحثة بالاعتماد على (Sadeghi, Masudifar & Faizi, 2011, p.319)

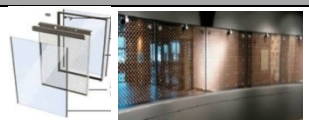
(٣-٣-١) نظم الواجهة الذكية Intelligent Facade Systems

تعد اغلفة المباني متعددة المعايير عالية الأداء تتفاعل ميكانيكيًا أو كيميائيًا مع المناخ الخارجي، و لها مناهج مختلفة للتكيف بأتباع الأساليب الحركية المرنة لتظليل الواجهة، وتطبيق النظم التحكم الخارجية الفعالة او أجهزة الاستشعار، وتعمل نظم التحكم الداخلي الذاتية على الضبط ، فيمكن ملاحظة التمييزبين النظم المطبقة داخليًا و النظم المطبقة خارجيًا و النظم المتكاملة في الواجهة كما موضح في مخطط (٣-١٠) نظم التكيفية في الواجهات (Bacha & Bourbia, 2016, p. 460).



مخطط (٣-٩) نظم الواجهات التكيفية . إعداد: الباحثة بالاعتماد على (Nute & Weiss, 2016, p.48.).

تدخل تقنيات النظم الذكية وبرامجها في العديد من المراحل والمستويات لعملية التصميم وإنشاء المباني الذكية بشكل عام وواجهاتها بشكل خاص تتكامل النظم مع بعضها ومن اهم خصائصها أنها قابله للتغيير / قابلة للتعديل، و لتشكيل الواجهة وعدد طبقاتها الدور الرئيسي الذي يحدد مستوى ادائها، تكون الواجهات اما بنمط الواجهة المفردة (Single façade) او الواجهة المزدوجة (Double façade) (Loonen, Trčka, Cóstola, D.& Hensen, 2013, p.484). كما في جدول (٣-٧):

تكـوين الواجـهة		الـــــوصـــــف	الأشـــكال	
تشكيل الواجهة	واجهة المفردة Single skin) (façade	تشتمل الواجهة المتكيفة الذكية (Single skin)على زجاج ذي قابلية للتغيير مثل الزجاج الكهربائي الكروميك والزجاج المصقول و النظم التكيفية الذكية (LYONS, A., 2014, p.249).	Adaptive fritting system	
	واجهة المزدوجة Double) (skin façade	نظام التزجيج التكيفي واجهة (Double skin) تكون الواجهة فاعلية من واجهة المفردة في التهوية والتحكم في حرارة الشمس وتحسين ضوء النهار يمكنه تقليل استهلاك الطاقة إلى جانب ذلك، يمكن أن تكون الازدواجية في الطبقة الداخلية أو الخارجية. يعتمد اختيار الشكل المناسب على المواد المستخدمة، والمقياس، وطريقة التشغيل والوظيفة المطلوبة (Kanaani, M., & Kopec, D. 2016,p.40)	Internal skin	
			Externa l skin	

جدول (٣-٧) طبقات تكوين الواجهة الذكية. إعداد : الباحثة.

(٣-٣-٢) مبادئ التكيف المكاني في النظام الجمالي الذكي
Principles of Spatial Adaptation in the Intelligent Aesthetical System

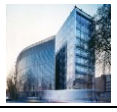
يتضمن هذا الجزء العلاقة المترابطة بين النظام الجمالي مع التصميم الذاتي والفعال، وتكون على فئات كما يلي:

- اتجاه المبنى Building orientation: احد اساسيات الاستراتيجية الذاتية وله تأثير قوي على التصميم لتوفير إدخال القوى الطبيعية للمبنى بما يناسب الوظيفة، ومن الاجراءات المتخذة تصميم فناء للمبنى يتيح (الإضاءة النهارية ، التهوية الطبيعية) مع استخدام التقنيات الفعالة للتحكم بعملية الغلق وفتح الفناء وتحديد كمية الاضاءة المطلوبة و خلق تواصل بين الخارج وداخل، كما في مركز آرون للبحث والتطوير يحتوي هذا المبنى على ثلاثة أفنية مثلثة الشكل، ليدمج البيئة الخارجية في داخل المبنى، مما يحول المبنى بأكمله إلى مساحة مسامية، وتمت السيطره على أنفتاح وانغلاق الفناءات بنظام تحكم (Lee, Lee & Lee, 2013,p.170).

- آليات الانفتاح Opening mechanisms: النظام المفتوح هو احد اهم النظم لتحقيق التكيف المكاني فيشمل أنفتاحية الفضاءات وتصميم فتحات تعتبر كعناصر جمالية في غلاف المبنى، من الاجراءات المتخذة هي الرفوف الخفيفة الداعمة للضوء وابراج الرياح المسببة للتهوية، اضافةً للأنفتاحية الفضاءات على بعضها باستخدام القواطع القابلة للشد والتركيب والتي تتحرك اوتماتيكيا كما في مركز بأجول الرياضي يوضح طريقة تصميم فتحات السقف و التأثير الجمالي للسقف مع انعكاس الطبيعة في داخل مع امكانية غلق الفتحات اوتماتيكياً (Khetani, 2020, p.173).

-غلاف المبنى Building envelope: يعمل غلاف المبنى على التكيف مع التغير المناخي مما ينتج عنه تصميم يشكل غلاف شفاف وموحد متداخل مع الفتحات الموجودة على السطح لتزيد من جمال المبنى وتحقق بيئة داخلية مناسبة، كما في شركة سيمنز، تتميز واجهة المبنى بغلاف شفاف أذ يتم التعرف على وحدات نظام الحماية من الشمس على أنها وحدات بكسل بشكل نمط متكرر على الواجهة (Okeil, 2010, p.1442).

تقسم الواجهات الى فئات منها ((واجهة ذات مغلف مزدوج Double envelope facade، واجهه ذات مغلف Single envelope facade، مفرد واجهة شفافة Transparent facade، واجهة مغلقة Closed façade، واجهة تعمل بنظام تظليلShading facade، واجهة تعمل بنظام اللوفرات (louvers system)، واجهه تعمل بنظام الشرائح (shutters system) (Willis, 2015, p.116). تم توضيح التغيرات في النظام الجمالي(غلاف المبنى) على مر السنين كما موضح في جدول (٣-٨).

المبنى		الوصف	المبنى		الوصف
Bauhaus School	١٩٢٦	أنتجت واجهة باوهاوس وحدة متماسكة بين النظام الجمالي والوظيفي، ولها نوافذ واسعة توفر الشفافية والتواصل الداخل و الخارج	Guggenheim Museum	١٩٥٩	الانحناءات الدراماتيكية للمتحف من الخارج ذات تأثير مذهل لتوفير الإضاءة الطبيعية في الداخل (Dearstyne, 2014 ,p.168)
Institute du Monde	١٩٧٨ 	معالجة ذكية للضوء من خلال الرفوف والأطر المتداخلة بأستخدام أغشية متحركة تمنح الإحساس بالانعكاسات والانكسارات في المكان	Seoul square	٢٠٠٩	واجهة المبنى، عبارة عن لوحة الوسائط، تعمل كشاشة عرض للتواصل مع الشارع وبث الحيوية في المدينة . (Lee, 2021., p.7)
sdu campus Kolding	٢٠١٤	الواجهة عبارة عن مصاريع الفولاذية ثلاثية النمط متكرره في مجموعة متنوعة تخلق ديناميكيات خاصة و مجهزة بنظام تظليل شمسي ديناميكي ومجهز بأجهزة استشعار تقيس الضوء والحرارة	Gwanggyo Galleria Department	٢٠٢٢	تتميز الواجهة بطبقات صخرية واسعة وممر يشبه المنشور من زجاج متعدد الأوجه ينقل الضوء إلى داخل المبنى ويتناقض هذا النمط من الزجاج مع عتامة الفسيفساء الحجرية المزخرفة ويعمل على تحقيق الشفافية.

جدول(٣-٨) وصف الواجهات الذكية في عدة ابنية. إعداد: الباحثة بالاعتماد على (Shin, 2013,p.5208).

(٣-٤) تكامل النظم المعمارية الذكية
The Integration of Intelligent Architectural Systems

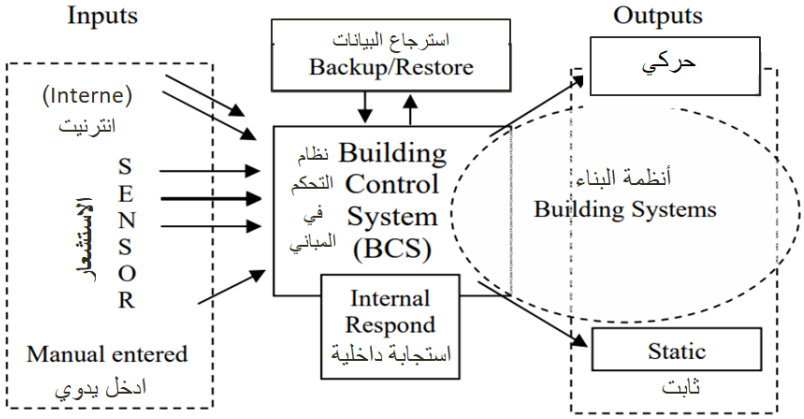
تكمن فكرة التكامل في تعاون النظم في المبنى نحو تحقيق كفاءة بنية المبنى، وذلك خلال دمج التقنيات الذكية بين النظم المادية والرقمية في وحدة تساعد على تماسك النظام المعماري وزيادة التبادلية بين المنظومات الاساسية التي تشكل المبنى، ينعكس هذا التكامل في جماليات ومتانة المبنى من خلال دمج النظم مع بيئة المبنى الداخلية في مرحلة الإشغال لتقليل التكلفة والجهد (Megahed, 2018,p.8).

أن أساس التكامل بين النظم الذكية المختلفة داخل المبنى يكون بين النظم المادية والرقمية المختلفة ، التي تؤدي بدورها إلى رفع كفاءة المبنى على سبيل المثال نظام أتمتة المباني (Building Automation System) يعمل على توفير الطاقة في المبنى ،ولهذا التكامل أنواع (Wang, 2010, pp.16-17) :

- تكامل نظم إدارة المبنى "Integrated Building Management Systems"
- نظم الاتصالات المتكاملة " Integrated Communication Systems "
- تكامل النظم الأساسية للمبنى(الهيكل ،الوظيفه،الجمال) Integration of the basic systems of the building (structure, function, aesthetic)

يتحقق التكامل من خلال عدة مراحل مقسمة على المستوى (الجزئي والكلي) لتحقيق مستوى من الراحة والملاءمة مع زيادة مرونة وكفاءة المبنى (Wong & Wang, 2005. p.147) كما في شكل (٣-٢).

- المرحله الاولى :يكون التكامل بين البنيه الهيكلية للمبنى والوظيفة التي تؤديها الفضاءات.
- المرحله الثانية :تكون بين الاجزاء التكيفية والنظم الذكية المستخدمة على مستوى الواجهة.
- المرحله الثالثه: تكامل نظم الاستجابة الذاتية مع نظم الاستجابة الفعالة.
- المرحله الرابع: تكامل تظم الاداره ونظم الأمن و الأمان في المبنى.



شكل(٣-٢) تكامل النظم الذكية المصدر:(Meagher, 2015,p.162.) .

(٣-٤-١) معوقات التكامل بين النظم المعمارية الذكية
Obstacles to Integration between Intelligent Architectural Systems

يكون خيار الجمع بين النظم والاستراتيجية الذاتية والفعالة اختيارًا منطقيًا لتعزيز التكيف في المبنى، لتعمل كلتا الاستراتيجيتين معًا لتحقيق ظروف الراحة المتوقعة، ويعد عدم امكانية الجمع بينهما من اهم المعوقات امام تكامل النظم، وفيما يلي سيتم توضيح الاحتمالات في مستوى التطبيق الأولوية لعمل الاستراتجيتين (الذاتية والفعالة) و تأثيراتها المحتملة (Ameur, Kharbouch & Mimet, 2020, p.678).

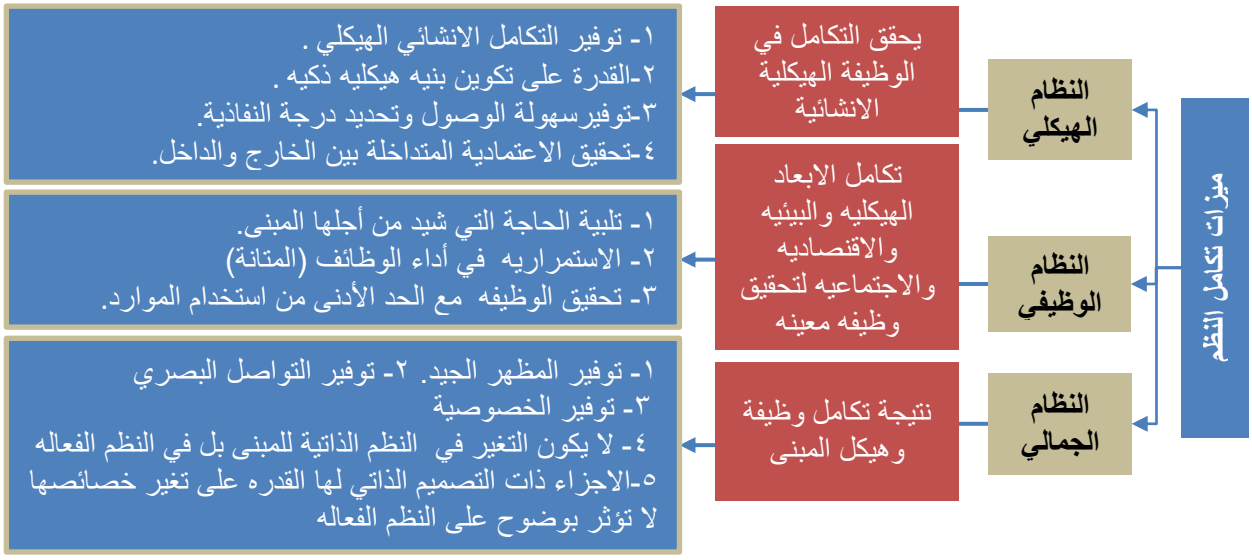
- الاستراتيجية الفعالة أولاً(Active first): عندما يتم وضع الاستراتيجية الفعالة أولاً، فإن دور الاستراتيجية الذاتية هو فقط إكمال وجود الاستراتيجية الفعالة واستخدامها لتقليل استهلاك الطاقة وتحسين الاداء الوظيفي و الجمالي

- الاستراتيجية الذاتية فقط أولاً(Passive first): عندما يتم وضع الاستراتيجية الذاتية أولاً، فإن دورها هو تحسين الظروف البيئية المحيطة لصالح الأنشطة الداخلية بينما يتمثل دور الاستراتيجية الفعالة في تحسين جودة الأماكن المغلقة حسب الحاجة.

اما اهم المعوقات التي تحدث أمام التكامل بين النظم هي اختلاف كل نظـام مـن النظم الذكية عن غيره من النظم، من ناحية طبيعة عملهُ واختلاف كل تقنية عن التقنيات الاخرى من ناحية المدخلات والمخرجات وطريقة التحكم. وسيتم في الجزء التالي تحديد اهم ميزات تكامل نظم التكيف الذاتية والفعالة في النظم.

(٣-٤-٢)ميزات تكامل النظم الذكية Intelligent Systems Integration Features

تحقق النظم المعمارية الذكية المتكاملة السيطرة الكاملة على الإدارة و الصيانة للنظم، و على مستوى النظم الاساسية تحقق للمبنى المتانة والجمال والوظيفة التي تكسب مستخدميها الراحة فمن ميزات تكامل هذه النظم موضح في مخطط (٣-١١)(Loonen, 2015,p.1280):



مخطط (٣-١٠) مميزات تكامل النظم الاساسيه. المصدر: (Malekizadeh, Nili, & Piri, 2014,p.462).

(٣-٥) مستويات التكيف المكاني في نظم العمارة الذكية Levels of spatial adaptation in intelligent architecture systems

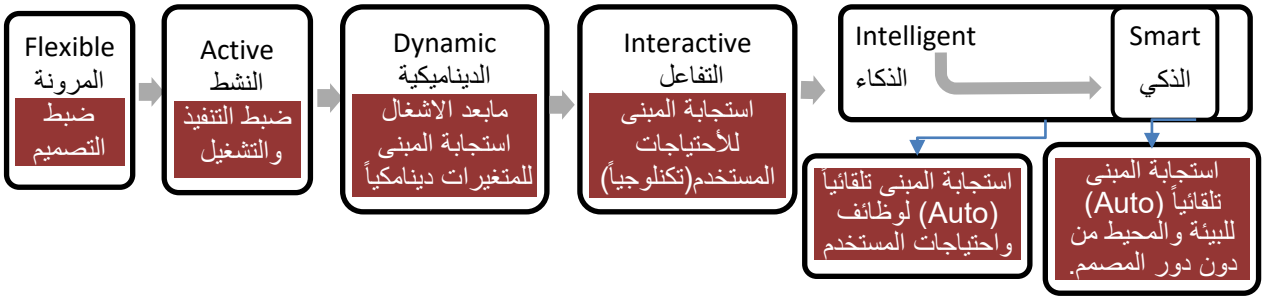
يعد مصطلح عمارة المكان " place architecture " تاكيداً على استمرارية الحاضر مع الماضي وتواصله مع المستقبل، لذلك يشمل تأثير البيئة والمتغيرات الأخرى على تصميم وعمل المباني والسياق المعماري, أذ تكون مرونة النظام المعماري متداخلة وأحياناً متعارضة مع سمة الحفاظ على تماسك النظم، كما في مبني The Wind Veil ينعكس الضوء والظل داخل المبنى لخلق بيئة متغيرة تتغير بإستمرار بهدف وتواصل الداخل مع الخارج ليكون المبنى متكيف مكانياً (Kronenburg, 2013, p.149).

تتأثر عمليات التكيف المكاني الذكي مع السياق والبيئة المبنية بثلاث فئات هي؛ الشكل "form" ويتضمن (الفضاء، الهيئة، القياس والمواد)، أنماط الفعاليات "activity patterns" وأنماط المناخ"climatic patterns" ، أذ تأثر أنماط الفعاليات في المبنى على اجراءات التكيف المكاني مع ظروف السياق "contextual"، بهدف تحقيق

التكيف المرن "flexible adaptability "، في المباني(Nute, K. & Weiss, A., 2016, p.52).أذ يتم تنظيم تسلسل تراتبي لمستويات التكيف المكاني الذكي للمبنى وفقا لحالة الدمج بين الأستراتيجية الذاتية والفعالة من الإعتمادية الذاتية الخالصة إلى حالة الدمج العالي بين الأستراتيجيات والأكثر استقلالية، وكما يلي (Kronenburg, 2013, p.150).

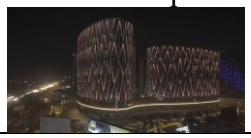
- **يشمل المستوى الاول العمارة المتكيفة المرنة (Flexible)** تتميز المباني المرنة باتباع مبادئ الاستراتيجية الذاتية في التصميم ويتم التحكم في أنشطة التكيف في هذا المستوى مباشرة من قبل الإنسان ، مما يعني عدم وجود إجراءات مستقلة للمبنى.يتميز هذا المستوى ضبط التصميم (المصمم).
- **يتضمن المستوى الثاني العمارة المتكيفة النشطة (Active)** العلاقه بين مكونات المبنى مع نشاط المستخدم أو البيئة. وتعتمد الية تشغيل المبنى على علاقة الفعل والتفاعل. يتميز هذا المستوى بضبط تنفيذ المبنى وتشغيله (المبنى والمستخدم والبيئة).
- **المستوى الثالث للعمارة المتكيفة الديناميكيه (Dynamic)** يمثل المستوى الأكثر تقدما، لأنه بالإضافة إلى العمل على علاقة الأجزاء يركز على الاستجابة، يعد استخدام تكنولوجيا الكمبيوتر أمرًا ضروريًا من أجل التكيف الديناميكي في هذا المستوى(Konieczna, 2018,p.22).يتميز هذا المستوى بما بعد الاشغال (تكنلوجيا الكمبيوتر للأستجابة الدينامكية للمتغيرات).
- **يشمل المستوى الرابع العمارة المتكيفة التفاعلية (Interactive)** تميز هذا المستوى بعلاقة ثنائية بين المبنى والمستخدم. أذ يمكنك تحقيق التفاعل مع اغلفة المباني وفي البيئات الداخلية .يتميز هذا المستوى بتفاعل المستخدم والمبنى داخلياً وخارجياً (استجابة المبنى للأيعازات المستخدم والتكنلوجيا).

يتضمن المستوى الخامس العمارة المتكيفة ذات التصميم الذكي (Intelligence) هذا المستوى يكون فيه النظام يتكيف مع اهتمامات المستخدمين، باستخدام مصادر المعرفة ، لكن ايضاً يمكن اتخاذ إجراءات للتكيف دون تدخل المستخدم من خلال استخدام التقنيات الذكية كدعم في جوانب مختلفة، ويكون ضمنه العمارة المتكيفة الذكية باستخدام التقنيات الذكية (Smart) ينتهي الترتيب النوعي في هذا المستوى فتتمتع المباني الذكية بالقدرة على إجراء تغييرات ، لكي تتكامل النظم هذه المباني مع المستخدمين، وتتلقى وتتفاعل مع المحفزات من البيئة وتتكامل مع بعضها باستخدام احدث التقنيات والبرمجيات (Kronenburg, 2013, p.148) . يتميز هذا المستوى بالتفاعل الذكي (استجابة المبنىومحتوياته للأحتياجات والمتغيرات بشكل ذاتي (Auto) متجاوزاً الاطر الزمانية والمكانية.



مخطط (٣-١١) الترتيب النوعي للمباني الذكية القابلة للتكيف المكاني.اعداد : الباحثة.

المستويات الخمسة تؤدي الى ادخال تغييرات على مستوى تصميم وأنشاء المبنى لكي يكون اكثر تكيفاً مع مستخدميه ولكل مستوى من المستويات الخمسة اضافات معينة في جانب من جوانب تصميم النظم(الهيكلية ، الوظيفية، الجمالية) مع اضافة امكانية توسيع قابلية الاستخدام في المبنى كما موضحمجموعة من المباني في جدول (٣-٩).

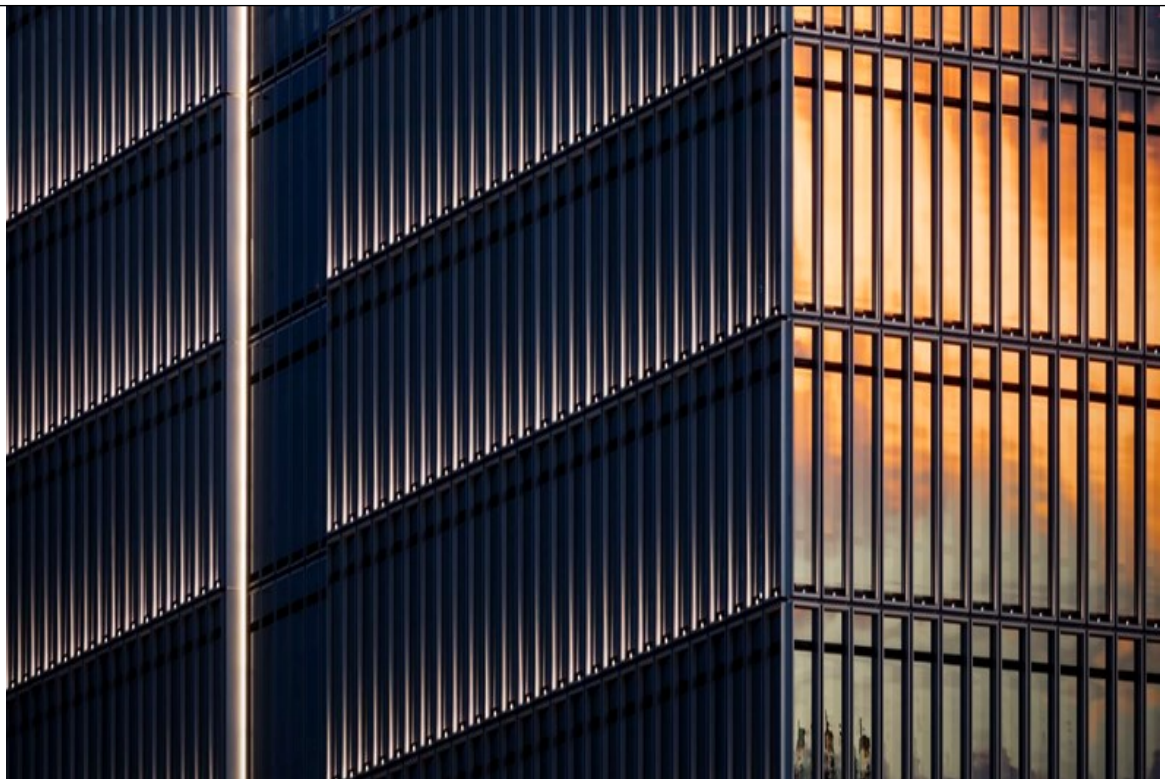
المباني	عملية التكيف	المستوى	النظام	الأهداف الرئيسية للمباني
MJE House	- وحدات الحائط القابلة للطي - تقسيم الفضاء المفتوح(تعدد الوظيفة)	Flexible (المرن)	(وظيفي ، هيكلي)	- أنشاء علاقة تكتونية مع المكان بتوجيه المبنى نحو المناظر الطبيعية - الديناميكية والتفرد في تكوين الواجهة، مع التواصل بين الداخل والخارج - الاستمرارية البصري (Akkhakraisi, Sawangjaroen, Khampanya & Busayarat, 2019,p.176)
Sliding	- التغيير الديناميكي - الاكتفاء الذاتي - قابل للطي	Active (نشط)	هيكلي	- يوفر عزلًا حراريًا - تنويع طابع المبنى حسب الموسم أو الطقس (Konieczna, 2018,p.27)
Mondeal Square 	- الواجهة الستائرية - أشرطة LED - تسلسل الصور الظلية للأشكال.	Dynamic (الديناميكية)	جمالي (غلاف المبنى)، هيكلي	- الشفافية البسيطة - تحقيق لمسة من الفن في الفضاء الحضري - تشكيل وحدة عضوية معكس روح المدينه (Konieczna, 2018,p.28)
Harpa Concert Hall and Conference Centre	- هيكلًا بلوريًا يلتقط الضوء ويعكسه ويبدأ حوارًا بين المبنى والمدينة والمشهد الطبيعي	Interactive (التفاعل)	هيكلي ،وظيفي ،جمالي	- المبنى كوحدة ثابتة ، مما يسمح له بالاستجابة ديناميكيًا للألوان المتغيرة - التكرار والمعيارية في الواجهة لتحقيق العمق وصلابه والشفافيه (Benárd, 2018,p.101)
Grand World Phu Quoc Welcome Center	- استخدام مواد مستدامة طبيعية ومنخفضة التكلفة - النظام الهيكلي الهجين	Intelligent (الذكاء)	هيكلي	- الكفاءة في استخدام الطاقة - الجودة المكانية - النفاذية واستخدام الاضاءه الطبيعية (Lee, Kietisaksopon, & Anh, 2021,p.128.)
Italy Pavilion	- الزجاج الكهروضوئي - خصائص التحفيز الضوئي للخرسانة. - ألواح الأسمنت الحيوية النشطة مع تقنية TX Active	Smart (الذكي)	جمالي (غلاف المبنى)، هيكلي	- الاستدامة - استخدام الغلاف الخارجي "المتفرع" لاستحضار الصور البدائية والتكنولوجية في نفس الوقت (Marcos, Fernández–Álvarez & McCormick, 2019,p.55)

جدول (٣-٩) المباني الذكية القابلة للتكيف واهدافها ومستوياتها. إعداد :الباحثة.

(٣-٦) خلاصة Summary

تناول الفصل الثاني مفهوم الذكاء والنظم الذكية في العمارة وتوجهات ومجالات استخدامه المختلفة. وتم تحديد المعنى المقصود للذكاء في العمارة بتمثيل لفكرة التواصل والاستمرارية بين العمارة والإنسان ، وبين العمارة والبيئة أي مؤثر ومتأثر، فعل ورد فعل بين العناصر. وتم تبني التعريف التالي للعمارة الذكية وهي المبنى او اجزاء من المبنى التي لها القابلية على التواصل وتكامل مع شاغليها والبيئة المحيطة، و تمتلك فيها الفضاءات والمكونات التكيفية الأساسية على المستويين الجزئي والكلي القدرة على الاستجابة والتكيف مع المتطلبات المتغيرة للإنسان والبيئة والظروف الغير متوقعه. تتضمن استراتجيات التكيف المكاني الاستراتيجيات الذاتيه (Passive) والفعاله (Active)، وتعمل هذه الأستراتيجيات في ثلاث محاور رئيسية تمثل متغيرات المبنى ومكوناته وهي(الجانب الهيكلي، الجانب الوظيفي، الجانب الانساني والجمالي). سيتم في الفصل اللاحق العمل على ربط عمل استراتيجيات التكيف المكاني والآليات المتضمنة باجراءات النظام الذكي لتحديد مؤشرات التكيف المكاني في نظم العمارة الذكية.

الفصـــــل الرابع
مؤشرات ومقاييس التكيف المكاني في نظم العمارة الذكية



"لا يوجد مبنى مثالي، يصلح لكل بيئة ومناخ في العالم، لكل موقع ظروفه الخاصة به ، والمبنى يصمم تبعا لموقعه والمناخ السائد ، فالمعماري يضيف الى الطبيعة ما يتناسب معها ، كأنه ينبع منها ،وليس شاذا مشوهاً لها "

" نورمان فوستر "

الفصـــــل الرابع
مؤشرات ومقاييس التكيف المكاني في نظم العمارة الذكية

تـــــمهـــــيـــــد Preface

تم في الفصول السابقة البحث في مفهوم التكيف عموماً والتكيف المكاني في العمارة و مكونات وتفاصيل نظم العمارة الذكية واهدافها وابعادها واستراتيجياتها الاساسية ووسائلها في تحقيق التكيف المكاني. سيتم في هذا الفصل ربط الاستراتيجيات الثانوية للتكيف المكاني مع الاليات والنظم الذكية مع الاستشهاد بعدة امثلة لتطبيقات النظم المعمارية الذكية، ومحاولة تحليلها لتحديد مؤشرات التكيف المكاني في نظم العمارة الذكية. يشتمل الفصل الرابع على مناقشة استراتيجيات التكيف المكاني وتحليل إجراءات النظم الذكية والتي سيتم اشتقاقها من استراتيجيات التكيف الاساسية الذاتية والفعالة وربطها بمفردات التكيف المكاني المحددة في الفصل الثاني من هذا البحث وتحديد المؤشرات التي تظهر ضمن هذه النظم لتحقيق التكيف المكاني وتنظيم جداول المؤشرات تمهيداً للإجراء عملية القياس و تطبيقها في الفصل اللاحق.

(٤-١) نطاق التكيف Adaptation Scope

يتحقق التكيف في عدة مستويات ضمن المبنى واجزائه وذلك يرتبط بالمقياس الذي تحدث ضمنه عملية التكيف، والبنية التي يحدث ضمنها التكيف او بوساطتها[١] و يتحدد النطاق وفق مستويين اساسين وهما(Dave, Varshney & Graham, 2012, p.3) :

(٤-١-١) التكيف على المستوى الكلي (Macro Level Adaptation): يهدف هذا النطاق الى احداث تغيير جذري و يتضمن إجراءات إعادة تصميم واسعة النطاق ضمن البنية والتي تشمل طريقة الاحتفاظ بالواجهة (إعادة بناء المباني الجديدة خلف الواجهات الخارجية الحالية أو الجدران) ، والتعديلات المكانية والهيكلية والتي تهدف الى تغيير الاستخدام أو تقليل السعة أو زيادتها لتحسين الاداء (الوظيفي، البيئي،الاقتصادي،الاجتماعي والتكنلوجي)، ومنها الأعمال المنجزة للترميم الكامل لمبنى متعدد الطوابق مدمر مع الاحتفاظ بالواجهة والتعديل الداخلي والخارجي (Mehrolhassani, 2015,p48). كما في مبنى مجلس الشيوخ الكندي (Senate of Canada Building) في العاصمة الكندية أنشأ في عام ١٩١٢ خضع لأعادة التأهيل و إعادة الاستخدام التكيفي في سنة ٢٠١٨ ويعد واحداً من اهم المعالم الثقافية والتاريخية إذ كان المبنى سابقًا محطة القطار المركزية وقد خضع لأعادة تأهيل وترميم وتم تحويله إلى مركز المؤتمرات حكومي مع الحفاظ على غلاف المبنى(Nicol, 2021,p.9) كما في الشكل (٤-١)

الشكل(٤-١) الية التجديد والاضافه لمبنى مجلس الشيوخ الكندي بين ١٩١٢ و ٢٠١٩ المصدر:(Nicol, 2021, p11) .

[١] الفصل الثاني تعريف التكيف الفقرة (٢-٢) صـ١٤

(٤-١-٢) التكيف على المستوى الجزئي (Micro Level Adaptation) : يتمثل بإجراءات تحدث درجة تغيير في نطاق محدد من المبنى مع تحسينات ملائمة كإعادة التسقيف وتحويل وظيفي بين مستويات المبنى أو امتداد البناء الى الخارج . يمكن أيضًا تضمين بعض الأعمال الهيكلية البسيطة في هذه الفئة كتعديل حجم الفتحات ضمن الهيكل (Dave, Varshney & Graham, 2012, p3).

كما في مبنى مركزبومبيدو(Pompidou Center) صمم سنه ١٩٧٨ في منطقة منكوبة اقتصاديًا واجتماعيًا في فرنسا وخضع الى عدة تجديدات على النطاق الجزئي شملت نظام التدفئة والتبريد والسلالم المتحركة و المصاعد، اضافةً الى تجديدات في النظام الوظيفي تمثلت بتحوير الوظائف في مستويات المبنى وفك وتركيب اجزاء داخل الفضاءات لزيادة المساحة الداخلية مع التجديدات الهيكلية المستمرة للمبنى بفعل تأثير المتغيرات الجوية (Peyre, 2020, p.209).

(٤-٢) الاستراتيجيات الثانويه لتحقيق التكيف المكاني
Secondary Strategies to Achieve Spatial Adaptation

توجد مجموعة من الاستراتيجيات الموجهه للتطبيق او الثانوية التي توفر للمصمم منهجا لتصميم المبنى المتكيف مكانيا فتكون هذه الاستراتيجيات الثانويه مشتقة من دمج الاستراتجيتين الذاتية والفعالة وعلى النطاقين الكلي والجزئي ، تستخدم هذه الاستراتيجيات لتحقيق هدف التكيف المكاني في المبنى، منها (الاستراتيجيات المادية توجه للعمل ضمن النظم المعمارية ف nي المستوى الجزئي، الاستراتيجيات المكانية وتوجه نحو المستوى الكلي) (Sezegen & AKSOY, 2018,p.24).

(٤-٢-١) الاستراتيجيات المادية للتكيف المكاني
Physical Strategies for Spatial Adaptation

تمثل الاستراتيجية المادية واحدة من اهم استراتيجيات الثانويه لتكيف المبنى مكانياً وتعمل على مستوى النطاق الجزئي وتتكون من عدة استراتيجيات تصميمية فرعية تخضع كل منه لعدة آليات تطبق على النظم (الهيكلية، الوظيفية، الجمالية) ومنها:

(٤-٢-١-١) التصميم بأستخدام الوحدة النمطيةThe Design by Using The Module

تفصل وحدات المبنى الى كيانات ولها مجالات عمل منها**(إمكانية التغير، امكانية تداخل العناصر)**.تعمل هاتان الامكانيتان على النطاق الجزئي المتمثل بالواجهات ومغلفات المباني وايضاً في النظام الوظيفي والهيكلي للتمكن من تغير الاجزاء وادخال عناصر جديدة ذات نمط متشابه لتحقيق الاستقراروالتوازن والكفاءة للمبنى(Heidrich, Kamara, Maltese & Dejaco 2017, p.286).

تعمل هذه الاستراتيجية من خلال **آلية التعديل(Adjustment Mechanism)** لجعل المبنى ذو نمط موحد عبر إجراء تعديل على اجزاء معينه في المبنى، وتعتمد على قدرة المباني لتقبل التغير تسمى أحيانًا آليات قابلة لإعادة التشكيل باستخدام (عناصر التوصيل والتشغيل ، نوع الأثاث والتركيبات القابلة للتعديل ،الجدران المتحركة ، العناصر القابلة للفصل أو الفك، الأثاث). تتخذ اجراءات توفر للمبنى امكانية إعادة تشكيل المكونات الموجودة داخل المبنى بسهولة كما في مبنى أكاديمية موسبورن ، كانت في السابق موقع

مدرسة (Hackney Downs)المهجورة, وتم تعديله ليكون أكاديمية موسبورن (Heidrich, Kamara, Maltese, Cecconi & Dejaco, 2017,p.287).

تعتمد هذه الاستراتيجيه ايضا على الية **التحويل (Conversion Mechanism)** بهدف تحقيق الوحده في الاداء الوظيفي، وتعمل من خلال زيادة قدرة المباني على التحول بين ا(لاستخدامات / الوظائف المختلفة) هذا يتطلب اتخاذ اجراءات تعديلات داخلية وخارجية (Schmidt & Austin, 2016,p124). اضافه الى الية الوحدة والتكرار لخلق النمطية.

(٤-٢-١-٢) التصميم باستخدام المنظومة التكنلوجيا
The Design by Using System Technology

تدخل المنظومة التكنلوجيا لتعزيز قدرة العناصر المادية للمبنى على اداءها لتلبية الاحتياجات، وتوفير منظور جديد في حل المشكلات، ويكون مجال عملها في **(امكانية تشكيل المواد ،انطقه الخدمات)** باستخدام حساسات ومنظومات تكنلوجيا(Nute & Weiss, 2016,p.45).

تعتمد هذه الاستراتيجية على **آلية الاصلاح (Repair Mechanism) و** امكانية الاضافة للمنظومات التكنلوجيا بهدف تحسين اداء النظم، كما تأخذ في الاعتبار اضافة نظم ذكية تقنياً ونظم التحكم والاستشعار اضافة الى تحسين اداء العناصر القابلة للفك والتركيب والمتحركة والقابلة للطي بإضافة لها نظم تحكم اليه، و مايتعلق بأصلاح العناصر ضمن غلاف المبنى لمواجهة التغيرات المناخية المستمرة مع اتخاذ الية اتمتة ونمذجة المبنى بدأً من عملية التصميم الى مرحلة الاشغال (Schmidt & Austin, 2016,p124).

(٤-٢-١-٣)التصميم بأستخدام البساطة والوضوح
The Design Using Simplicity and Clarity

تعمل بتوظيف تصميم بسيط وواضح وذات عناصر ومكونات بسيطة التصميم، وتعمل الاستراتيجية ضمن مجالات **(ألانشاء البسيط و المكونات الموحدة).** يتميز المبنى الخاضع لهذه الاستراتيجية بالمكونات الموحدة التي تعمل على تحسين جودة المبنى بواسطة تكرار المكونات وسهولة اعادة استخدامها وتظهر هذه المكونات في منظومات المبنى كافة ، فتعمل على زيادة امكانية اعادة الاستخدام ضمن الاجزاء والمواد في المبنى كالعناصر الهيكلية ووحدات تغليف الواجهة و الحلول البسيطة لطرق الإنشاء، وقد اصبحت الهياكل ذات النظام المفتوح اتجاها مقبولا في عمارة الابنية المعاصره ، كونه يلغي الحاجة الى العناصر التكميلية مثل الاسقف الثانوية ، وبالتالي فهي الاستراتيجية المستقبلية الاكثر دواما (Pinder, Schmidt, Austin, Gibb & Saker, 2017,p6).

تعمل هذه الاستراتجية بآلية **اعادة الاستخدام التكيفي (Adaptive reuse)** بتوظيف المواد والعناصر لتكون قابله لاعادة الاستخدام لوظائف متنوعة مع امكانية الفك والتركيب والاضافة والحذف للاجزاء و تجديد المواد بهدف تقليل التكلفه واطالة عمر المبنى كما في مبنى المجموعه الدوليه للفن المعاصر في لندن (Fisher-Gewirtzman, 2016,p2). اضافة الى استخدام الية الانفتاح بين الفضاءات ومع المحيط كما هو متجسد الان في تصميم الابنية الحديثة. جدول (٤-١) يوضح مجموعة مشاريع طبقت الاستراتجية.

المشروع	النظام المعماري	الاستراتيجية	الإلية	العمل
أكاديمية موسبورن	(الهيكلي ، الوظيفي)	الاستراتيجيات المادية (التصميم بأستخدام الوحدة النمطية)	آلية التعديل	إعادة تشكيل المكونات الموجودة داخل المبنى وتعديل المبنى من مدرسه مهجوره الى اكاديميه
مكتبة كالغاري المركزية	(الهيكلي، الجمالي)	الاستراتيجيات المادية (التصميم باستخدام المنظومة التكنلوجيا)	آلية الاصلاح	تحتوي المكتبة قطع ذات حجم متشابة ومتجانسة في غلاف المبنى توفر امكانية التغير والتفكيك للإعادة اصلاح و تركيب الغلاف.
المجموعه الدوليه للفن المعاصر	الوظيفي	الاستراتيجيات المادية (التصميم بأستخدام البساطة والوضوح)	آلية اعادة الاستخدام	البقاء على الاجزاء ذات القيم والحفاظ على القشرة الخارجية للمبنى مع التغيير الوظيفي بما يناسب متطلبات العصر

جدول (٤-١) عمل الاستراتيجيه الماديه في بعض المشاريع . إعداد: الباحثة بالاعتماد على (Meilleur, 2020,p184)

(٤-٢-٢) الاستراتيجيات المكانية للتكيف المكاني
The Spatial Strategies for Spatial Adaptation

تعمل الاستراتجيه المكانيه على تحقيق التكيف المكاني في النطاق الكلي وفقاً لعدد من الاستراتيجيات الفرعية الداعمة لها ومنها (Wen, & Mishra, 2018,p9):

(٤-٢-٢-١) التصميم بتحقيق التناسب The Design by Using Proportion

تكون مسؤولة عن العلاقة بين التصميم والفضاء الناتج ومدى تكيفه مع السياق المحيط ومجالات عملها تكون في(**الفضاءات الداعمة و الفضاء المفتوح**) وتهدف لضمان بيئة داخلية مريحة للشاغلين مع التكيف مع البيئة الخارجية .تعمل هذه الاستراتجيه بآلية **تطوير المقياس (Scalable)** وتتمثل بالقدرة على تغيير حجم الفضاءات بماينا سب الوظيفة مع القدرة على زيادة او تقليل أسطح وأحجام المبنى دون بذل مجهود كبير واستخدام مكونات معيارية. يتناسب هذا التوجه مع خطط التوسع وتوظف المكونات القابلة لإعادة الاستخدام والخدمات المتجددة والمواد المعاد تدويرها لمعالجة المباني المعزولة وتشكيل مجموعات من الأجزاء. وتمثل الية التطوير سمة من سمات كل مكون في المبنى ليبين قدرته على التكيف بزيادة او توسيع النطاق لغرض الحفاظ على كفاءة ومستوى مرونة المبنى. تتمثل هذه الالية في مبنى تاب هاوس (Schmidt III, Eguchi, Austin & Gibb, 2010, p.24).

(٤-٢-٢-٢) التصميم بأستخدام التخطيط المكاني
The Design by Using Spatial Planning

تعمل هذه الاستراتيجية على توفير خيارات مكانية للمبنى للتكيف مع متطلبات شاغليه وتحقيق اعلى أنسجام وتماسك مع المحيط، ومن مجالات عملها (**التنوع المكاني، الأنطقه المكانية**). يعمل التنوع المكاني في منظومة المبنى، بينما تعمل الأنطقه المكانيه على المبنى و المحيط (Wen & Mishra, 2018,p10).تخضع هذه الاستراتجية الى **الية التحرك (Movable Mechanism)** القدرة على تحرك وعدم الثبات كسمة في المكونات القياسية للمبنى باستخدام مجموعة متوازية من العمليات الجاهزة. تستخدم هذه الالية في ظل ظروف والأنواع معينة من المباني. توجد من الاجراءات المتخذه لعمل الالية في نطاق التصميم التكيفي الداخلي كتركيب وازالة المكونات بسرعة في المباني لاستيعاب اكثر من حدث في

نفس الوقت، أو الاجراءات المتعلقه بحركة التراكيب في غلاف المبنى الخارجي لتوفير الراحة للمستخدمين كما في المركز المالي متعدد الوظائف (Bund Finance Center) (ARGE, 2005,p120).

تعمل هذه الاستراتجية ايضاً بآلية **التنوع (Diversity Mechanism) اي** امكانية التنوع في احجام الفضاءات لاستيعاب الاستخدامات المتنوعة للأنتاج بيئات متنوعة (صغيرة / كبيرة) (رسمية / غير رسمية) ، (داخلية / شبه مغلقة / خارجية) ، بهدف خلق مزيج مناسب من الفضاءات المعيارية. تمثل هذه الالية القدرة على اتخاذ اجراءات مثل تغيير الفضاء من مغلق الى مفتوح، كما يمكن تقسيم الفضاءات و تغيير المساحات كما في مبنى مركز جامعة كانساس دي بروس إذ ترمز الية التنوع الى تعدد الاستعمال، وقد زاد دخول النظم الذكية من تنوع الفضاءات الداخلية مقابل قلة التنوع في الواجهه (Pinder, Schmidt, Austin, Gibb & Saker, 2017,p8). وتهتم هذه الاستراتجيه بأستخدام الية الاتصال بين فضاءات ومستويات وطوابق المبنى لتحقيق الوحده المتماسكه بين جميع مستويات المبنى.

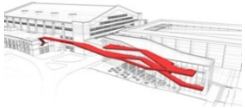
(٤-٢-٢-٣) التصميم المتوافق مع السياق The Contextual Design

يمثل تجديد المباني المصطلح الشامل للتجديد وإعادة التأهيل والتعديل التحديثي لتجديد المباني ذات الهياكل المتضرره وتتجاوز حدود عمل هذه الاستراتيجية حدود المبنى لتشكل جوانب الموقع والمنطقة المحيطة، فمجالات عمل هذه الاستراتيجية ضمن المستوى الكلي للمبنى و المحيط من خلال الهيكل الإنشائي ومنظومة الغلاف الخارجي بالإضافة الى اعتبارات اخرى تربط المبنى مع السياق، وتتمثل بـ**(الجماليات، مقياس المجاورات من ناحية الارتفاعات ومقايس التفاصيل)** (Wen & Mishra, 2018, p10) .

تخضع هذه الاستراتجية الى **الية التجديد (Refurbishment Mechanism)** تركز الاجراءات المتخذة في تحسين المباني القائمة لتكون اكثر تكيفاً مع سياقها ومواكبة لتطور التكنلوجي. تتمثل اكثر اجراءات التجديد شيوعاً في زيادة العزل واستبدال النوافذ، تليها اجراءات المنظومه التكنلوجية و النظام الميكانيكي، و النظام الهيكلي وتعديل نسبة نفاذية الجدار. يمكن أن يشير التجديد أيضًا إلى إضافة النظم النشطة، مثل نظم إنتاج الطاقة المتجددة ونظم التحكم والاستشعار وممكن أن يكون التجديد لفكره تصميمية تقليدية يتم اعادة طرحها بطريقه تواكب العصر (Shahi & Haas, 2020,p4). إذ تركز هذه الاستراتيجية على الية الاتصال والتوجيه في الابنية حديثة التصميم لتحقق اقصى تكيف مع السياق المحيط.

تعتمد الاستراتيجية ايضاً على **آلية اعادة الاستخدام التكيفي(Adaptive reuse)**، وهو القدره على تغير وظيفة المبنى مع الحفاظ على هيكله ليكون النظام الوظيفي لمبنى متوافقاً مع النظام الوظيفي للمباني المحيطة به، كما تم اعادة استخدام سقائف القطارات الفولاذية الشاسعة في (Shahi, Gare Maritime *et al*. 2020,p4.) ., كما موضح في جدول (٤-٢) مجموعة مشاريع طبقت الاستراتجية المكانية.

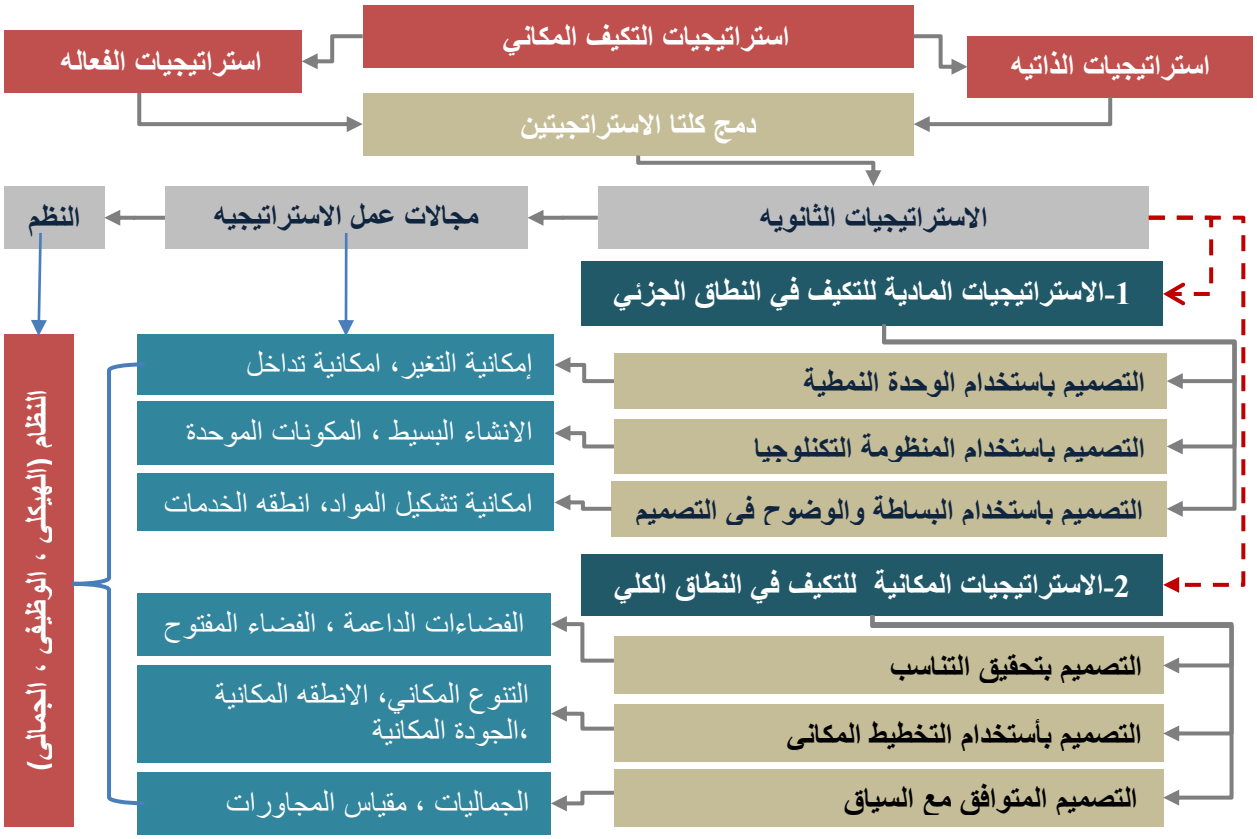
المشروع	النظام المعماري	الاستراتيجية	الإلية	العمل
تاب هاوس	الهيكلي	الاستراتيجيات المكانية (التصميم بتحقيق التناسب)	آلية تطوير المقياس	إعادة تشكيل المبنى وتغير حجمه بطريقة التي تناسب المنطقة المحيطة به
مجمع متعدد الوظائف	(هيكلي، جمالي)	الاستراتيجيات المكانية (التصميم بأستخدام التخطيط المكاني)	آلية التحرك	يحتوي المبنى "الحجاب المتحرك" الميكانيكي للمبنى لتوفير الراحة المناخية

مركز جامعة كانساس بروس 	(هيكلي، وظيفي)	الاستراتيجيات المكانية (التصميم بأستخدام التخطيط المكاني)	آلية التنوع	نظام التخطيط الفضائي يتداخل مع النظام الهيكلي في مركز جامعة مع امكانية إعادة تكوين المساحات لتناسب العديد من الأنشطة
Gare Maritime	(هيكلي، وظيفي، جمالي)	الاستراتيجيات المكانية (التصميم المتوافق مع السياق)	آلية اعادة الاستخدام التكيفي	اعادة استخدام سقائف القطارات الفولاذية لتصبح الآن مدينة صغيرة ذات استخدامات مختلطة ليكون متوافقاً مع احتياجات

جدول (٤-٢) عمل الاستراتيجيه المكانيه في بعض المشاريع .

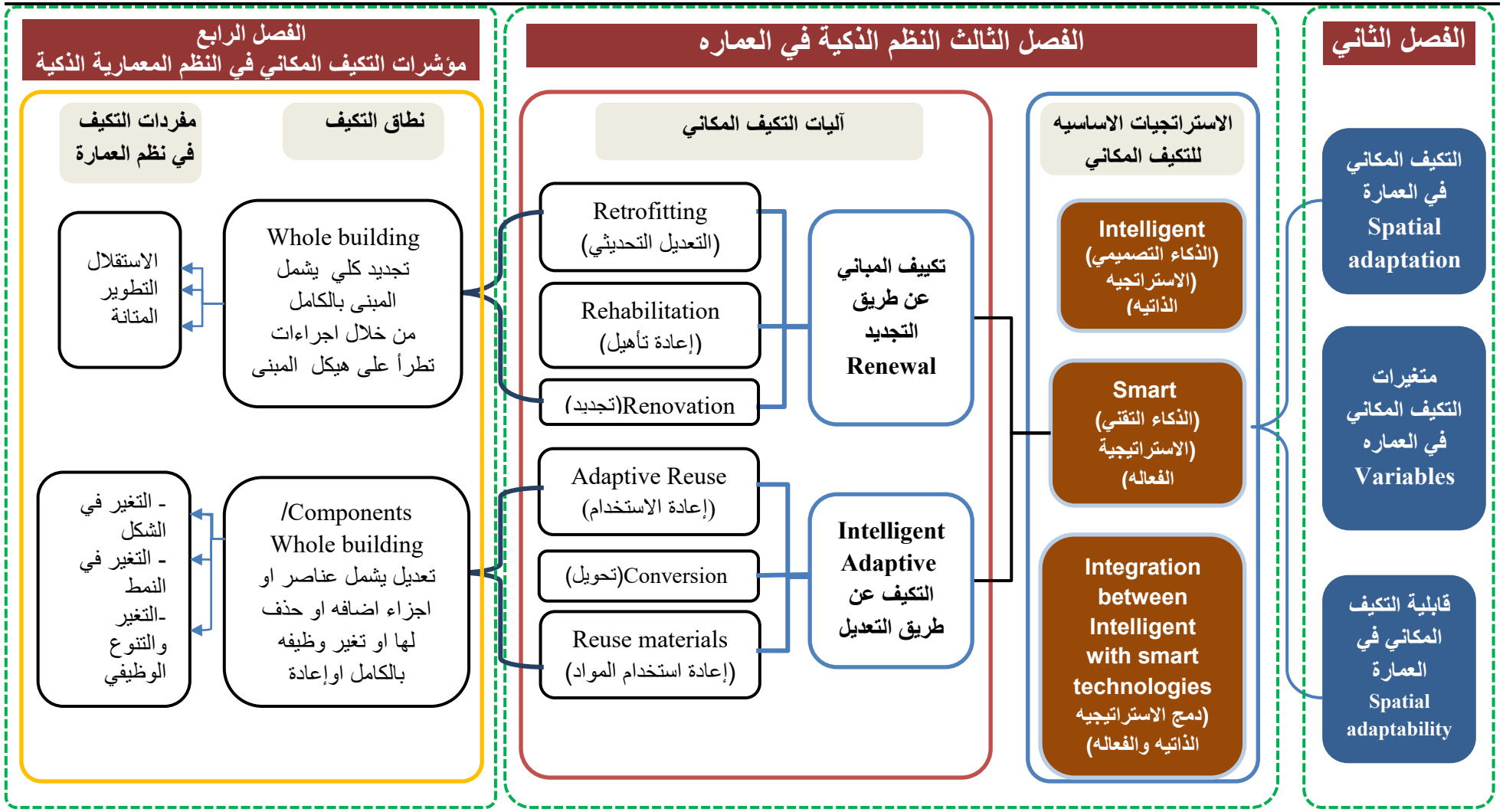
المصدر : الباحثة بالاعتماد على(De Matteis, 2022, p10) (Heatherwick, 2020, pp.92-99.)

أن الاستراتيجيات الثانوية المشتقة من دمج الاستراتجية الذاتية والفعالة والياتها تختلف في تحقيق "القابلية للتكيف المكاني " و يمكن أن تنقسم إلى فئتين رئيسيتين، تتمثل الفئه الاولى ب(الاستراتيجيات التي ترتبط بالمستخدم و لا تؤثر على نسيج المبنى)، والفئة الثانية تتمثل ب(استراتيجيات تكيف المستخدم مع المبنى باستخدام النظم الذكية و تأثيرها على نسيج المبنى وعلاقاته ضمن سياقه، وهذه تصبح ضرورية عندما لا تعد إجراءات المستخدمين كافية لتلبية احتياجاتهم)، كمايوضح مخطط (٤-٢).



مخطط (٤-١) استراتيجيات المبنى المتكيف مكانياً. إعداد: الباحثة.

عمليات التكيف المكاني في العمارة تهدف لتحقيق متطلبات السكان غالباً من خلال التكيف مع البيئة ، لذلك تختلف نطاقات التكيف في المباني والمشاريع المتنوعة، وقد تشمل إعادة تأهيل الهياكل الفاشلة، وتحسين الأداء البيئي، وتغيير الاستخدامات الوظيفية بهدف تحقيق تكيف المبنى باستخدام التقنيات الذكية، إذ يتحقق التكيف في هذه المباني من خلال مجموعة من الاجراءات يتم اتخاذها على مستوى الانظمه هيكلية ووظيفية ذكية وجماليه و سيتم توضيحها في الفقرات القادمة، كما يتم دمج استراتجيات التكيف المكاني بشكل أكثر عمقًا في جميع جوانب التصميم بأتباع منهجيات تصميمية مبتكرة وكما في مخطط (٤-٣).



مخطط (٤-٢) مفردات التكيف المكاني. إعداد: الباحثة.

(٤-٣) اجراءات التكيف المكاني في نظم العمارة الذكية
Spatial Adaptation Actions in Intelligent Architecture Systems

بعد استعراض استراتجيات التكيف المكاني في النظم الذكية والاليات التي تحقق اهداف هذه الاستراتيجيات، سيتم مناقشة الاجراءات التطبيقية للآليات وتجري في نظم المبنى وفي مجموعة من الامثلة، و تمثل هذه الإجراءات مجموعة من الخطوات المنظمة التي يجب اتخاذها لتحقيق هدف ما على النحو الأمثل لتتوافق مع احتياجات المستخدمين والتكنولوجيا الذكية وتطوراتها لخلق بيئة ذكيه لشاغلي المبنى و تمكين الإدارة الفعالة للموارد للحد من الكلف التي ترتبط بالمبنى وتنقسم الى (كلف التصميم والأنشاء وكلف الاشغال والصيانة). تنقسم هذه الإجراءات وفق النظم الى (Frighi, 2021,p44): -

إجراءات التكيف المكاني في النظام الوظيفي Spatial adaptation actions in the functional system

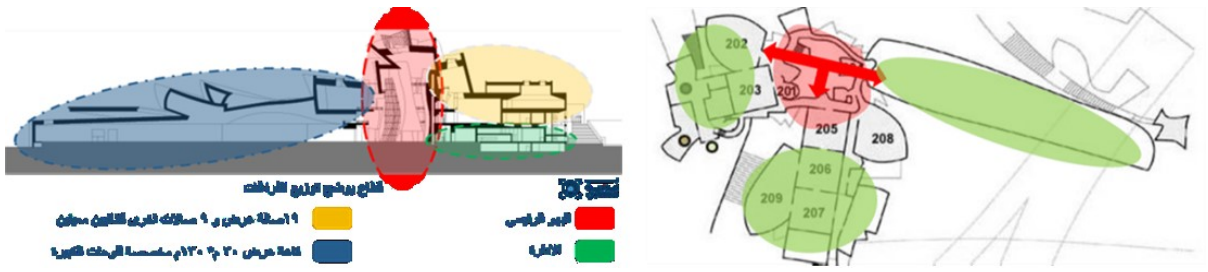
-إجراءات التكيف المكاني في النظام الهيكلي Spatial adaptation actions in the structure system

-إجراءات التكيف المكاني في النظام الجمالي Spatial adaptation actions in the aesthetic system

ويعد تكامل الاجراءات التكيفية ضمن نظم المبنى محدداً لكفاءه الألية المطبقة في تحقيق اهداف استراتيجيات التكيف المكاني.

(٤-٣-١) إجراءات التكيف المكاني في النظام الوظيفي
Spatial Adaptation Actions in the Functional System

تشمل الاجراءات التي تخص النظامين الوظيفي و الفضائي كإعتماد تصميم النظام المفتوح و عمليات التجديد الفضائي بهدف الاستبدال الوظيفي، كما تشمل توظيف التقنيات الذكية لتعظيم المنافع وتحقيق اعلى مرونة للتصميم الداخلي. تتضح مثل هذه الإجرءات في التصميم الداخلي لمتحف الفن الحديث والمعاصر غوغنهايم بلباو (Guggenheim Museum Bilbao) الذي صمم في القلب الصناعي القديم للمدينة. إذ شهد عدة تعديلات على تصميم الفضاءات حول الردهة المركزيه المضاءة وذات الإطلالات الخارجية لتحسين الاداء الوظيفي وتعزيز الاتجاهيه المركزيه وسهولة الوصول مع تعزيز الاتصال المادي بالمدينة وتحقيق شروط الاستدامه (Plaza, Galvez-Galvez, & Gonzalez-Flores, 2011, p225.) كما في الشكل (٤-٢).



الشكل (٤-٢) النظام الوظيفي وعلاقة الفناء مع فضاءات ومستويات المبنى .

المصدر: (Martins & Rodrigues, 2019, p.6.)

تعرض النظام الوظيفي في مبنى مجلس الشيوخ الكندي (Senate of Canada Building) الى تجديد النظام الوظيفي مع الحفاظ على هيكل المبنى، وقد ظهر الجزء الداخلي في المبنى بتنظيم متناسق محوري لتوفير التسلسل الهرمي والمقياس الأنساني، وقد كان اخر تجديد في المبنى في عام ٢٠١٨ وقد تم اتمتة المبنى باستخدام برنامج CATIA (أقوى برامج والتصميم المعماري)بهدف تحسين الاداء الوظيفي والبيئي واضفاء لغة معاصرة وتنوع وظيفي(Nicol, 2021,p.7.) كما في الشكل (٤-٣) .

الشكل (٤-٣) مخطط ومقطع المبنى النظام الوظيفي وعلاقة الداخل مع الخارج.المصدر(Simpson, 2021,p75)

يتطلب منهج الجمع بين الاستراتيجيات الذاتية والفعالة اجراءات ضمن بنية التصميم لاستيعاب متطلبات هذه التقنية، فيخضع النظام الفضائي للمبنى الى عدد من الاجراءات تمكن الشاغل من التحكم بالبيئة الداخلية وتحقيق الأنسجام بين التصميم و النظم الذكية كما في مبنى مركز بومبيدو(Pompidou Center) والذي يتسم بإمكانية الفك والتركيب والنقل للعناصر من فضاء لآخر وإمكانية الإضافة والحذف ضمن الفضاء او تقسيم وحدة كبيرة المساحة إلى عدة وحدات. يخضع المبنى لهذه التعديلات بهدف تحسين الاداء الوظيفي والهيكلي وهذا المبدأ ينطبق تماماً على معظم مباني ذات التقنية العالية، إذ تمتاز بمرونة التقسيم والإضافة والتعديل وفقا للوحدة القياسية للفضاءات (Peyre, 2020, p.209). تحدد مساحات الفعاليات في مبنى مركز المستقبل الثقافي والأحداث الموجهة نحو المستقبل (Futurium Berlin) الذي صمم عام ٢٠١٧. بجدران متحركة لتعزيز امكانية توسع الفضاء وقت الحاجة إضافة الى الأسطح ذات الألوان الفاتحة والنشطة صوتيًا مع استخدام المتحسسات لخزن الطاقة و أجهزة العرض والتصميم الخالي من العوائق، تخلق هذه الوسائل معاً محيطًا وظيفياً مناسبًا، وقد حقق المبنى على مستوى البنية الفضائية(spatial structure) الاتصال والتكامل مع خفض استهلاك الطاقة (Cave, 2019 ,p205)كما في الشكل (٤-٤).

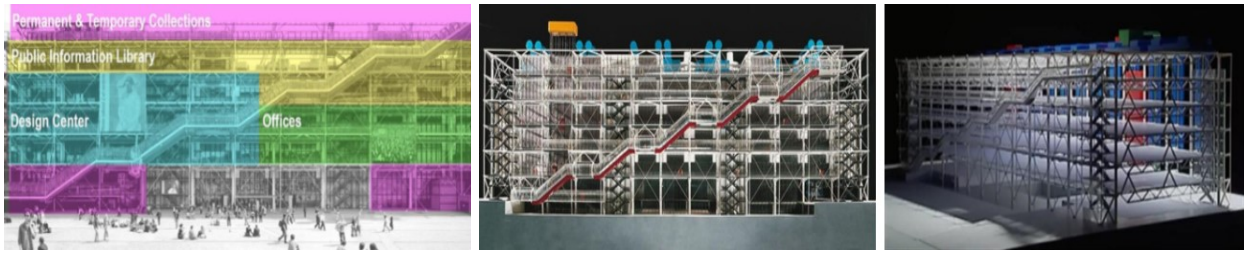
الشكل (٤-٤) الاتصال والتكامل في نظام الوظيفي لمبنى مركز المستقبل الثقافي (Futurium Berlin).
المصدر:(Cave, 2019 , p.205.)

المثال عن النظام الوظيفي	الاجراءات	الالية	الاستراتيجية	المؤشرات المستخلصة
متحف غوغنهايم بلباو	- استخدام الفناء مركزي بمثابة عقدة للوصول والتوجيه للفضاءات . - إمكانية التغيير الوظيفي لوحدة المبنى أو للمبنى بالكامل - التوزيع الوظيفي المتنوع للفضاءات بطريقه تعزز المركزيه	آلية التعديل	الماديه	- التغير - التنوع - الوظيفي
	- الشفافية والانفتاح بين الفضاءات ومع المدينة		المكانيه	
مبنى مجلس الشيوخ الكندي	- استخدام برنامج CATIA في اتمتة النظام الوظيفي	آلية اعادة الاستخدام	الماديه	- النفاذيه - التنوع - التغير
	- استخدام النسب المقياس أنساني في الانتقال التدريجي للمبنى - الاتصال السلس بين الوظائف		المكانيه	
مركز بومبيدو	- إمكانية الإضافة والحذف ضمن الفضاء او تقسيم وحدة كبيرة المساحة إلى عدة وحدات. - تنظيم الفضاءات بتنوع حجومها ووظائفها بشكل متناسق محوريًا - امكانية الفك والتركيب	آلية التجديد	المكانيه	
مركز المستقبل الثقافي	- استخدام المتحسسات في الفضاءات الداخليه لخزن الطاقه واستغلالها في المبنى - امكانية توسع الفضاء - استخدام نظم تحكم ذكيه تمكن المبنى على استيعاب الوظيفه الجديدة	آلية الاصلاح	الماديه	- الامتداد - تنوع تقني

جدول (٤-٣) إجراءات التكيف المكاني في النظام الوظيفي. إعداد: الباحثة.

(٤-٣-٢) إجراءات التكيف المكاني في النظام الهيكلي
Spatial Adaptation Actions in the Structural System

تهدف الاجراءات في هذا النظام الى تحسين هيكل المبنى بأضافة، او حذف، او تفكيك اجزاء معينه، و يعتمد في ذلك على مدى مرونة اجزاء النظام وقابليتها للتكيف واستيعاب التغيرات، اما على المستوى الكلي يخضع الهيكل للتعديل والاصلاح للسيطره على تدهور النظام مع امكانية استبدال اجزاء من النظام وفق التشكيل الكتلي للمبنى بهدف تحسين الاداء الهيكلي، وبالتالي تحسين الاداء الوظيفي والبيئي. تتميز بعض الابنيه بالصراحه الأنشائيه كما في مبنى مركز بومبيدو(Pompidou Center) فتعرض المبنى لتجديدات عديدة مع تميزه بالطراز التعبيري الهيكلي بأستخدام شبكة الموديول(توحيد المقياس) واظهار الهيكل الى الخارج بألوان ترمز للنظم الميكانيكية والهيكلية المختلفة(Peyre, 2020, p211). ، كما في الشكل (٤-٥)



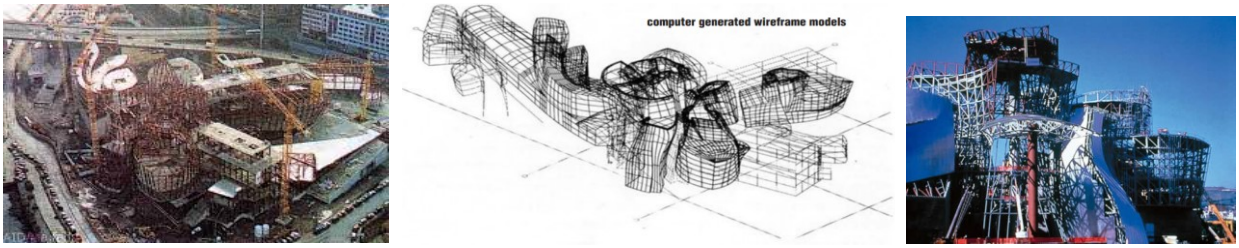
الشكل (٤-٥) النظام الهيكلي لمبنى مركز بومبيدو(Pompidou Center) .

المصدر: (Peyre, N., 2020, pp.209-213).

مشروع منزل ومعرض لفنانين المانيين (Home to a duo of German artists) الذي صمم في عام ١٩٩٢، تم بناء مرافق جديدة في المبنى بتفكيك هيكلهُ والالات التي تعمل بتكنلوجيا البخار في في عام ١٩٩٣ من خلال اتخاذ اجراء اعادة استخدام المبنى بتفكيك أجزائه وتطوير الالات التكنلوجيا مع حفظ الهيكل الأصلي وتغييره بأقل قدر ممكن بهدف تغير المستوى الوظيفي لتحسين الاداء الاجتماعي والتكنلوجي وذلك من خلال التفكيك واضافة العناصر الجديدة (Zhao, Zhang & Zhang, 2011, p.13).

يتطلب منهج الجمع بين الاستراتيجيات الذاتيه والفعاله مجموعة من الاجراءات المتخذة بواسطة برامج تصميمية خاصة تسهم في تكامل ألاجزاء الإنشائية للمبنى بواسطة الاتمته لتحقيق تكامل النظام الهيكلي على المستويين الكلي والجزئي، وقد أتاحت هذه التقنيات الاستمرارية وتحقيق كفاءة عالية كاستخدام الحوائط التفاعلية الذكية، واستخدام الخرسانة الذكية بألياف الكربون مع توفير التمريرات الإنشائية للسباكة.

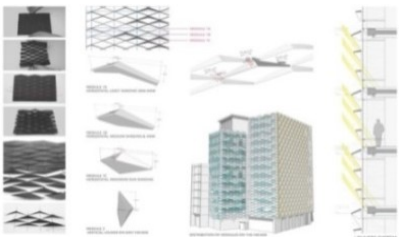
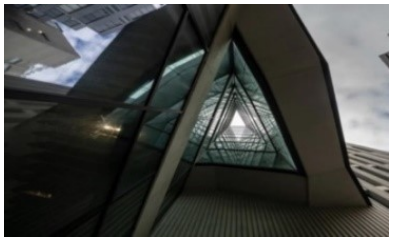
صمم النظام الإنشائي في مبنى متحف غوغنهايم بلباو (Guggenheim Museum Bilbao) بواسطة برنامج التحليل الهندسي ويتعرض لتعديلات مستمره بأجزاء معينه يتم امتتها عن طريق البرنامج بهدف تحسين الاداء الهيكلي والمادي مما مكّن ايضاً من تصنيع إنحناءات الهيكل الأساسي للمبنى المتكون من مجموعة الكتل المتداخلة والمتراكبة بدون فتحات يعزز فكرة المشروع كتلة غريبة و تشكيل إنسيابي يحقق استمرارية ضمن البيئة المحيطة بأستخدام الهيكل الأنشائي المبطن لحماية المبنى من التغيرات المناخية(Plaza & Haarich , 2015,p1458). كما في الشكل(٤-٦)



الشكل (٤-٦) نظام الهيكلي لمتحف غوغنهايم بلباو .

المصدر:(Tubielewicz-Michalczuk, 2019,p5)

يتميز مقر البنك الوطني الأول(First National Bank HQ) بأنه صديق للبيئة إذ تم تنفيذهُ في بيروت عام ٢٠١٩ بهيكل إنشائي متكون من الخرسانة المسلحة بالألياف الزجاجية (GRC) صديق للبيئة ويتصف بـ (الشفافية والأنفتاح على المدينة من حوله) الاستجابة للاحتياجات البيئية الضرورية بهدف تحسين الأداء المكاني. ترتبط كتلتي المبنى بواسطة "جسر" دائري مزجج يعزز سهولة الوصول، كذلك يتميز مخطط المبنى بمرونة ليستوعب النمو المتوقع للبنك اعتماداً على قابلية الهيكل الإنشائي للفك والتركيب من خلال نمذجة النظام الأنشائي بأستخدام برنامج Bocad أذ يمثل(برنامج ثلاثي الأبعاد متقدم وواقعي لتصميم ونمذجة وتحليل الهندسي للهياكل) (Bowie, 2019,p2032).كما في الشكل (٤-٧)

الشكل (٤-٧) العناصر التكيفيه للنظام الهيكلي لمبنى مقر البنك الوطني الأول. المصدر:(Bowie, 2019,p2032).

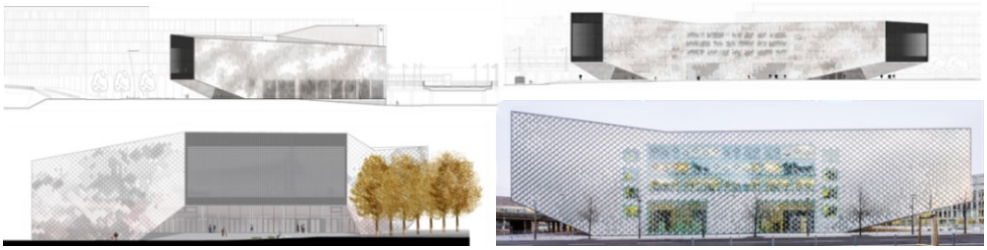
المثال عن النظام الهيكلي	الاجراءات	الالية	الاستراتيجية	المؤشرات المستخلصة
مركز بومبيدو	- امكانية تفريغ فضاءات المبنى من جميع العناصر الإنشائية - إمكانية تفكيك والتبديل في عناصر المنشأ. - تداخل العناصر القديمة والحديثة - التوحيد القياسي بأستخدام (الشبكة الموديولية) - أستخدام الاساليب التكنولوجية الحديثة في التنفيذ	آلية التجديد	المادية	- الامتداد - التغير - التناسب
منزل ومعرض لفنانين المانيين	- تفكيك اجزاءهٌ وتطوير الالات التكنلوجيا مع حفظ الهيكل الأصلي - اضافة العناصر الجديده، مع حفظ على هوية وقيمة المبنى	آلية اعادة الاستخدام	المكانية	- الامتداد - قابلية التوسع
متحف غوغنهايم بلباو	- استخدام هيكل الأنشائي المبطن لحماية المبنى من التغيرات المناخيه . - تناظرو وتوازي الطوابق بطريقة مسرحية وديناميكية حول الفناء المركزي .	آلية التعديل	المادية	- التغير - النفاذيه
مقر البنك الوطني الأول	- استخدام الخرسانة المسلحة بالألياف الزجاجية (GRC) - نمذجة النظام الأنشائي بأستخدام برنامج BOCAD مع التحليل الهندسي والشكلي للهيكل . - استخدام العناصر الزجاجية الذكية كعناصر الهيكلية	التصميم بأستخدام المنظومة التكنلوجيا	المادية	- تنوع تقني - التحكم الالي

جدول (٤-٤) إجراءات التكيف المكاني في النظام الهيكلي . إعداد: الباحثة.

(٤-٣-٣) إجراءات التكيف المكاني في النظام الجمالي
Spatial Adaptation Actions in the Aesthetical System

بشمل النظام الجمالي(غلاف المبنى، التكوين المكاني للمبنى)، ويتمثل هدف الاجراء التكيفي ضمن هذا النظام لتحقيق تماسك بين الجزء و المحيط، وكما أن التوافق بين البنيتين المعنوية والمادية في تصميم المبنى وعناصر غلافه الخارجي يعزز البعدين الجمالي والبيئي، يتأثر النظام الجمالي بالتشكيل الكتلي للمبنى والمستويات الشكلية مع مواقع العناصر التكيفية وكما يلي:

تمثلت اجراءات النظام الجمالي في منهج الذكاء التصميمي، كما في مبنى مركز المستقبل الثقافي (Futurium Berlin) إذ يكسر نظام الواجهة بمحاذاة الواجهة الرتيبة و يخلق نقاطًا معمارية مرتفعة تعزز التأثير البصري لواجهة المبنى من خلال شبكة من الألواح الماسية المتلألئة. تم إنشاء صورة سحابة دائمة التغير مع تغير عنصر الضوء، فساعدت شفافية الواجهه على الاستمراريه والتكامل مع الخارج لتعزيز حيوية المظهر الخارجي(Frighi, 2021,p.44). كما في الشكل (٤-٨).

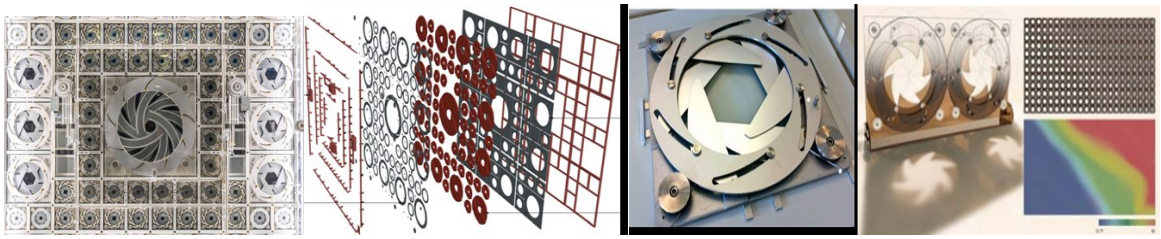


الشكل (٤-٨) واجهات مبنى مركز المستقبل الثقافي (Futurium Berlin).
المصدر: (Frighi, 2021,p.46)

تمثلت اجراءات التجديد في مبنى المركز الاداري (Office center Corso Kartin) الذي صمم ليكون معمل ١٩٦٣، واعيد إستخدامه عام ٢٠٠١ ليكون مركز للمكاتب في مدينة براغ، بالتغيير على المستوى الداخلي والخارجي (الواجهة والتغليف) بإضافة عناصر ومعالجات و أجزاء للمبنى مع الحفاظ على جزء من هيكل المبنى الأصلي، والهدف هو الحفاظ على الحوار بين الضوء والظل، الصلابة والشفافية، بين لغة العمارة الكلاسيكية والمواد الحديثة بتعزيز التناقض بين الأنشاء والطراز وتحقيق الأنفتاح على المنطقة المحيطة مما يحسن من اداء البعد المادي بآلية إعادة الإستخدام(Franchini, 2021, p120) .

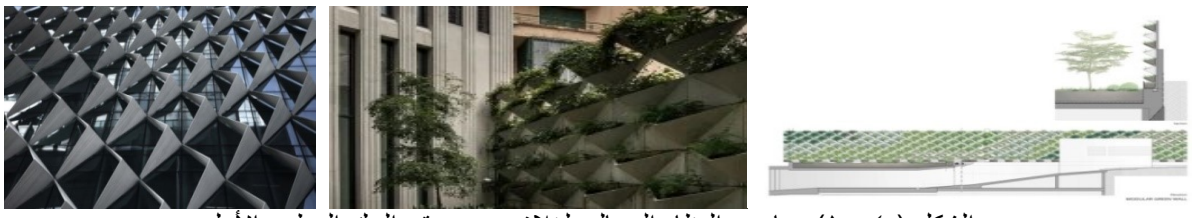
تم توظيف الذكاء التقني ليكون المبنى اكثر فعالية وتكيفاً مع السياق باستخدام الاغلفة الذكية قابلة التشغيل والاصلاح الذاتي ، لذا تم استخدام اغلفة شفافة ونظم الخلايا الشمسية.

تحدث تغيرات ضمن غلاف المبنى بهدف تحسين الاداء البيئي بإجراءات منها استغلال طاقات المحيط او تغير التركيب الشكلي للغلاف (Žáček, 2016, p3). كما في مبنى معهد العالم العربي (Institute du Monde Arabia) في باريس نفذَ سنة ١٩٨٧ يمتاز بالديناميكية لتحقيق تواصلا مع السياق و يعكس غلاف المبنى شكلاً معاصرًا من أغشية متحركة تشبه عدسة الكاميرا مما أنتج تحسين الاداء في النظامين الجمالي والوظيفي (الفضاءات الداخليه) إذ تحتوي نوافذ المبنى ذات الزخرفة العربية على سلسلة من الخلايا الكهروضوئية تفتح عندما تتلقى ضوء أقل بالخارج والعكس صحيح لتكسب الفضاء إحساس عميق باستخدام الأنعكاسات والأنكسارات للضوء(Hraska, 2018, p109).، كما في الشكل (٤-٩).



الشكل (٤-٩) برمجة منظمات اتمتة العنصر الديناميكي للواجهه في مبنى معهد العالم العربي .
المصدر:(Decker & Zarzycki, 2014,p.183.).

تميز مبنى مقر البنك الوطني الأول (First National Bank HQ) بعناصر الواجهة الهيكلية والجمالية والمصنعة من الخرسانة المسلحة بالألياف الزجاجية (GRC) وتطفو على السطح الزجاجي للمبنى نفسه و تشكل حاجز الشمس الشبكي. يساعد هذا الحاجز على التحكم في درجة حرارة المساحات الداخلية. تم تطوير تصميم الواجهة من خلال عملية نمذجه بالحاسوب تركز على التحليل الهندسي والشكلي للهيكل، وتحليل الظل الناتج بتجانس الوان الواجهات مع الداخل والسياق بهدف تحسين الاداء المادي و البيئي (Bowie, 2019,p.2009) كما في الشكل (٤-١٠).



الشكل (٤-١٠) عناصر النظام الجمالي لغلاف مبنى مقر البنك الوطني الأول.
المصدر: (Bowie, 2019, p.2009).

المثال عن النظام الجمالي	الاجراءات	الالية	الاستراتيجية	المؤشرات المستخلصة
مركز المستقبل الثقافي	- الاتصال مع السماء و المحيط عن طريق مادة الزجاج المستخدمة. - عكس المحيط على غلاف المبنى بأستخدام شبكة من الألواح المؤتمته .	التصميم المتوافق مع السياق	المكانية	-الوضوحية -الشفافية
	- استخدام الإضاءة الديناميكية الدقيقة أو أشكال الظل غير المتبلورة الغائمة ذات التباينات على غلاف المبنى . - اعتماد الواجهات الخارجية المزدوجة " Skin Double " في التصميم		المادية	
مبنى المركز الاداري	- التناقض بين الأنشاء والطراز - الحفاظ على الحوار بين الضوء والظل، الصلابة والشفافية	آلية التجديد	المادية	-الاتصال -تنوع متكامل
	- دمج المبنى تماما مع الموقع ليبدو جزء من المحيط		المكانية	
مبنى معهد العالم العربي	- استخدام العناصر الزخرفيه المتشابه ذاتياً. - تجانس الوان الواجهات مع الداخل والسياق والتواصل بين الداخل والخارج باستمرار - تكامل لغة المبنى المعاصرة مع السياق . - ديناميكيا الغلاف الذكي للمبنى بأسخدام خلايا كهروضوئية.	التصميم بأستخدام المنظومه التكنلوجيا	المكانية	-تشابه ذاتي -نفاذية
مقر البنك الوطني الأول	- دمج الطبيعية مع الطوابق المتعددة في المبنى لخلق مساحة خارجية بشكل مشترك مع المحيط.	التصميم بأعادة استخدام المواد	المكانية	-الاعتمادية المتداخلة -التناسب
	- اتباع نظام التعتيم الذي يقلل من شدة الأضواء الكهربائية.		المادية	

جدول (٤-٥) إجراءات التكيف المكاني في النظام الجمالي . إعداد: الباحثة.

(٤-٤) تكامل إجراءات التكيف المكاني في النظم الذكية
Integration of Spatial Adaptation Actions in Intelligent Systems

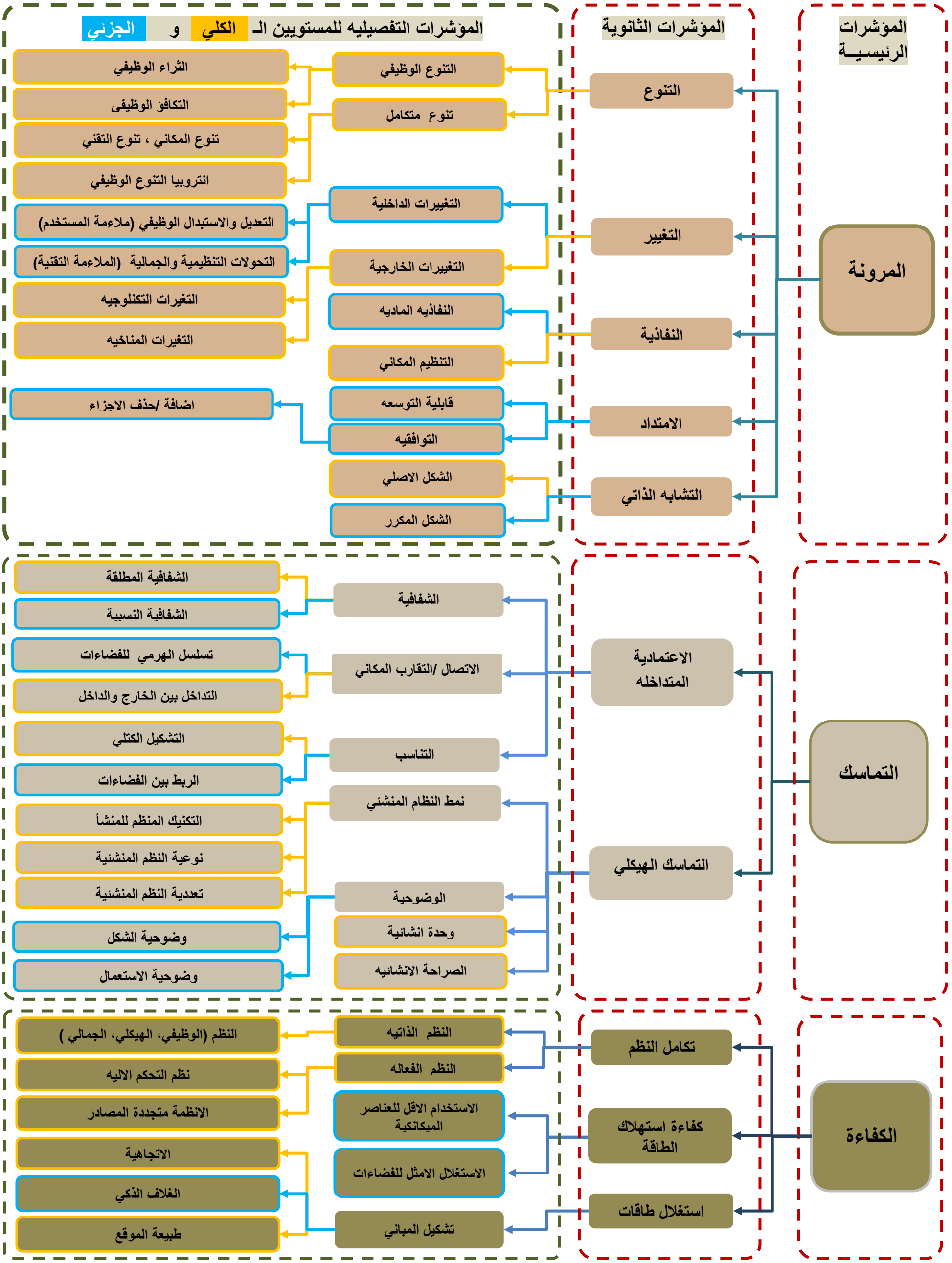
تم في الفقرات السابقة من هذا الفصل ربط استراتجيات التكيف المكاني مع الياتها واجراءات تحقيقها ضمن نظم ونطاق المبنى عن طريق تحليل النظم المتكيفة في عدد من المباني. وفقا لتعريف التكيف المكاني الذي تم تحديده في الفصل الاول من هذا البحث وماتم تناولهُ في الفصل الثاني فإن الاجراءات الاكثر فعاليةً في تحقيق أهداف التكيف المكاني هي تلك الاجراءات التي تتكامل فيها النظم الثلاث او على الاقل تجمع بين نظامين لكنها تخضع لمجموعه من الاليات. من خلال ماتم دراسته في الفصول الثلاث من هذا البحث تم التوصل الى اهم المؤشرات البارزه في هذه المباني وتمثلت بـ(المرونه، الكفاءة، التماسك) ومالها من مؤشرات فرعية التي سوف يتم توضيحها في الفقرة القادمة اما في جدول (٤-٦) وبالاعتماد على فصول البحث تم وضع اهم الاجراءات المتخذة لتحقيق التكيف المكاني في نظم العمارة الذكية.

الاستراتيجيات الرئيسية	الاستراتيجيات الثانوبه	مجالات العمل	اليات التكيف المكاني	إجراءات التكيف المكاني في النظم المعمارية	نظم التكيف المكاني في المبنى (كفاءة)			نطاقات التكيف المكاني في المبنى (التماسك)		المؤشرات المشتقة
					النظام الوظيفي	النظام الهيكلي	النظام الجمالي	المستوى الكلي	المستوى الجزئي	
دمج كلتا الاستراتيجيتين الذاتيه والفعاله	الاستراتيجيه المادية	التصميم باستخدام الوحدة النمطية	- الية التحويل	تداخل الانماط القديمة والحديثة بلغة تصميم معاصره	•	•	•	•	•	الامتداد
			- آلية المماثلة	التوافق بين المخطط والكتلة	•	•	•	•	•	
			- الوحده والتكرار	أثرنمط الهيكل الانشائي على التشكيل المعماري الناتج	•	•	•	•	•	التشابه الذاتي
				استخدام العناصر الزخرفية المتشابة ذاتياً.		•	•		•	
		التصميم باستخدام المنظومة التكنلوجيا	- أتمتة نظم الاداره و التحكم - الاعتماد على الكمبيوتر في نظم التشغيل	استخدام معدات تقنية ذات قدرة كافية لدعم استخدامات أكثر	•	•	•	•	•	التنوع التقني
				نمذجة النظام الانشائي بأستخدام برنامج BOCAD مع التحليل الهندسي والشكلي للهيكل	•	•		•		
			- الاستجابة الذاتية للتغيرات - أتمتة عملية الأنشاء	تفاعل نظم المبنى مع التغيرات (الهيكلية، المكانية، المادية)	•	•	•	•	•	
			- الية تحويل	امكانية التكيف مع التغييرات التكنولوجية وتحولات مكانية	•	•	•	•	•	
			- الية التحكم الأتوماتيكي	التحكم في التغيرات المستقبلية لفراغات المبنى	•	•			•	
			- الهياكل القابلة للتحويل - الية التنوع الوظيفي	إعادة الترتيب الهيكلي أو الوظيفي للمبنى وفقاً للتغيرات التكنولوجية	•	•		•		التغيير
			- المغلف المعدني المتجاوب - استخدام خلايا الاستشعار	زيادة ديناميكية الغلاف تجاه المؤثرات المناخية الخارجية	•	•	•	•	•	
		التصميم باستخدام البساطة والوضوح في التصميم	- الية الفك والتركيب	التشكيل الكتلي هيكليًا وسهولة تجميع الكتل وتفكيكها		•	•	•		
			- الية التقسيم والتجزئه	تصميم الهيكل الأساسي ليكون قابلاً للتقسيم	•	•			•	
			- الية الإضافة والحذف	إمكانية تغيير عناصر هيكليه بين الفضاءات وتركيبها بطريقة بسيطة لتلبية التغييرات الوظيفة	•	•			•	
	الاستراتيجيه المكانيه	التصميم بتحقيق التناسب	- الية التوحيد القياسي (Module)	تعددية أنماط النظام الأنشائي والتوحيد الشكلي الناتج		•	•	•		وحده أنشائيه
			- الية التجديد	استخدام النسب المتتاليه في الأنتقال التدريجي بين مستويات المبنى	•		•	•	•	النفاذيه
			- الية تطوير المقياس	تناظرو وتوازي الطوابق بطريقة مسرحية وديناميكية حول الفناء المركزي	•	•	•	•	•	
				تناسب أبعاد الفراغات الداخلية ووظيفتها	•	•			•	
		التصميم بأستخدام التخطيط المكاني	- الية التعقيد الأنشائي - تداخل النظم الإنشائية	الامتدادات الهيكلية أوالوظيفية بأضافة مكونات البناء والتراكيب الجديدة	•	•	•	•	•	الامتداد
			- الية الاتصال - آلية الأنفتاح	العلاقات بين مستويات المبنى والأنتقال السلس بينهما	•	•			•	النفاذيه
				التوزيع الوظيفي المتنوع للفضاءات بطريقه تعزز المركزيه	•	•		•		
				امكانية تفريغ فضاءات المبنى من جميع العناصر الأنشائية	•	•	•		•	قابلية التوسع
		التصميم المتوافق مع السياق	- الية التوجيه	الشفافية وأنفتاح الفضاءات على المدينة	•	•		•		الشفافيه
			- الية التجديد	الملاءمة المكانية والارتباط الوظيفي مع وظائف المحيط	•	•		•	•	التنظيم المكاني
			- الواجهات الخارجية المزدوجة Double envelope	تكامل الغلاف مع النظام الانشائي والتوافق مع السياق		•	•		•	الامتداد

جدول (٤-٦) إجراءات التكيف المكاني ضمن نظم ونطاق المبنى.

إعداد : الباحثة أعتماداً على ماتم تناولهُ في الفصل الاول و الفصل الثاني من هذا البحث.

(٤-٥) مؤشرات الاطار النظري Indicators of the theoretical



مخطط (٤-٤) مؤشرات التكيف المكاني في نظم العمارة الذكية. إعداد : الباحثة أعتماداً على ماتم تناولهُ في الفصل الاول و الفصل الثاني والفصل الثالث من هذا البحث

(٤-٦) مقاييس مؤشرات التكيف المكاني
Indicators Measurement of Spatial Adaptation

تم في هذا الفصل تحديد اجراءات تكيف النظم المعمارية ضمن المناهج الذكية، كما تم اشتقاق المؤشرات الرئيسية والثانوية تمهيداً لوضع المقاييس، ونظرا لتوسع الموشرات والمقاييس المطلوبة لقياسها سيقتصر الجزء التطبيقي وتحديد المقاييس على قياس مؤشر مرونة النظم في تحقيق اجراءات التكيف المكاني اما مؤشري تماسك نطاقات التكيف المكاني وكفاءة النظم المعمارية الذكية فسيترك للبحوث المستقبلية.

(٤-٦-١) مؤشر مرونة نظم العمارة في تحقيق اجراءات التكيف
Indicator of flexibility of architecture systems in achieving adaptation actions

تمثل المرونة عمومًا الاستجابة او القدرة على الاستجابة، يرى (Gerwin،1993) ، المرونة على أنها قدرة النظام على الاستجابة بفعالية للتغييرات والعمل على تحسين الأداء، وايضا تمثل أنعكاس لقدرة النظام على التغيير أو التفاعل مع القليل من التكلفة في(الوقت،الجهد،الأداء) (Pinder, Schmidt, Austin, & Gibb, 2017,p21). اما (Upton (1994يرى المرونة على أنها السمة الاستباقية المصممة في اي نظام، وليس سلوكًا تفاعليًا قد يؤدي في الواقع إلى الإضرار بالوقت والجهد والتكلفة والأداء (.Naim, Potter , Mason & Bateman, 2006,p.299).

تم تصنيف القدرة على التكيف أيضًا على أنها قدرة ومرونة وكفاءة المستوى الجزئي والكلي. هناك توافق بين مفهومي " التكيف" و "المرونة". على سبيل المثال، يعتبر رابابورت(١٩٩١) Rapaport أن القدرة على التكيف تسعى إلى إنشاء نظم أساسية تسمح بتوسيع وتقليص المجالات الوظيفية، ولكن دائمًا ضمن قيود ثابتة ، فإن تصميم مبنى للسماح لطبقاته الهرمية بالتغير كل في نطاقه الزمني الخاص يؤدي الى دمج القدرة على التكيف في المبنى أثناء الإنشاء الأولي وإلى توفير الوقت والمال عند الحاجة إلى إجراء تغييرات للتصميم في وقت لاحق من عمر المبنى.

يعرف Groak(1992) القدرة على التكيف بأنها قادرة على الاستخدامات الاجتماعية المختلفة والمرونة باعتبارها قادرة على الترتيبات المادية (Gosling, Naim, Sassi, & Lark, 2008, p2).

هناك عدد من المؤشرات التي تتعلق بالمرونة وتساعد في قياس إجراءات التكيف المكاني وهي ترتبط بالآليات التي تم تحديدها ووضحت مسبقاً في الجدول (٤-١) وتشمل(**التنوع ،التغير ،النفاذيه ،الامتداد والتشابه الذاتي)**، تهدف هذه المؤشرات لقياس مجموعة متنوعة من التأثيراًت او قابلية التأثر في نظم المبنى للإجراءات، و يوضح مخطط(٤-٦) العلاقة المفاهيمية بين التكيف وقابلية التأثر فتسعى إجراءات التكيف (التفاعلية بشكل أساسي) إلى معالجة التأثيرات المحسوسة من خلال التعديلات على الحساسية قياساً الى التعرض، بينما يمكن أن يوفر بناء القدرة التكيفية (الاستباقية أساساً) مجالًا إضافياً لتقليل قابلية التأثر،

و اعتمادًا على معادلة قابلية التأثير يتم تحديد المؤشر والنظام ذو التأثير الاقوى على رفع مستوى تكيف المبنى مكانيا بالاعتماد على إجراءات التكيف المتبعة، التأثيرات المحسوسة لا تعتمد فقط على نطاق وفعالية اجراءات التكيف في المبنى، بل ترتبط بالتغيرات كتغيرات التكنلوجيا والتغيرات المكانيه والمناخيه (Lei, *et al.*, 2014, p608).

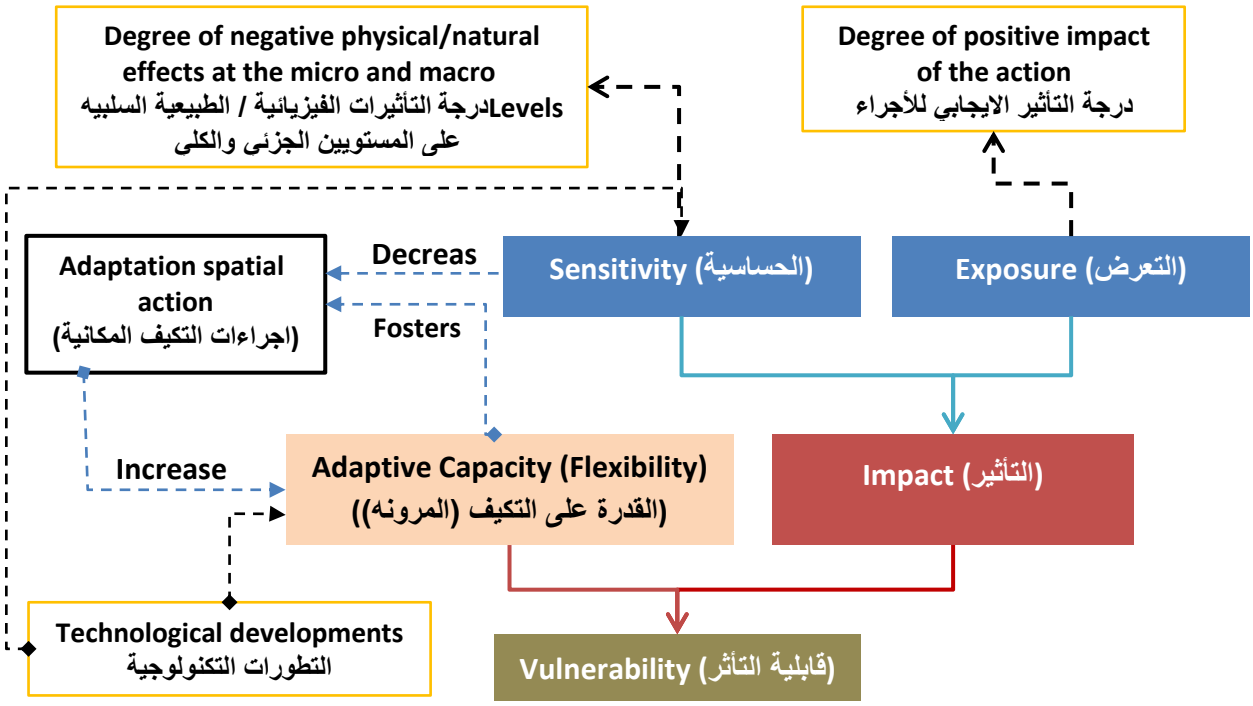
اقتصرت طريقة القياس في دراسة هاجنلشر في (Hagenlocher, 2018) ودراسة (Maru, 2014) اجريت على قياس مرونة النظام البيئي فقط لكن في هذا البحث سوف يتم فيها حساب اجراءات التكيف للنظم الاساسيه الثلاث (الوظيفي ، الهيكلي ، الجمالي) التي من خلالها سوف يتم معرفة دور كل نظام و التدخل الاكثر في زيادة مستوى التكيف المكاني للمبنى، وسيتم تحديد وتفسير قياس التأثير وفقا لما يلي:

- قابلية التأثر(Vulnerability): هي الدرجة التي تكون نتيجة لمجموعة من نسب الاجراءات المتخذة في النظم بسبب كون النظام عرضة أو غير قادر على التعامل مع الآثار السلبية للتغيرات (المادية، الاقتصادية، الاجتماعية، البيئية) بما في ذلك تقلب المناخ والظواهر المتطرفة وتغير التقنيات وتأثيرها ومن عناصره الاساسية:

- **التعرض(Exposure)** : هي درجة التأثير الايجابي للإجراء الذي اتخذه لحماية المبنى من التأثيرات السلبية بسبب التغيرات الاقتصادية، اجتماعية، مادية، وظيفية، بيئية .يمكن التعبير عن درجة التعرض بالأرقام المطلقة والكثافة والنسب وما إلى ذلك
- **الحساسية(Sensitivity) :** هي درجة التأثير السلبي للأجراء الذي اتخذت نتيجة التغيرات المادية والوظيفية والبيئيه ، سواء كانت ضارة أو مفيدة.
- **القدرة على التكيف (Adaptive capacity):** هي درجة قدرة نظام (الوظيفي ،هيكلي ،جمالي) على الاستجابة لتغير او التخفيف من احتمالية الضرر من خلال الاسلوب المتبع لتقليل التعرض أو الحساسية، يسعى التكيف إلى الاعتدال أو تجنب الضرر أو استغلال الفرص المفيدة .

يعتمد تقييم القابلية للتأثر للأجراءات التكيف المكاني وفقا لقياس القدرة التكيفية للنظم الذكية استجابةً للتحديات أو الفوائد الناجمة عن التغيرات المختلفة، لا يشمل التكيف المكاني الاجراءات التي سيتم اتخاذها فحسب، بل يشمل أيضًا مرونة الاجراءات المتخذه لتحديد النظم ذات اعلى قوة تأثيرعلى المبنى لتحقيق التكيف المكاني (Meybeck, *et al.*, 2019,p6).

تعزز اجراءات التكيف التدريجية من وجود النظام، وتعكس المرونة قدرة النظام على الاستجابة لتغيرات المختلفه (ماديه، وظيفيه، هيكليه، اقتصاديه، بيئية) مع الحفاظ على الوظيفة الأساسية للنظام وهيكلتهُ قد تزيد الإجراءات من تكيف الفضاء، فتكون عملية التكيف دورية بدلا مما تكون ثابتة(Bee, 2016,p6). كما موضح في مخطط(٤-٥).



مخطط(٤-٤) علاقة اجراءات التكيف بالعوامل التي تؤثر على قابلية التأثر ومرونة النظم.إعداد: الباحثة.

يتم قياس قابلية التأثر عن طريق قياس الاجراءات عن طريق المعادله المذكوره في المخطط اعلاه ونسب تقيم تأثير الاجراءات على نظام تكون بين (0 ،1 ،1.5).

- الاجراء المتخذ لتغير النظام الوظيفي من النظام المغلق الى النظام المفتوح بإتباع الية التعديل تكون قيمة التأثير الايجابي (**Exposure**) (**1.5**) اما قيمة التأثير السلبي (**Sensitivity**) للنظام (0).
- التمديد بأضافة مكونات البناء والتراكيب للمبنى سواء الامتدادات الهيكلية أو الوظيفية ، داخل المبنى الحالي أو خارجه، أن كانت التراكيب المضافة قابلة للفك والتركيب بإتباع الية التعقيد الأنشائي تكون قيمة التأثير الايجابي(**Exposure**) (**1.5**) اما بإضافة التراكيب الثابته بإتباع الية تداخل النظم الإنشائية تكون قيمة التأثير السلبي (**Sensitivity**) للنظام (1) لأنها تعمل على تغير في مخطط التصميمي .
- تطبيق الحلول المعيارية (modular) وفقاً للألية التوحيد القياسي والمقياس الأنساني تكون قيمة التأثير الايجابي (**Exposure**) (1) لأنها تكون نسبية وقياسية وتكون قيمة التأثير السلبي (**Sensitivity**) للنظام (1) لأن محدودية مرونة التحكم في ابعاد الفضاءت.
- إعادة الترتيب لعناصر النظام الهيكلي و فضاءات النظام الوظيفي للمبنى بأتباع اليات التجديد والتعديل نتيجة التغيرات التكنولوجية التي تعتبر ضرورية، تكون قيمة التأثير الايجابي (**Exposure**) (1.5) واذا كان الهدف من التجديد المرونة والتكيف تكون النسبة (1) لزيادة الاداء الجمالي وتكنلوجي والوظيفي، اما قيمة التأثير السلبي (**Sensitivity**) للنظام في كلتا الحالتين (0).

- تداخل العناصر التكيفيه للنظام الأنشائي مع عناصر النظام الذكي والتقنيات المستخدمه بأتماع الية اتمتة عملية التنفيذ والتصميم تكون قيمة التأثير الايجابي (Exposure) (1.5) لأنها تعمل على تحسين الاداء(بيئي، وظيفي، جمالي) ايجابي عالي و قيمة التأثير السلبي (Sensitivity) للنظام (0).
- تغيرة العلاقات الوظيفية بين الفضاءات، بإتباع الية الاتصال والية الاضافه والحذف لتغير التدرج الهرمي من الخاص الى العام واضافة جسور بين طبقات المبنى لتحقيق سهولة الوصول تكون قيمة التأثير الايجابي (Exposure) (1.5) لأنها تحقق مرونه عاليه و يكون التأثير السلبي (Sensitivity) للنظام قيمتهُ (1) لأن يكون لها تأثير سلبي على نظام الهيكلي .

القدرة على التكيف (Adaptive capacity) : تقاس نسبةً لأسلوب التصميم المتبع لتكيف المبنى مكانياً مع السياق اذا كان يتكيف بأسلوب تصميم ذاتي (passive) بإتباع اليات التصميم منها (التعديل، التجديد، اعادة التأهيل، الاصلاح، التحويل، الاتجاهيه، الاتصال والية التوحيد القياسي) من دون تدخل التقنيات وتكنلوجيا الحديثه تكون قيمته (1). اما عندما يكون الاسلوب الفعال هو الاسلوب المتبع بأستخدام اليات الذكاء وتكنلوجيا المتطوره منها الية (اتمتة التصميم والتنفيذ ، الية التحكم والاستشعار ،الية التشكيل الكتلي وتحليل الهندسي بأستخدام برامج الذكية) و تكون هذه الاليات معاً مع اليات التصمم الذاتي لتحقق اعلى تكيف و تكون قيمتهُ (1.5) ، واذا كان المبنى مناقضاً لسياقه بأتباع اليات فعاله إذ يكون المبنى عباره عن اله تكون القيمه (0).

$$V = (E + S) - AC$$

Vulnerability(قابلية التأثر) = Impact (التأثير) – Adaptive Capacity (القدرة على التكيف)

Impact = Sensitivity(الحساسية) + Exposure (التعرض)

Adaptation actions (إجراءات التكيف) ← Building adaptive capacity (قدرة المبنى على التكيف)

مخطط (٤-٥) العلاقة المفاهيمية بين التكيف وقابلية التأثر .المصدر:(Marigi, 2017,p.52)

(Harley, Horrocks, Hodgson, & van Minnen, 2008,p12)

(٤-٦-١-١) قياس مرونة النظام الوظيفي وهيكلي و الجمالي (مؤشر تنوع).
Measurement the Flexibility of the Functional & Structural &Aesthetic System (Diversity Index)

اولاً: التنوع الوظيفي (Functional diversity) : يمكن قياس وتحديد سمة التنوع عن طريق محاكاة مؤشر التنوع البيولوجي، والذي عادة ما يشير اليه الباحثون في معظم الدراسات منها(دراسة احمد (Al-Khafaji & Al-Salam, 2018) ودراسة كيم (Kim, *et al.* 2017) ودراسه لباحثين اخرين(Omayio, 2019)) ، الخاصة بالتنوع الوظيفي المعماري، إذ يكمن قياسه بعدد أنواع الوظائف

المختلفة وتواترها النسبي، على جميع مستويات التسلسل الهرمي للمبنى و يشمل المبنى مجموعات مميزة من نوع واحد من الوظائف (جنس واحد كأن تكون معارض، قاعات، متاحف، الخ) ومجموعه اخرى من الوظائف المختلفة على المستوى الكلي، متمثله بـ(التجانس الوظيفي) كما هو في مبنى مركز بومبيدو (Pompidou Center) الذي يتكون من مجموعه من مجموعة معارض للفن الحديث مع مركز ابداعي صناعي ومجموعة متاحف معاصره وايضاً في مبنى معهد العالم العربي (Institute du Monde Arabia) يتكون من مجموعة معارض الفنون ومجموعة اخرى قاعات تعليمية وعلى المستوى الجزئي متمثل في العناصر التكيفية في الواجهة، أي يتم في قياس المؤشر الدمج بين النظام الوظيفي والنظام الجمالي كما هو في مبنى مركز الشيوخ الكندي (Senate of Canada Building) لتحقيق التكيف (Morris, *et al.*,2014,p.3515). ومن أهم مقاييس التنوع:

- مؤشر تنوع شانون Shannon Diversity Index (H) (يستخدم لقياس مرونة تنوع النظام الوظيفي/المستوى الكلي).

- مؤشر تنوع سيمبسون Simpson's Diversity Index (D) (يستخدم لقياس مرونة تنوع النظام الجمالي(غلاف المبنى) /المستوى الجزئي).

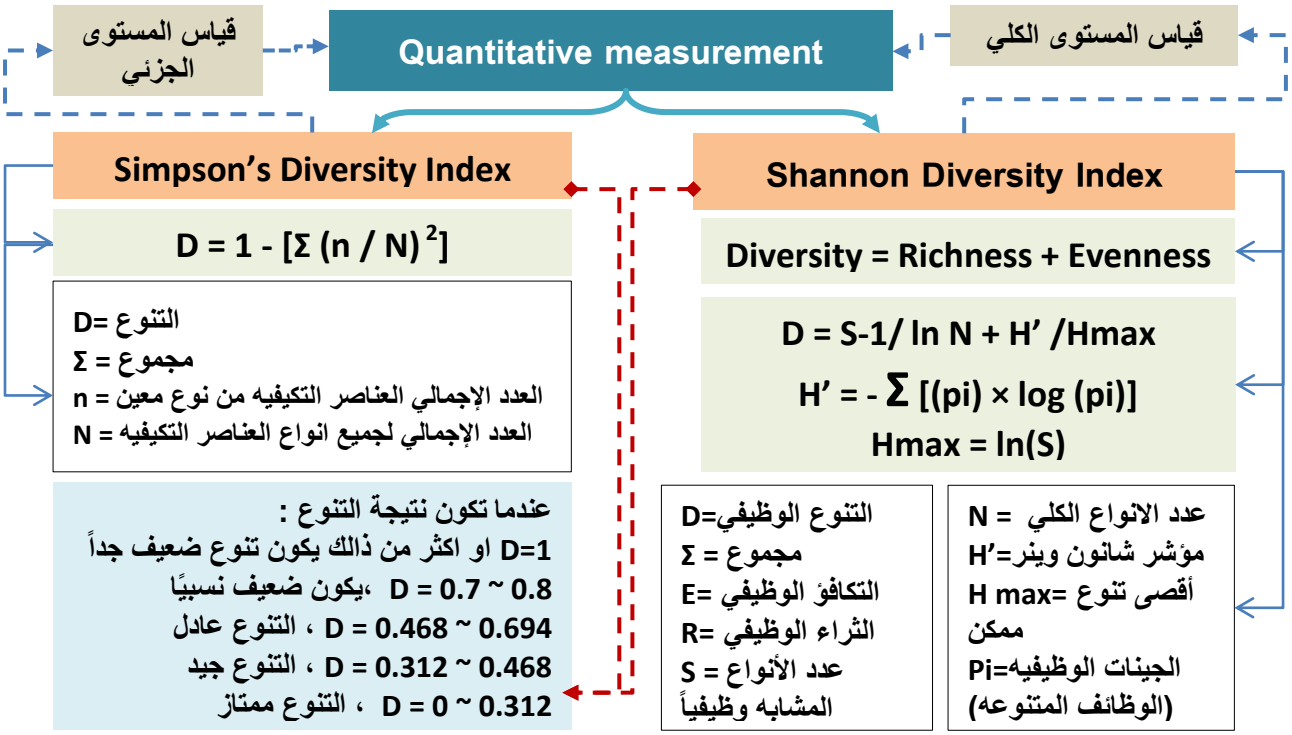
يعد مؤشر تنوع شانون (المعروف أيضًا باسم مؤشر تنوع شانون وينر) مقياسًا شائعًا يستخدم في علم البيئة (Kim, *et al*, 2017,p2090).

يعتمد على صيغة كلود شانون ويقدر تنوع الأنواع. يأخذ المؤشر في الاعتبار عدد الأنواع المتشابه (ثراء) ووفرتها النسبية (التكافؤ). في هذا البحث يعمل على قياس المستوى الكلي للنظام الوظيفي في المبنى إذ يكون نطاق التنوع بين 0 إلى 1 (Song, *et al.*, 2015,p5) وتشير الى:

- تشير الدرجات العالية (القريبة من 1) إلى تنوع منخفض.
- تشير الدرجات المنخفضة (القريبة من 0) إلى تنوع عالٍ.

مؤشر التنوع سيمبسون تناولته دراسة (Augousti, *et al.*, 2021),(Park, *et al.*, 2019)ليمثل مقياس للتنوع ليأخذ في الاعتبار عدد الأنواع الموجودة ، وكذلك وفرة كل نوع ، على مستوى الجزئي المتمثل بالعناصر التكيفيه في الواجهات اي أنها تمثل النظام الجمالي، إذ يتم حساب عدد العناصر التكيفيه الثابته في الواجهه والعناصر المتحركه او مايمكن تسميتها فعالة ذات تقنيات حديثة ومن خلال معادلة التنوع سيتم معرفة نسبة التكيف المرن للنظام الجمالي هو أبسط مقياس يستخدم لتمثيل التنوع، ويظل الأكثر شيوعًا، تعد وفرة الأنواع أو السمات مهمة أيضًا للتنوع ، وله علاقة تحليلية بالسلسلة لذا نسبة التنوع المنخفضة تشير إلى سيطرة نوع واحد من الأنواع ، كما في مبنى معهد العالم العربي (Institute du Monde Arabia) سيطر التصميم التقني على الواجهة للتكيف مع المناخ والسياق، وايضاً في واجهة متحف المستقبل(Futurium Berlin) وتشير القيم العالية إلى أن أعدادًا متساوية نسبيًا كما في مبنى مقر البنك الوطني الاول (First National Bank HQ) إذ ان ذات المعيار يعكس على حاصل التنوع

الناتج من جمع الوفرة والكفاءة إذ كلما كانت النسبه قليلة تدل على سيطرة نظام وظيفي معين وكلما كانت النسبة حاصل جمعهما مرتفعه تدل على ان المبنى يلبي اكثر من وظيفة مختلفة (Omayio & Mzungu, 2019,p.48) ، تعمل العلاقات الرياضية الموضحة في المخطط (٤-٧) على قياس مؤشر التنوع .



مخطط (٤-٦) العلاقة الرياضيه لكلتا المؤشرين لقياس التنوع على المستويين الجزئي والكلي.

إعداد: الباحثة بالاعتماد على(Omayio & Mzungu, 2019, p.47.)، (Augousti, *et al*., 2021,pp2-7)، (Kim, et *al*., 2017, p2091)

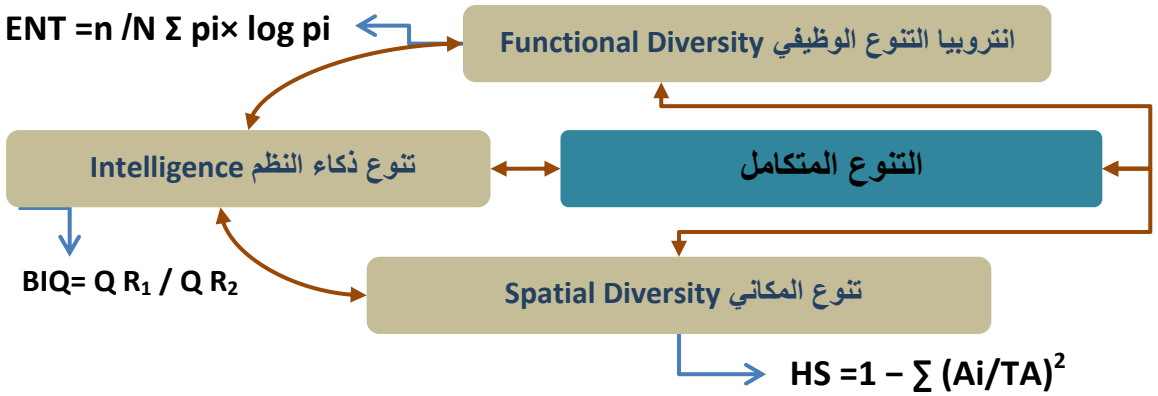
ثانياً: التنوع المتكامل (Integrated Diversity) : بناءً على مستويات التنوع البيولوجي وهي التنوع الجيني تنوع الاصناف وتنوع النظام البيئي، تم إنشاء ثلاثة مستويات من التنوع المتكامل ، بما في ذلك عنصر الجين (آلية ديناميكية)، وعنصر الصورة (تكوين النظام) والعنصر المحيطي (بيئة الفضاء). تم محاكاتها معمارياً على أنها ثلاثة نظم فرعية للتنوع المتكامل ، بما في ذلك أنتروبيا التنوع الوظيفي (يختص بأنواع الوظائف في المبنى(نظام وظيفي)) وذكاء النظم (يختص بمدى الدمج بين الاستراتجيتين الذاتيه والفعاله في المبنى) والتنوع المكاني (يختص بمساحات الأنشطه والاستخدامات في المبنى (نظام هيكلي)) ، فيمر المبنى بعملية ديناميكية مستمرة وتتمثل بدورة حياة كاملة للنظم لتتفاعل وتتكامل مع بعضها وللتفاعلات الداخلية والخارجية و عوامل البعد الزمني تأثير على البيئة المكانية وذكاء النظم ويأثر عليها التنوع الوظيفي باستمرار (Qin, Yao, Shen & Wang, 2021, p9).

يتم حساب الأنتروبيا في النظام الوظيفي لأنها تساعدنا في معرفة أنتظام التنوع الوظيفي ونسبة العشوائية في هذا التنوع. يمكن تعريف الأنتروبيا على أنها مقياس لنقاء التجانس الوظيفي، تقع نتائج الأنتروبيا دائمًا بين (0إلى1) فكلما اقتربت من (0) تكون قليلة و تقاس الأنتروبيا من خلال العدد الكلي للوظائف في المبنى

ومدى تنوع تلك الوظائف. ويقاس **التنوع المكاني** من خلال النسبة بين المساحه المشغوله بالوظائف الى المساحة الكلية.

حاصل البناء الذكي فأنه يحسب من خلال النسبة بين استخدام الاستراتجيه الذاتية الى الفعالة ويكون نطاق نسبته بين (0 الى 1)، و كلما كان المبنى معتمداً على المزج بين الاستراتجية الذاتية والفعالة تقترب تقدير القيمة من (0.8 الى 1) وكلما كان المبنى يعتمد فقط على ذكاء التصميمي فهو ينحى لمنحيين اما أن يعتمد على الاتجاهية بتوجية المبنى نحوى الاتجاه الذي يخدم عمل التقنيات على المستوى الوظيفي والجمالي لتحسين الاداء البيئي والوظيفي في المبنى فتكون قيمته بين (0.4 الى 0.7) أو أن يعتمد على الأنفتاحية بين الفضاءات أي أن تكون الفضاءات مفتوحة وخالية من العناصر الهيكلية وتساعدها التقنيات الذكية على اداء وظائف متنوعة في فضاء واحد و تكون قيمته (0.5) ، وكلما كان المبنى يعتمد فقط على ذكاء التقني تكون قيمته (0) لأن المبنى يعد كأنهُ آلة (Howedi, Lotfi &Pourabdollah 2020,p6).

تربط المؤشرات الثلاث علاقة تكافلية مشتقة من العلاقة التكافلية في علم الاحياء فتعبر عن إعادة التركيب المتعدد في علم الأحياء، ويشير التكافل إلى العلاقة التي يعيش فيها كائنان حيويان لكي يستفيد كل منهماالآخر ويتم حساب التنوع المتكامل من خلال العلاقات الرياضية الموضحة في المخطط (٤-٨) ويكون للأنتروبيا التأثير الاكبر في هذه العلاقه فكلما كانت هي النسبه الاقل يكون التنوع متكامل.



التنوع الوظيفي=Σ pi× ln pi ، العدد الكلي للوظائف في المبنى =N، انتروبيا التنوع الوظيفي =ENT
العدد الإجمالي للوظائف من نوع معين=n
المساحة الاجمالية للمبنى= TA، مساحة الفضاءات ذات الوظائف المتشابه= Ai ، تنوع التكوين المكاني = HS
نسبة الذكاء التقني = $Q R_2$ ، نسبة الذكاء التصميمي= $Q R_1$ ، بناء حاصل الذكاء=BIQ

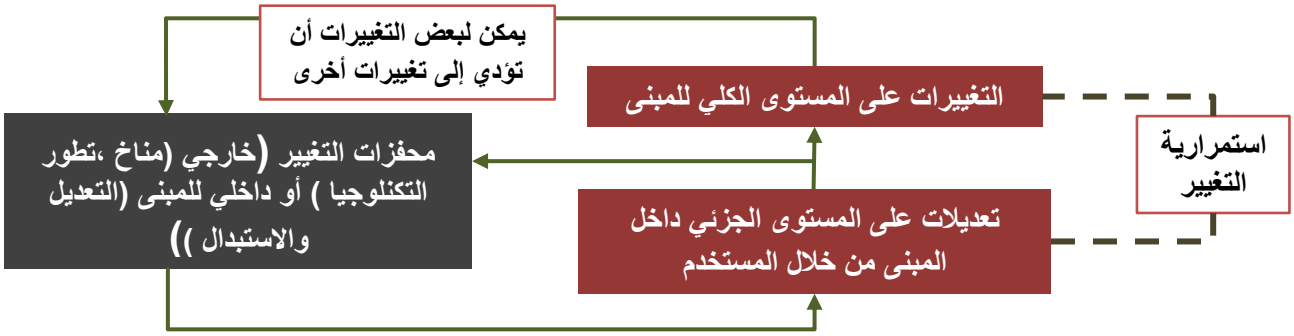
مخطط (٤-٧) العلاقات الرياضيه لقياس التنوع المتكامل.
إعداد: الباحثة بالاعتماد على(Batov, 2015,p.106)، (Al-Khafaji, & Al-Salam, 2018,p.340) ، (Jost, 2006, pp.363-375.).

(٤-٦-١-٢) قياس مرونة تكيف النظم للتغير (مؤشر التغير).
Measurement the Flexibility of Adaptation Systems to Change (Change Index).

التغييرات في استخدام المبنى هي الدوافع الرئيسية للتكيف المكاني، ومع ذلك، هناك عوامل خارجية أخرى ، مثل التطورات السريعه في التكنلوجيا، والظروف البيئية و تغير المناخ (Gosling, *et al.*, 2013,p46). لذلك التغيير يمكن أن يكون غير متوقع او ناتج عن تعديل في تنظيم المبنى. يأخذ في الاعتبار القدرة على إجراء تغييرات سريعة وقصيرة المدى وعالية التردد (مرونة) كما حدثت تغيرات عديدة بفترات زمنية متتالية في النظام الوظيفي في مركز بامبيدو(Pompidou Center)، وتغييرات منخفضة التردد في مبنى مجلس الشيوخ (Senate of Canada Building) إذ تعرض الى تجديد بشكل كامل لكن على المدى الطويل(Schmidt, *et al.*, 2012,p89) .

يمثل التغيير بأنه استجابة ويظهر عندما يكون هناك فرق بين توقعات المستخدم وأداء المبنى (ملاءمة المستخدم) أو اختلاف بين المواصفات الفنية وأداء المبنى (الملاءمة التقنية) ، وكلاهما يتأثر بعوامل خارجية مثل تغير المناخ، والتطور التكنلوجي السريع (Mendizabal, *et al.*, 2018.p413).

تتراوح معالجة هذه التغيرات من تعديل واستبدال بسيط إلى تجديد كامل، بعض هذه تغيرات تكون في العمليات التنظيمية منها (التغييرات في تخطيط الفضاء او تغيرات في الوظيفة) فتنشأ من الحاجة إلى تحسين أداء المبنى بجميع ابعادهُ من الناحية (الاجتماعية، الاقتصادية، البيئية والربحية، وغيرها) كما موضح في مخطط (٤-٩)(Kamara, *et al.*, 2020,p.4) .



مخطط (٤-٨) نموذج مفاهيمي للتغيير و التكيف .

إعداد: الباحثة بالاعتماد على (Kamara, *et al.*, 2020,p.5) .

يكون قياس التغير وصفياً (qualitatively) بطريقه تحليل الخصائص والنظام المعرض للتغير (هيكلي، وظيفي، جمالي) بتحديد (الدافع، طريقة الاستجابه، مقياس التكيف، العنصر التكيفي الذكي المستجيب)،على النحو التالي:

الدافع Impulse:السبب وراء التغير يمكن أن يكون (ظروف مناخية، تغيرات تكنلوجيا، اسباب وظيفية) على سبيل المثال الحاجه الى تعديل واستبدال او اضافة عناصر الى الفضاءات او مزج الوظائف في فضاء واحد و وما إلى ذلك.

- **طريقة الاستجابة Response Method:** الحالة الناتجة، المتغيره بمرور الوقت. فيما يتعلق بأداء المبنى للمستويين الكلي والجزئي، يمكن أن تكون الاستجابة هي (مستوى نفاذية الضوء، المقاومة الحرارية، التهوية، التشغيل الالي، التحكم المركزي، نظم تظليل). يتم تحديد التغير في نظم المبنى وما كسبته من ميزات من أجل التكيف .
- **مقياس التكيف Scale Of Adaptation :** يكون التكيف استجابه للظروف اما في نظم المبنى على المستوى الكلي، والتي يتم تصنيفها على أنها (macro) أو يمكن أن يكون على مستوى الجزئي داخل المبنى، والتي يتم تصنيفها على أنه(micro) .
- **العنصر التكيفي الذكي المستجيب Responsive Intelligent Adaptive Element:** يكون اما ميكانيكيًا أو هوائيًا أو هيدروليكيًا أو قائمًا على المواد. يشير نوع المكون الميكانيكي والهوائي والهيدروليكي إلى تغيير في المستوى الكلي بينما يكون نوع التكيف المستند إلى المواد تغييرا على المستوى الجزئي (Koyaz, 2017,p4.) . مثال على ذلك معهد العالم العربي (Institute du Monde Arabia) يعد من الامثلة المبتكرة لتطبيقات المغلف التكيفي الذكي الذي جاء استجابة لتغير مستوى ضوء الشمس بشكل مستمر، و يكون التكيف على المستوى الجزئي المتمثل في الواجهات من خلال عنصر التكيف المتحكم فيه ميكانيكياً من خلال أغشية حساسة للضوء لذلك تتغير نفاذية الضوء للواجهة وتنظم بشكل غير مباشر لتحسين الاداء الحراري للمبنى. يتم التحكم في الفتح أو الإغلاق بواسطة نظام إدارة المبنى المركزي BMS (هو مختصرلـ (Building management system) نظام إدارة مبنى يعرف ايضاً بـ (نظام أتمتة المبانى) ويتكون من أجهزة ذكية تتواصل مع بعضها البعض لتحقيق الغرض منها. مثبته في المباني للسيطره ومراقبة معدات المبنى الميكانيكية والكهربائية مثل التهوية والإضاءة وأنظمة الطاقة وفقًا لمستوى الشمس على مدار اليوم . (.(Iddianozie & Palmes, 2020,p.1.)

(٤-٦-١-٣) قياس مرونة النظام الهيكلي (مؤشر النفاذية)
Measurement the Flexibility of the Structural System (Permeability Index).

النفاذية في العمارة المتكيفة مكانياً تمثل الجودة المضمنة في العمارة كنفاذية فيزيائية ونفاذية ظاهرة، تناولت النفاذية العديد من الدراسات فتتجلى بدايةً في الواجهة (الخارجية) كما تلاحظ لاحقاً في التنظيم المكاني (الداخلي) للمبنى وكليهما في حدود النظام الهيكلي . تتضمن النفاذية الفيزيائية معلمتين مهمتين يمكن استخدامهما لقياس نفاذية الواجهة (Herthogs, Debacker, Tunçer, De Weerdt & De Temmerman, 2019,p10):

- إمكانية الوصول (تفسير للعلاقة بين الوقت والحركة)
- الرؤية (تفسير للعلاقة بين المكان والزمان)

تتمثل النفاذية المادية في سهولة الوصول و يمكن ملاحظة تأثيرها مباشرة حتى السطح المعتم الظاهر يمكن الوصول إليه من خلال تسليط الضوء، او باستخدام مواد شفافة مثل مادة الرخام القابلة للاختراق للضوء، من ناحية أخرى تسمح الرؤية بإدراك المواقع المختلفة في وقت واحد، تكون معقده للغاية خاصة عندما يتعلق الأمر بالوسائط الرقمية المعاصرة فيتم الربط بين مشهدين للفضاء في نفس الزمن (Yavuz, & Kuloğlu, 2014.p32) .

Permeability = Accessibility + Visibility
النفاذية = إمكانية الوصول + الرؤية

يمكن أخذ إمكانية الوصول مقابل الرؤية معًا لقياس درجة النفاذية المادية للمبنى على المستوى الجزئي تمثل أداة لدراسة العلاقة بين "الداخل مع الخارج"، و "الخارج مع الخارج"، و " الخارج مع الداخل" فتنظم شكل الفضاء للمبنى. ويمكن قياسها على المستوى الجزئي والجدول (٤-٧) يوضح نموذج لطريقة القياس .

العناصر(Element)	إمكانية الوصول (Accessibility)	الرؤية (Visibility)
جدار خرساني بفتحات محدودة الحجم (مثل النوافذ والأبواب)	مرتفع (قوة طبيعية)(High (natural force منخفض (تدفق بشري)(Low (human flow	معتدل (خارج مع داخل)(Moderate (out-in) منخفض (داخل مع الداخل)(Low (in-in
جدار زجاجي مع فتحات	عالية (قوة طبيعية)(High (natural force Moderate (human flow) معتدل (تدفق بشري)	مرتفع (داخل مع خارج) High (in-out)
جدار زجاجي (عاكس،ثلاثي التركيبه،زجاج مزدوج).	عالية (قوة طبيعية)(High (natural force منخفض (تدفق بشري)(Low (human flow	مرتفع (داخل مع خارج)(High (in-out) مرتفع (داخل مع داخل)(High (in-in
جدار من الطوب بفتحات محدودة	منخفض (قوة طبيعية) (natural force)	معتدل (خارج مع داخل)(Moderate (out-in)
الهيكل الخرساني الذي يستخدم لتحديد الفناء	عالية (قوة طبيعية)(High (natural force عالية (تدفق بشري) (High (human flow	منخفضة (داخل مع خارج)(Low (in-out) عالية (خارج مع الخارج) (High (out-out
سقف مع فتحات	عالية (قوة طبيعية)(High (natural force	مرتفع (داخل مع خارج)(High (in-out)
النظام المفتوح	مرتفع (تدفق بشري)(High(human flow	مرتفع (داخل مع الداخل)(High(in-in)

جدول (٤-٧) نموذج قياس العناصر الاساسيه للنفاذيه.

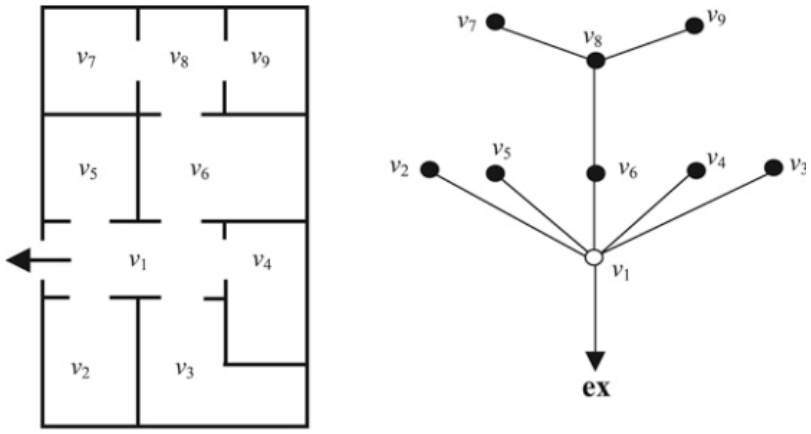
إعداد: الباحثة بالاعتماد على(Samuels, 2011,p.27).

مبنى مركز بومبيدو(Pompidou Center) يحقق نفاذية عالية بسبب شفافية غلافه الخارجي على العكس من مبنى متحف غوغنهايم بلباو(Guggenheim Museum Bilbao) ذو النفاذية المنخفضة بسبب غلاف هيكل المبنى مبطن ببلاط التيتانيوم. النفاذية المكانية داخل المبنى تتمثل بربط طبقات المبنى مع بعضها البعض محوريًا لتشكل طبقة مكانية.

يمكن زيادة النفاذية المكانية على المستوى الكلي من خلال تنظيم التسلسل الهرمي للمساحات العامة وشبه العامة والخاصة (Yavuz& Kuloğlu, 2014.p33).

العمارة المعاصرة تستخدم الفراغ (Void) كتعريف مكاني داخل المبنى ويتم تحديد المساحة الداخلية من خلال الجدران والاعمدة، وتتمتع فراغات المبنى بالمرونة العالية وحرية التصميم. تعتمد فكرة " النفاذية " على التنظيم المكاني متمثل بالـ(الطبقة المكانية الأفقية (المحددة بواسطة الأرضية) والطبقة المكانية

العمودية (المحددة بواسطة سقف الارتفاع المزدوج)) أن تداخل الطبقة المكانية يمكن أن يكون وسيلة لتنظيم وخلق الفضاء، يتم قياس النفاذيه المكانيه عن طريق التقييم المكاني والقدرة على التكيف.أذ ان القدرة على التكيف للتكوين المكاني للمبنى يتم تقيمها من خلال عمل خريطة مكانية لمخطط المبنى كما موضح في شكل (٤-١١) (Rockow, Ross & Black, 2018,p.20).



الشكل (٤-١١) خريطة مكانية لمخطط مبنى.

المصدر:(Herthogs, Debacker, Tunçer, De Weerdt & De Temmerman, 2019,p6)

هذه الخريطه تحتوي على رؤوس متقاطعة بشكل حرف (V) وتوصل بين الرؤوس مسارات تربط الرؤوس مع بعضها وتمثل العمق بين فضاء والاخر إذ يمثل الاقل عمق هو الاعلى نفاذية، ويتم حساب العمق الكلي الاجمال (ATD) فتمثل المعادله (1) حساب العمق الاجمالي الاقل نفاذية.

$$ATD_{less\ p} = 2v^2 - 6v + 4 \quad \ldots\ldots 1$$

تمثل (V) عدد الرؤوس ، ($ATD_{less\ p}$) المسارات الاقل نفاذية، ويتم حساب المسارات الاعلى نفاذية ($ATD_{highest\ p}$)عن طريق معادله (2).

$$ATD_{highest\ p} = (v-1)^3/3 + (v-1)^2 + 2(v-1)/3 \quad \ldots\ldots 2$$

يتم حساب النفاذية(p) لعمق البناية الاقل على المستوى الجزئي بين فضاءاتها($ATD_{less\ d}$) من خلال معادلة (3) والنفاذية (p) لعمق الكلي للمبنى ($ATD_{highest\ d}$) من خلال معادله (4) فللعمق علاقه مع النفاذية بالتالي للأثبات والاجابة على سؤال هل للداخل المبنى علاقه مع الخارج وهل للمبنى علاقه مع السياق المحيط ؟.

$$P = ATD_{less\ d} - ATD_{less\ p} / ATD_{less\ p} - ATD_{highest\ p} \quad \ldots\ldots 3$$

$$P = ATD_{highest\ d} - ATD_{less\ p} / ATD_{less\ p} - ATD_{highest\ p} \quad \ldots\ldots 4$$

ويكون نطاق النفاذيه بين (0-1) إذ أن ارتفاع هذه النسبة يدل على وجود الإنقطاع وعدم الاستمرارية، أما عند أنخفاضها فيدل ذلك على الاستمرارية مما يحقق التكيف المكاني (Herthogs, Debacker, Tunçer, De Weerdt & De Temmerman, 2019,p6).

(٤-٦-١-٤) قياس مرونة النظام الهيكلي و وظيفي (مؤشر الامتداد)
Measurement flexibility of structural &functional system (Extensibility index)

القابلية للتمدد هي تعبير عن إمكانية تكييف المبنى وتركيبه بطريقة بسيطة مع متطلبات المستخدم الإضافية، على سبيل المثال عن طريق إضافة المزيد من مكونات البناء والتركيب الجديدة أو ما تحتاجه الامتدادات الهيكلية، والوظيفية داخل او خارج المبنى الحالي اي أنه يمكن (بسهولة) إضافة شيء ما إلى النظام. يتطلب مبدأ التصميم الذكي مرونة عالية في النظم للسماح بإضافة وظائف جديدة أو من خلال تعديل الوظائف الحالية على المستوى الجزئي كما تبين في مبنى مركز بومبيدو(Pompidou Center) بسبب امكانية تفكيك النظام الهيكلي يتم توسيع الفضاءات واضافة وظائف جديدة (Geraedts, 2008,p5).

يتمثل هدف التمدد في تحقيق التحسينات في الاداء دون الإضرار بوظائف النظام الحالية والتوافق معها لأن التوافقيه تعبر عن مدى التوافق الموجود بين نظامين في المبنى لتساعدنا على استكشاف العلاقة بين النظامين وكيفية تكيفهم مع بعضهم البعض أذ تعد احد اهم خصائص الامتداد فلا يمكن تصميم كل شيء مسبقًا، إذ يتم توفير إطار عمل يسمح بالتغييرات، باتباع مبدأ فصل عناصر إلى وحدات تسمح بالتطوير المستمر ضمن النظام (Yavuz, & Kuloğlu, 2014.p34).

يتمثل **قياس الامتداد (Qualitative)** بأسلوب التحليل الوصفي من خلال مسح و تحليل خصائص النظام الوظيفي والهيكلي لتحديد قابليتهما على التمدد او التوسيع، إذ تكون الإضافات مواكبة للتكيف مع الظروف المتغيرة باستمرار وتوفير حاجة المستخدمين كتوسيع فضاء او اضافة او تجزئة فضاء الى عدة وحدات عن طريق تحديد الآليه المتبعه في النظام للتمديد او التفكيك وتحديد العنصر التكيفي المراد اضافتهُ او حذفه مع تحديد الاجراء المتخذ لتلبية حاجه معينه ونسبة توافقية العنصر المضاف مع النظم الذكية للمبنى.

يمكن **قياس قابلية التمدد**(Quantitative) بالاعتماد على التكلفة المرتبطة بإضافة وظيفة جديدة إلى النظام كما موضح في المعادله(Gu, R.,*et al.*, 2016,p655) .

$$\textbf{Extensibility} = CD_{NF} / (CI_{NF} + CD_{NF})$$

CD_{NF}: تكلفة تطوير الميزة الجديدة ، CI_{NE} : تكلفة تكامل الميزة الجديدة مع النظم الاخرى

نطاق الامتداد : $1 \geq \text{Extensibility} > 0$

(٤-٦-١-٥) قياس مرونة النظام الجمالي (التشابه الذاتي)
Measurement the Flexibility of the Aesthetical System (Self-Similarity Index)

يعبر التشابه الذاتي عن العلاقة بين عامل المقياس (factor of scaling) وعدد الأجزاء المتشابهة ذاتيا، أي العلاقة بين الشكل الاصلي والشكل المتكرر ويشكل هذا المؤشر جزءاً كبيراً من المرونة على المستوى الجزئي و يحقق التوجيه المطلوب للتوافق مع التغيرات البيئية واغلب العناصر التكيفية تكون ديناميكيه وتحتوي على حساسات استشعار لتغيرات المحيط ومسيطر عليها بنظام تحكم ذكي ، وايضاً مرنة

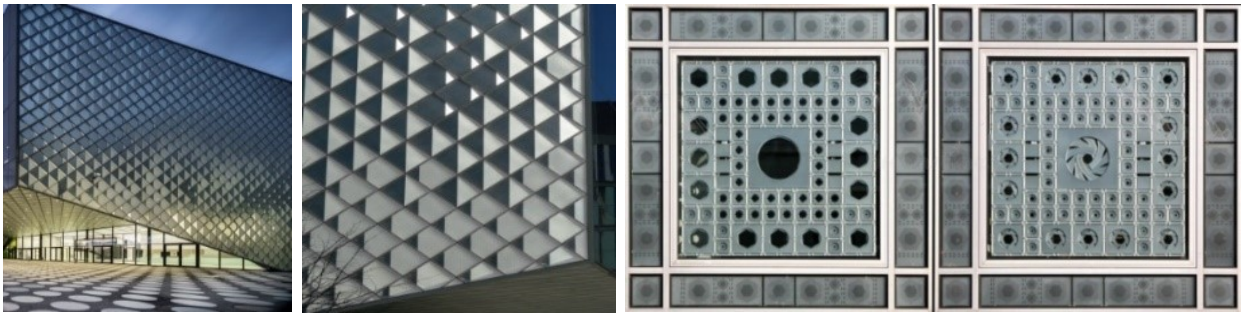
من ناحية قابلية التفكيك والتركيب والتوجيه والثابتة منها تحقق الاضاءة والأنعكاس المطلوب ويتحقق هذا في الغلاف الخارجي للمبنى بفعل توافر التدرج في قياس التفاصيل المتشابه، كما في مبنى معهد العالم العربي(Institute du Monde Arabia) ومبنى المستقبل الثقافي (Futurium Berlin) (Alhashem,2019.p22).كما موضح في الشكل (3-12). وضع العالم هاوسدورف المعادلة الاتية (Pérez -Claros, Juan,2002,p457). تعمل لقياس مدى "تعقيد" الشكل المتماثل ذاتيًا

$$r^d/N= 1$$

التشابه الذاتي=d ، عدد الأجزاء المشابهة للشكل الأصلي =N

نسبة مقياس الشكل المكرر على الشكل الأصلي =r

لحساب d نأخذ log الطرفين $\text{Log}(N) = d * log(1/r) \Rightarrow d= \text{Log}(N) / log(1/r)$



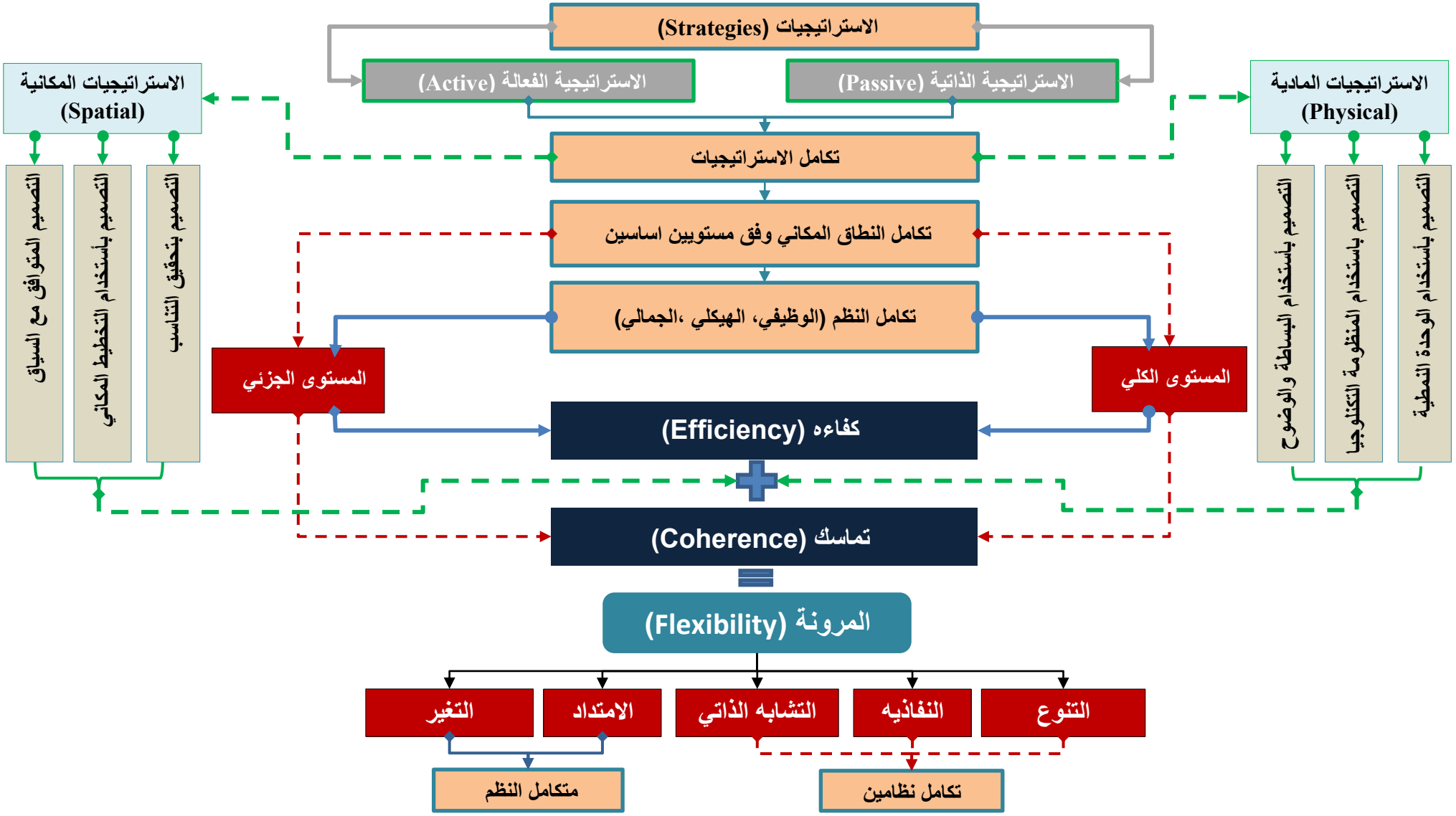
(١) (٢)

الشكل (٤-١٢) الشكل (١) التشابه الذاتي في واجهة مبنى معهد العالم العربي ، والشكل (٢) يوضح التشابه الذاتي في واجهة مبنى المستقبل الثقافي في برلين.

المصدر: (Frighi, 2021,p44)،(SEZEGEN & AKSOY, 2018,p24) .

(٤-٧) خلاصة Summary

ركز الفصل الثالث من هذا البحث تحديد مؤشرات التكيف المكاني في نظم العمارة الذكية، والتي أدرجت ضمن ثلاث مؤشرات رئيسة وهي (المرونة، التماسك، الكفاءة) ، تم اشتقاق هذه الموشرات من خلال استراتجيات وآليات التكيف المكاني و إلاجراءات المتخذة في نظم العمارة الذكية والمعززة بأمثلة من المشاريع العالمية، كما تضمن الفصل تحديد مقاييس خاصة يمكن عن طريقها تحديد مرونة النظم في التكيف المكاني وضمن منهجي الذكاء التصميم والتقني. أن مؤشر المرونة يعد الاكثر تداخلاً مع عمل النظم المعمارية من بين المؤشرات الرئيسية الثلاث، والاكثر ظهورا في اجراءات التكيف في نظم المبنى وفق الامثلة الواردة في سياق المناقشة. يفسر مؤشر المرونة من خلال خمسة مؤشرات وهي (التنوع، النفاذية، الاستجابة للتغير، الامتداد، التشابه الذاتي للعناصر التكيفية في اغلفة المباني) وكما تم توضيح فكرة تحقيق التكيف المكاني في مخطط (٤-١٠). سيتم تطبيق هذه المقاييس في الفصل اللاحق ضمن مجموعة منتخبة من المشاريع المحلية والعالمية والعربية وفق منهج محدد لاختيار العينات.



مخطط (٤-٩) مستخلص عملية تحقيق التكيف المكاني في المبنى. إعداد: الباحثة.

٢٠٢٢

الفصـــــل الـــخامس

الـــدراسـة العمليـة

" مهمة العمارة اليوم ... أن تكون وفية للأصل، عملية في الوظيفة، متطورة في الشكل متماشية مع ما تتيحه التقنية المعاصرة، مع ارتداء عباءة الجمال "

" محمد احمد الراشد "

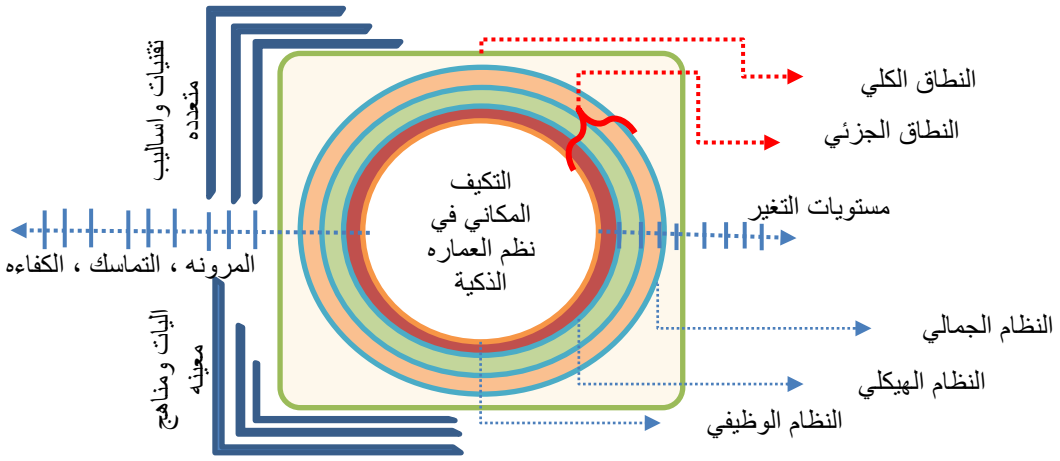
الفصـــــل الخامس
الـــدراســـة العمليـــة

تـــــمهـــيـــــد Preface

قدمت الفصول السابقة من هذا البحث الأفكار النظرية لمفهوم التكيف المكاني في نظم العماره الذكية و إستراتيجيتها وأهدافها وآلياتها المختلفة، وقد تم تنظيم الإطار النظري واستخلاص المفردات والمؤشرات الرئيسية والثانويه. سيتم في هذا الفصل اجراء التطبيق العملي ويتضمن إختيار وتحليل العينات (العالمية، العربية، والمحلية) وقياسها وفقاً لنموذج القياس الذي تم بناؤه في الفصل الثالث.

(٥-١) اطار العمل والقياس Framework and Measurement

يستند هذا الاطار الى مفردات الإطار النظري لتحديد مجموعة المفردات والمؤشرات التي تحدد إجراءات التكيف المكاني في النظم (الهيكلية، الوظيفيه، الجمالية) وترجمتها الى قيم قابلة للقياس، كما في مخطط (٥-٢).



مخطط (٥-١) النموذج الفكري لمفهوم التكيف المكاني في نظم العماره الذكية .إعداد: الباحثة.

(٥-٢) حدود الدراسة العملية واعتبارات أنتخاب عينات المشاريع المعمارية Practical Limitations & Considerations Case Studies

تم اختيار مجموعة من العينات الابنية الحديثة من بين عدد كبير من الامثلة المتنوعة التي تمتلك توجهات ذكية مختلفة، توزعت هذه الامثلة بين فئتين، تشتمل الفئة الاولى على ثلاث مباني ذات تصميم حديث، وتشتمل الفئة الثانية على ثلاث مباني تعرضت الى التعديل والتجديد بهدف زيادة التكيف في المبنى، وتم تضمين عينة محلية واحدة. أذ تم اعتماد مجموعة من المعايير في أنتخاب العينات وهي:

- **تاريخ الأنشاء:** العينات من الابنيه حديثة الأنشاء تم تصميمها بين عامي(٢٠١٥-٢٠٢٢).
- **التنوع الوظيفي في المبنى:** بهدف توضيح امكانيات العمارة المتكيفة الذكية وفقاً لعدة وظائف.
- **التنوع البيئي والمناخي:** لمعرفة مدى فعالية ونجاح العمارة المتكيفة الذكية في بيئات عالمية مختلفة.
- **الأهمية:** جميع المباني المختارة معالم (Monument) بنيت لتحقيق الوظيفة العامة المطلوبة منها،

وبعض منها تم تعديلها لتكون متكيفة في سياقها.

النظم المستخدمة: اعتماد (الاستراتجيات التصميم الذاتية والفعالة) بنسب متنوعة في تصميم المبنى وفي نظم(الوظيفيه، الهيكلية ، الأنشائية).

تم تحليل العينات المنتخبة ضمن مرحلتين:

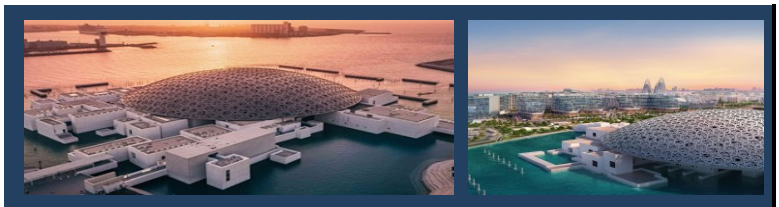
المرحلة الاولى: تحليل العينات المنتخبة بشكل مفصل من خلال اعطاء تعريف عام ونبذة عن المشروع، ومن ثم وصف المشروع وتوضيح الاجراءات وتأثيرها على نظم المبنى والتقنيات والاليات المستخدمه باعتماد مصادر متنوعة لاستخلاص أكبر قدر من المعلومات وهذا يمثل مدخلات لقياس المؤشرات.

المرحلة الثانية: توضيح مدى تحقق المؤشرات في هذه العينات، وقياسها بطرق القياس الكمية والوصفية التي تم تحديدها في الفصل السابق .

سيتم اولاً **عرض وتحليل عينات(الفئة الاولى /المباني حديثة التصميم) ثم عرض وتحليل عينات (الفئة الثانيه /المباني التي خضعت لتغير)،(الفئة الثالثة / العينة المحلية).**

(٥-٣) الفئة الاولى /المباني حديثة التصميم
First Category / Modern Design Buildings

(٥-٣-١) متحف اللوفر أبوظبي Louvre Abu Dhabi



اسم المشروع :	متحف اللوفر أبوظبي Louvre Abu Dhabi	
الموقع	أبوظبي	رمز العينه
السنه	٢٠١٧	A
المصمم	جان نوفيل	

مبنى اللوفر أبو ظبي هو اولى عينات **المباني حديثة التصميم**، وهو متحف جديد للفنون الكلاسيكية في دولة الإمارات العربية المتحدة، وقد خطط له ليكون بؤرة مركزية للمنطقة الثقافية في جزيرة السعديات. تستند الفكرة التصميمية على تشكيل مجموعة مباني ذو النسب المستوية و المتناغمة مرتبة ترتيبًا زمنيًا وتتبع مجرى التاريخ البشري، بدءًا من الآلات الأولى التي تعود إلى عصور ما قبل التاريخ وحتى الفن الحديث ويحتضن البحر هذه المباني وهي مظللة بقبة ضحلة أيقونية مصنوعه من شبكة من أنماط مختلفة متداخلة في سقف نصف شفاف يسمح بدخول ضوء منتشر، و يؤدي هيكل القبة العملاق هذا وظائف بيئية وجمالية وهيكلية ووظيفية (Ephraim, 2019,p52).

يحتوي سقف المتحف على ثقب لالتقاط ضوء النهار دون التعرض لأشعة الشمس. تُستخدم المواد العاكسة للضوء ذو الألوان الفاتحة في البناء لعكس الحرارة بدلاً من امتصاصها، أذ شكل المبنى مزيج من عدة حضارات من خلال استفادت تقنيات التصميم الذاتية من الشكل الطبيعي للمباني وخصائص المواد المختارة لتحسين الظروف الخارجية لجعل المبنى جزءاً من محيطه. (Amrousi, Elhakeem & Paleologos, 2018, p150) ، راجع الملحق رقم (١) فقره (١-١).

جدول (٥-١) وصف مبنى متحف اللوفر أبوظبي .

استراتيجيات	مجالات العمل	اليات التكيف المكاني	إجراءات التكيف المكاني في النظم المعمارية	نظم التكيف المكاني (كفاءة)			نطاقات التكيف المكاني (التماسك)		المرونه	رموز الاجراءات
				الوظيفي	الهيكلي	الجمالي	المستوى الكلي	المستوى الجزئي		
الاستراتيجيه المادية	التصميم باستخدام الوحدة النمطية	الوحده والتكرار	يتكرر نمط تشكيل طبقات القبه بأحجام وزوايا مختلفة التراكب	*	*	*		*	تنوع متكامل	Ax_1
			نمط موحد من المباني المنخفضة، المترابطة ، الشبيهة بالصناديق والمظللة بقبة.		*	*	*	*		Ax_2
			كتل المبنى مربعة الشكل مكرره لنمط موحد .		*	*	*		تشابه ذاتي	Ax_3
	التصميم باستخدام المنظومة التكنلوجيا	- نمذجة - اتمتة عملية التصنيع - برامج التحليل	تصميم المتحف تعاون بين التصميم التقليدي وتقنيات البناء الحديثة.	*	*	*	*	*	تنوع تقني	Ax_4
			نظام نمذجة ثنائية الأبعاد للعناصر المحدودة (FESWMS) لمحاكاة ظروف حول المتحف.	*	*	*	*	*		Ax_5
			استخدام برنامج Digital Project و SVNلتحسين التصميم وأتمتة التصنيع مع استخدام برامج تحليل الإضاءة العكسية	*	*		*	*		Ax_6
	التصميم باستخدام البساطة والوضوح في التصميم	- آلية الأنفتاح	اتخاذ سلسله متناقضة من المباني البيضاء مستوحاة من المدينة القديمة والمستوطنات العربية المنخفضة.		*	*	*	*	_____	Ax_7
			سهولة الوصول بين الأماكن المغلقة والمفتوحة ، والمتغيرة والشعرية	*	*		*		نفاذيه	Ax_8
الاستراتيجيه المكانية	التصميم بتحقيق التناسب	- الية تطوير المقياس	تنوع وتناسب مساحات المتحف يقدم فهماً جديداً للفنون والعمارة	*	*		*		تنوع	Ax_9
			شمولية وتنوع وتناسب أشكال وأجزاء الفن الإسلامي التي يرمز إليها استنساخ مدينة إسلامية تقليدية تحت قبة مع حداثة التصميم	*	*	*	*	*		Ax_{10}
			تشابه التشكيل مع تباين في نسبة الأنثقاب القبه		*	*		*	تشابه ذاتي	Ax_{11}
			مجمعًا من المباني ذو النسب المستوية والمتناغمة التي يحتضنها البحر		*	*	*	*		Ax_{12}
	التصميم بأستخدام التخطيط المكاني	- آلية التنوع	خلق شبكه من المسارات من خلال تنوع حجوم الهياكل المكعبة	*	*		*		نفاذيه تنوع	Ax_{13}
			الفضاءات ذو تركيبًا ديناميكيًا ، وأجزاء متساوية من الغموض والدقة.	*	*		*	*		Ax_{14}
	التصميم المتوافق مع السياق	- الية التجديد	ياخذ التصميم في الاعتبار السياق الاجتماعي والثقافي.	*	*	*	*	*	_____	Ax_{15}
			إنشاء ترتيب كتلي متوافق مع حداثة السياق ويتجنب ظهور إطار الفضاء التقليدي.		*	*	*			Ax_{16}

جدول(٥-٢) تحليل مبنى متحف اللوفر أبوظبي . إعداد: الباحثة.

(٥-٣-١-١) قياس المرونة في مبنى متحف اللوفر أبوظبي.
Measurement Flexibility of Louvre Abu Dhabi Building.

قياس مرونة اجراءات النظم لتحديد النظم الاكثر تأثيراً في تحقيق التكيف المكاني لمبنى المتحف، فمن خلال الاجراءات المتخذه في المبنى تم معرفة دور كل نظام وتأثيره وكما موضح في جدول التحليل وجدول (٥-٣).

رموز الاجراءات	التعرض (Exposure)	الحساسية (Sensitivity)	القدرة على التكيف (Adaptive capacity)	V = (E + S) - AC	النظام
Ax_1	1.5	0	1.5	0	متكامل النظم
Ax_2	1	1	1	1	هيكلي ,جمالي
Ax_3	1.5	1	1.5	1	هيكلي ,جمالي
Ax_4	1.5	0	1.5	0	متكامل النظم
Ax_5	1.5	0	1.5	0	متكامل النظم
Ax_6	1.5	0	1	0.5	وظيفي ،جمالي
Ax_7	1	1	1.5	1	هيكلي ,جمالي
Ax_8	1.5	0	1	0.5	وظيفي ،جمالي
Ax_9	1.5	0	1	0.5	وظيفي ،جمالي
Ax_{10}	1.5	0	1.5	0	متكامل النظم
Ax_{11}	1.5	1	1.5	1	هيكلي ، جمالي
Ax_{12}	1	1	1	1	هيكلي ، جمالي
Ax_{13}	1.5	1	1	0.5	هيكلي ،ظيفي
Ax_{14}	1.5	1	1.5	1	وظيفي،هيكلي
Ax_{15}	1.5	0	1.5	0	متكامل النظم
Ax_{16}	1.5	1	1.5	1	هيكلي ، جمالي

جدول (٥-٣) قياس مرونة اجراءات التكيف المكاني في مبنى متحف اللوفر أبوظبي. **إعداد: الباحثة.**

(٥-٣-١-٢) قياس مرونة النظام الوظيفي (مؤشر تنوع).
Measurement the Flexibility of the Functional Structural (Diversity Index)

اولاً:التنوع الوظيفي/ تميز متحف اللوفر تسع وظائف و تقسيم المبنى إلى عام، خاص، وشبه عام. تحتوي المنطقة العامة على المدخل الرئيسي ومطعم وكافيتريا والمعرض المؤقت، بينما تحتوي المنطقة شبه العامة على مجموعة من قاعات العرض التي تسرد حكايا إنسانية متنوعة وأفكار ثقافات الامم. تهتم اربعة من قاعات العرض بالحداثه ومجهزة بتقنيات حديثة وخمسة قاعات اخرى تهتم بمواضيع الاديان والحضارات اضافه الى متحف الأطفال والقاعة. اما المنطقة الخاصة فتحتوي قاعة كبار الشخصيات وإدارة. يتكون المبنى وفقاً لهذه المحتويات من ثلاث اجناس فقط من الوظائف احدهما مختص بقاعات وصلات العرض والاخر متاحف والاخير مطاعم، وتم قياسه تنوع الوظائف في جدول (٥-٤)

الوظيفة والأنشطة	نسبة الوظيفه	pi	log (pi)	H' = - Σ [(pi) × log (pi)]
أنشطة عامة (مطعم كافيتريا معارض مؤقت)	3/7	0.42	-0.37	0.15
أنشطة شبه عامه (قاعات عرض تقليديه، قاعات عرض حديثه)	2/7	0.28	-0.55	0.15
متاحف	4/7	0.57	-0.24	0.13
أنشطة خاصه (قاعة كبار الشخصيات وإدارة)	2/7	0.28	-0.55	0.15
المجموع / مؤشر تنوع شانون Shannon Diversity Index				H' = 0.58
(التنوع الوظيفي = الثراء الوظيفي + التكافؤ الوظيفي)Diversity = Richness + Evenness **عدد الأنواع الكلي = N عدد الأنواع المشابه وظيفياً = S D = S-1/ ln N + H' /ln S** **D = 3-1/ln 7 + 0.58/ln3 ⟶ D = 1.02+0.52 = 1.54**				

جدول (٥-٤) قياس التنوع الوظيفي في مبنى متحف اللوفر ابو ظبي . إعداد: الباحثة.

الواجهات مطلة على كل من البحر والمناظر الحضرية في أبو ظبي ونفاذية القبة للضوء تحفيز الزوار على الاستمراريه بين الفضاءات، واتبع المصمم النظام المفتوح بين الكتل والالوان المحايده، كما في الشكل (٥-١).

شكل (٥-١) العناصر التكيفية لمبنى متحف اللوفير ابوظبي. إعداد: الباحثة.

يتكون غلاف المبنى فقط من ثلاث أنواع من العناصر التي تسهم في عملية التكيف ، الالواح الخرسانيه الليفيه عالية الاداء وهي الاكثر استخداماً و مادتي الالمنيوم، وتم قياس ذالك في مؤشر سيمبسون في المعادله كما موضح في جدول (٥-٥) .

العناصر التكيفيه	نسبة استخدامها	N	n	$D = 1 - [\Sigma(n / N)^2]$
الواح من الخرسانة الليفية	العنصر الاكثر استخدام	3	2	$D = 1 - [\Sigma(2 / 3)^2]$
طبقات الفولاذ والالمنيوم				D=1-0.44
الألواح الزجاجية العاكسة للضوء	الاقل استخدام			D=0.56

جدول (٥-٥) مؤشر سيمبسون في مبنى متحف اللوفر ابوظبي. إعداد: الباحثة.

ثانياً: التنوع المتكامل / تمثل مساحة المتحف الكلية=$97000\ m^2$ ومساحة المتاحف والمعارض=$62000m^2$ منها$2000m^2$ مخصص للمعارض المؤقتة، بالاضافة الى ذالك عمل المصمم على الجمع بين نظم الاستراتيجية الذاتية والفعالة لتعزيز التكيف المكاني، فدخلت النظم الفعالة في عملية التصنيع والأنشاء والتنفيذ اما الذاتية فلها الدور الاكبر في فكرة وتصميم المبنى.تم قياس التنوع المتكامل كما في جدول (٥-٦).

$HS = 1 - \sum (Ai/TA)^2$	$ENT = n / N \Sigma pi \times \log pi$	$BIQ = Q R_1 / Q R_2$
$HS = 1-\sum (62000/97000)^2$	ENT = 3/ 7 * (0.58)	$BIQ = Q R_1 / Q R_2$
HS = 1-0.41 HS = 0.59	=0.42 * 0.58=0.24	BIQ= 0.5 / 0.5 BIQ=1

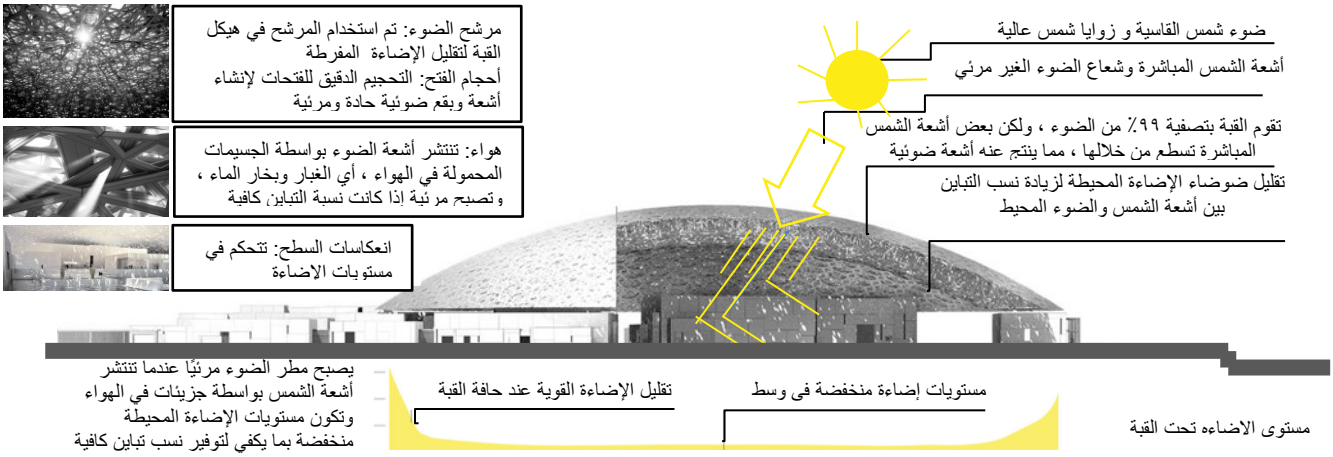
جدول (٥-٦) قياس التنوع المتكامل في مبنى متحف اللوفر ابو ظبي . إعداد: الباحثة.

(٥-٣-١-٣) قياس مرونة النظام الهيكلي و الوظيفي (مؤشر النفاذية)
Measurement the Flexibility of the Structural &Functional System (Permeability Index).

النفاذيه في المبنى على المستوى الجزئي تتمثل في القبه التي تغطي الجزء المركزي للمبنى ولها تأثير جمالي بادخال أشعة مرئية من الضوء وأنماط ضوئية ديناميكية من الإضاءة طبيعية المنتشره على الساحة والجدران، من خلال التحكم الدقيق في مستويات النفاذيه لهيكل القبه، فكونت مايسمى بـ "مطر الضوء "، اما التأثير البيئي يتمثل بتحقيق مناخ محلي مريح للمبنى من خلال استخدام مادة منخفضة الأنبعاثية للسطح الداخلي. للنظام الهيكلي الدور الرئيسي لتحقيق النفاذيه باستخدم أدوات بارامترية متقدمة ونظم التصميم متزامنة بهدف تحقيق الاتصالية العاليه بطاقات المحيط كما موضح قياسه في جدول(٥-٧) وتحليلهُ في مخطط (٥-٣)

العناصر	إمكانية الوصول	الرؤية	النفاذية	صور
	النفاذية = إمكانية الوصول + الرؤية Permeability = Accessibility + Visibility			
جدار من الالواح خرسانيه مع فتحات محدودة الحجم	High مرتفع (قوة طبيعية) (natural force)	Moderate (out -in) معتدل (خارج مع داخل)	High + Moderate = Moderate نفاذية معتدله	
جدران خرسانيه بين الفضاءات و النظام المفتوح	High مرتفع (تدفق بشري) (human flow)	High (in-in) مرتفع (داخل مع الداخل)	High+ High = High	
سقف مع فتحات(القبه)	High عالية (قوة طبيعية) (natural force)	High مرتفع (خارج مع داخل) (out -in)	High+ High = High نفاذيه عاليه للهيكل	

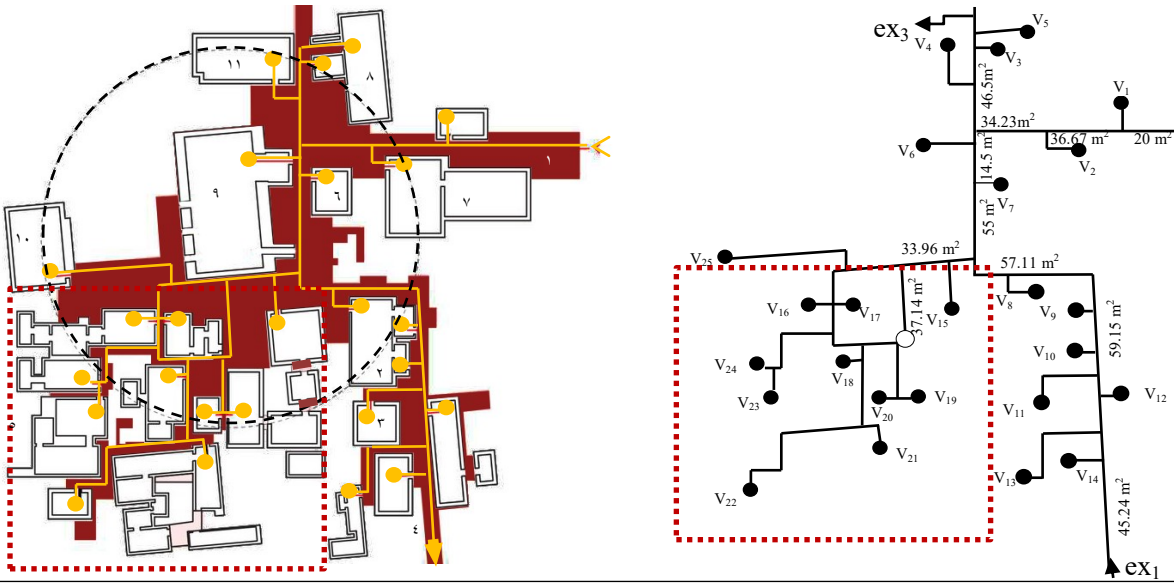
جدول (٥-٧) قياس النفاذيه على المستوى الجزئي . إعداد: الباحثة.



مخطط (٥-٢) تحليل النفاذيه للنظام الهيكلي للبنى وتأثيره الجمالي.

المصدر: الباحثة بالاعتماد على (Imbert, Frost, Fisher, Witt, Tourre, & Koren, 2012,p79)

يمتلك مبنى متحف اللوفر ثلاث مداخل تتوجه بشكل متواصل نحو بؤرة المبنى وهي المتاحف والمعارض الدائمة، إذ يتم قياس النفاذيه على المستوى الكلي للمبنى بعمل خريطه مكانيه للمبنى وتحديد مسارات ومداخل المبنى وكما موضح في مخطط (٥-٤) وجدول (٥-٨) .



١- مدخل فني كبير عبر الجسر الشمالي ٢ - مبنى المدخل ٣- مبنى إداري ٤- جسور للمشاة والخروج من المبنى ٥-مساحات معارض والمتاحف دائمة ٦- متحف اطفال ٧- حفظ التحف ٨- قاعة محاضرات ٩-معارض مؤقته ١٠- مطعم ١١- مطعم وكافتريا

مخطط (٥-٣) الخريطه المكانيه لمبنى متحف اللوفير ابو ظبي. إعداد: الباحثة اعتمادا على (Napoléon, 2014, p.5).

المداخل	عدد عقد المسار	العمق	معادلات القياس
المدخل الثاني	25	الاقل	$ATD_{less\ p}= 2v^2 - 6v + 4 \rightarrow ATD_{less\ p}= 2(25)^2 - 6(25) + 4$ $ATD_{less\ p}= 1104$ $P_1 = ATD_{less\ d} - ATD_{less\ p} / ATD_{less\ p} - ATD_{highest\ p}$ $P_1 = 231.5 - 1104 / 1104 - 5200 \rightarrow P_1 = 0.21$
المدخل الاول		الاعلى	$ATD_{highest\ p} = (v-1)^3/3 + (v-1)^2 + 2(v-1)/3$ $ATD_{highest\ p} = (25-1)^3/3 + (25-1)^2 + 2(25-1)/3$ $ATD_{highest\ p} = 5200$ $P_2 = ATD_{highest\ d} - ATD_{less\ p} / ATD_{less\ p} - ATD_{highest\ p}$ $P_2 = 232.6 - 1104 / 1104 - 5200 \rightarrow P_2 = 0.21$
المدخل الثالث		الاقل	$P_3 = ATD_{less\ d} - ATD_{less\ p} / ATD_{less\ p} - ATD_{highest\ p}$ $P_3 = 87.1 - 1104 / 1104 - 5200 \rightarrow P_3 = 0.22$

جدول (٥-٨) قياس النفاذيه على المستوى الكلي المكانيه لمبنى متحف اللوفير ابو ظبي . إعداد: الباحثة.

(٥-١-٣-٤) قياس مرونة النظام الجمالي (التشابه الذاتي)
Measurement the Flexibility of the Aesthetical System (Self-Similarity Index)

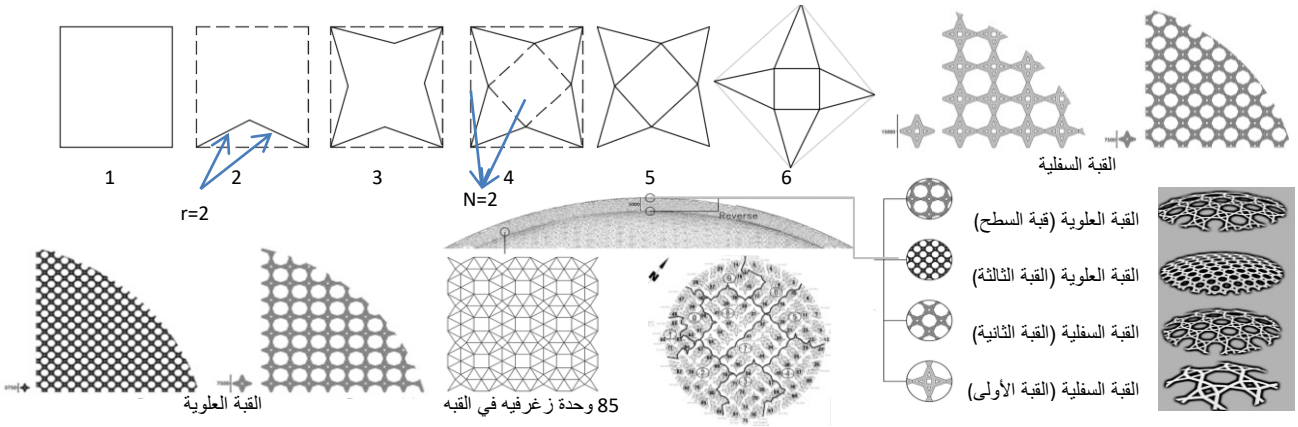
ظهر التشابه الذاتي في التشكيل الكتلي للمبنى بهدف تحسين الاداء البيئي والوظيفي لمبنى إذ يتكون المبنى من وحدة المربع وتم تشكيلها بأحجام مختلفه وحققت أنسجاماً متماسكاً مع السياق، لكن قياسها رياضياً غير ممكن نظراً لعدم أنتظام تكراراتها مساحياً وحجمياً، كما موضح في شكل (٥-١).

الشكل (٥-١) التشابه الذاتي في تشكيل كتل مبنى متحف اللفير ابو ظبي .المصدر:(Fabbri, 2022,p5).

ظهر التشابه في المبنى على مستوى الجزئي متمثل في النظام الهيكلي للقبه فتكونت من عدة وحدات وكل وحده تحتوي على عدة اجزاء لشكل اصلي متكرر كما في شكل (٥-٢) وتم حسابها وفقاً لمعادلة هاوسفورد.

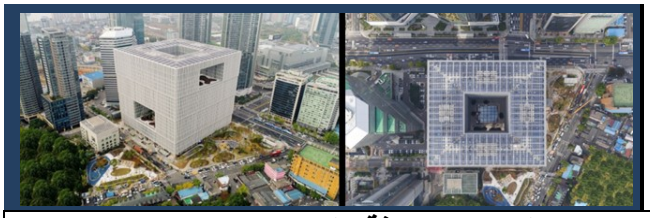
$$d = log\ (N) / log\ (1/r) \qquad d = log\ (2) / log(1/2) \qquad d=1$$

تبين أن عدد الوحدات المتكررة ٨٥ وحده أي أن تحتوي القبه على ٨٥ شكلاً متكرراً لتكوينها.



شكل (٥-٢) التشابه الذاتي في النظام الهيكلي والجمالي لقبة مبنى متحف اللوفر ابو ظبي.
إعداد: الباحثة بالاعتماد على (Musfy, Sosa & Ahmad, 2021,p.174.).

(٥-٣-٢) المقر الرئيسي لشركةDavid
Amorepacific Headquarters / David Architects



اسم المشروع :	Amorepacific Headquarters المقر الرئيسي لشركة معماريه	
الموقع	كوريا الجنوبية	رمز العينة
السنه	٢٠١٧	B
المصمم	ديفيد تشيبرفيلد	

المقر الرئيسي لشركة معمارية في سيول من عينات **المباني حديثة التصميم،** تم تصميم مبنى متعددة الوظائف بمساحات متنوعة ، إذ يعمل المبنى على الجمع بين منطقتين حضريتين ليحقق بذلك أهمية اجتماعية وثقافية كبيرة في سياقه في منطقة صاخبة مليئة بالمباني الشاهقة ليعبر عن مفهوم "جرة القمر" الكورية التقليدية بشكل تجريدي وإيمائي يجسد الهدوء والجمال للون الأبيض النقي(Lee, 2021.p4) .

يرتكز النظام الهيكلي للمبنى على حجم واحد واضح مشكلاً مكعبًا ضخمًا ذات فناء ينمو تدريجياً بارتفاع متزايد و التلاعب بنسب المبنى بعناية حول فناء مركزي لزيادة فعالية التهوية الطبيعية وضوء النهار (Chipperfield, Fernández-Galiano, Irace & Schulz, 2013.p121).

تم تحسين الاداء الهيكلي والجمالي والوظيفي للمبنى بعناصر تتمثل ب ثلاث فتحات بانورامية كبيرة تربط هذا الفراغ المركزي بالمحيط الخارجي فإنها تدمج الطبقات الأفقية الوظيفية من العام إلى الخاص وتربط بين الداخل والخارج مع توفير مناظر مطلة على المدينة.

نهج التصميم المتكامل للمبنى يقوده السعي إلى الأصالة والشفافية والمعنى والوضوح. ولتحقيق ذلك ، استخدم مواد ذات جودة عالية و تتخلل الطبيعة المبنى حتى حدائق السطح ، حيث تعبر الأشجار الكبيرة عن جودتها النحتية التي تكملها أحواض المياه غير المتبلورة وبناءاً على ذلك حصل المبنى على شهادة LEED الذهبية (.(Rhyu & Kim, 2018,p.26..

يجمع النظام الوظيفي للمبنى بين مكان العمل والأنشطة المجتمعية ليجعل المبنى مقرًا فعالًا و مكان حيوي مدمج (Felger, 2019.p13).

يتميز غلاف المبنى بالديناميكية الفريده وشكلاً متماسكًا وقويًا، مما يضفي حضورًا مميزًا للهيكل، مع استخدام التقنيات الحديثة في الفضاءات الداخلية والواجهات لخفض استهلاك للطاقة، (Lee, 2021,p.247) راجع الملحق رقم (١) فقره(١-٢).

جدول (٥-٩) وصف مبنى المقر الرئيسي لشركة David المعماريه.

استراتيجيات	مجالات العمل	اليات التكيف المكاني	إجراءات التكيف المكاني في النظم المعمارية	نظم التكيف المكاني (كفاءة)			نطاقات التكيف المكاني (التماسك)		المرونه	رموز الاجراءات
				الوظيفي	الهيكلي	الجمالي	المستوى الكلي	المستوى الجزئي		
الاستراتيجيه المادية	التصميم باستخدام الوحدة النمطية	الوحده والتكرار	الواجهة تتكون من زعانف الألومنيوم الثابتة تعمل كجهاز تظليل خارجي		*	*		*	تشابه ذاتي	Bx_1
			نمط موحد من الزعانف يتم تجميعها في أربع "عائلات" مختلفة الكثافه وفقًا لما يمليه التعرض للشمس لكل اتجاه.		*	*		*		Bx_2
	التصميم باستخدام المنظومة التكنلوجيا	- اتمتة عملية التصميم - الية الاصلاح	التغير المستمر في تقنيات عالية الكفاءة لتوفير الراحة المثلى للمستخدم	*	*		*	*	التغير	Bx_3
			تم تبطن الواجهة بزجاج ثلاثي ديناميكي مع نظام أطر الألومنيوم مفصوله حرارياً		*	*	*	*		Bx_4
			التغير المستمر في الستائر الداخلية الأوتوماتيكياً للتحكم في أشعة الشمس المباشرة أو الانعكاسات من المباني المجاورة .	*	*	*	*	*		Bx_5
			نظام تظليل(brise-soleil) يسمح بأقصى قدر من الرؤية من الداخل إلى الخارج	*	*	*	*	*	التنوع التقني	Bx_6
			التغير المستمر في نظام الإضاءة بواسطة أجهزة استشعار DALI مما يقلل من استهلاك الكهرباء.		*	*	*	*		Bx_7
	التصميم باستخدام البساطة والوضوح	- آلية التنوع	التوجه نحو الشمس ، والاستغلال المستنير للظروف المناخية المحلية واستخدام الموارد الإقليمية والحرفية	*	*		*		النفاذيه	Bx_8
			الهياكل متساوية وتجمع بين القديم والمعاصر		*	*	*	*		Bx_9
الاستراتيجيه المكانيه	التصميم بتحقيق التناسب	- الية تطوير المقياس	فتحات بانورامية ، تدمج الطبقات الأفقية الوظيفية من العام إلى الخاص.	*	*		*	*		Bx_{10}
			تناسب بين الشفافيه والخرسانه ومواد الانهاء المستخدمه .		*	*	*	*		Bx_{11}
	التصميم بأستخدام التخطيط المكاني	- آلية التنوع - الية الاتصال	الاتصال والتفاعل المفتوح والتعايش الديناميكي ، داخليًا ومع العالم الخارجي	*	*		*	*		Bx_{12}
			ترتيب الدوران العمودي بطريقة لامركزية عبر أربعة نوى	*	*	*	*	*		Bx_{13}
			يربط الطوابق فناء داخلي وثلاث فتحات هيكليه كبيرة لتوفير الطبيعه في الداخل .	*	*		*	*		Bx_{14}
			مساحات العمل فردية متنوعة الترابط و التواصل المفتوح والغير رسمي .	*	*		*		التنوع الوظيفي	Bx_{15}
			توفر مساحة المكتب وظائف متنوعه، بينما تظل الحدود بينهما مرنة.	*	*			*		Bx_{16}
	التصميم المتوافق مع السياق	- الية الاتصال	التكامل البصري والاتصال و الانفرادية حققت مكانة المبنى في السياق الحضري.	*	*	*	*	*	النفاذيه الماديه	Bx_{17}

جدول(٥-١٠) تحليل المقر الرئيسي لشركة David المعمارية. إعداد: الباحثة.

(٥-٣-٢-١) قياس المرونة في مبنى المقر الرئيسي لشركة David المعماريه Measurement the Flexibility of Amorepacific Headquarters / David Architects

تم قياس مرونة اجراءات النظم لتحديد النظام الاكثر تأثيراً في تحقيق التكيف المكاني لمبنى شركة David، واظهرت الاجراءات المتخذه في المبنى دور كل نظام، بهدف تحقيق وظيفة المبنى وتوفير الراحة للمستخدمين كما موضح في جدول (٥-١١).

رموز الاجراءات	التعرض (Exposure)	الحساسية (Sensitivity)	القدرة على التكيف (Adaptive capacity)	V = (E + S) - AC	النظام
Bx_1	1.5	0	1	0.5	هيكلي ,جمالي
Bx_2	1.5	0	1	0.5	هيكلي ,جمالي
Bx_3	1.5	0	1.5	0	متكامل النظم
Bx_4	1.5	1	1.5	1	وظيفي ، هيكلي
Bx_5	1.5	0	1.5	0	متكامل النظم
Bx_6	1.5	0	1.5	0	متكامل النظم
Bx_7	1.5	0	1.5	0	متكامل النظم
Bx_8	1	1	1	1	وظيفي ، هيكلي
Bx_9	.5١	0	1	0.5	هيكلي، جمالي
Bx_{10}	1.5	1	1.5	1	وظيفي،هيكلي
Bx_{11}	1.5	0	1	0.5	هيكلي، جمالي
Bx_{12}	1	1	1	1	وظيفي،هيكلي
Bx_{13}	1.5	0	1.5	0	متكامل النظم
Bx_{14}	1.5	1	1.5	١	وظيفي ، هيكلي
Bx_{15}	1	1	1	1	وظيفي ، هيكلي
Bx_{16}	1	1	1	1	وظيفي ، هيكلي
Bx_{17}	1.5	0	1.5	0	متكامل النظم

. جدول (٥-١١) قياس مرونة اجراءات التكيف المكاني في مبنى المقر الرئيسي لشركة David المعمارية. إعداد: الباحثة.

(٥-٣-٢-٢) قياس مرونة النظام الوظيفي (مؤشر تنوع). Measurement the Flexibility of the Functional Structural (Diversity Index)

اولاً: التنوع الوظيفي / مبنى المقر الرئيسي لشركة David المعماريه يحتوي سبع وظائف متنوعة منها (المهنية والثقافية والاجتماعية) ويقسم المبنى الى مرافق عامة وخاصة. تحتوي المنطقة العامة على المدخل الرئيسي ومطعم وكافيتريا ومتاحف ومناطق بيع اضافة الى مركز رعاية اطفال ومركز علاجي، بينما المرافق الخاصه توزعت على اثنى عشر طابق يحتوي على مكاتب، اضافةً الى تميز المبنى بالنظام المفتوح، وهذا يدل على خاصية التنوع وتم قياسه في جدول (٥-١٢)

الوظيفة والأنشطة	نسبة الوظيفه	pi	log (pi)	H' = - Σ [(pi) × log (pi)]
أنشطة ثقافية (متاحف)	2/7	0.28	-0.55	0.15
أنشطة اجتماعية عامة (اماكن ترفية، اماكن بيع،صالة استقبال، مطاعم،كافيه)	5/7	0.71	-0.14	0.09
أنشطه اجتماعية شبة عامة (رعاية اطفال، اماكن رياضة)	2/7	0.28	-0.55	0.15
أنشطة مهنية خاصة (مركزمؤتمرات، قاعة محاضرات وعرض)	3/7	0.42	-0.37	0.15
أنشطة مهنية شبة خاصة/ مكاتب+مكتبة	5/7	0.71	-0.14	0.09

مكاتب+مكتبة (مقسمة بحواجز متحركة)	7/7	1	0	0
المجموع / مؤشر تنوع شانون Shannon Diversity Index				H' = 0.63
(التنوع الوظيفي = الثراء الوظيفي + التكافؤ الوظيفي)Diversity = Richness + Evenness				
عدد الأنواع الكلي = N عدد الأنواع المشابه وظيفياً = S D = S-1/ ln N + H' /ln S				
D = 3-1/ln 7 + 0.63 /ln3 ⟶ D = 1.02+0.57 = 1.59				

جدول (٥-١٢) قياس التنوع الوظيفي في مبنى المقر الرئيسي لشركة David المعماريه. إعداد: الباحثة.

تلعب واجهة المبنى الدور الاكبر في استغلال طاقات المحيط بما يخدم المبنى،وقد حققت الفتحات البنورامية الثلاث تواصلا مع محيط المبنى مما جعل المبنى جزءاً لا يتجزء من هذا المحيط، كما في الشكل (٥-٣).

استخدام ألواح الألمنيوم بنظام تظليل brise-Soleil يتكون من أربعة ألواح مختلفة من شرائح الألمنيوم يتم ترتيبها حسب تعرض الواجهه للأشعة الشمس .

استخدام الجدران الزجاجية للسماح بنفاذ أقصى قدر من الضوء الطبيعي بالاضافه فتحات بانورامية تدمج جميع الطوابق الأفقية الوظيفية من العام إلى الخاص واحتوائها على حدائق لتحقيق الاتصال مع المحيط.

الشكل (٥-٣) مواد الواجهة التي ساعدت على تكيف مبنى المقر الرئيسي لشركة David المعمارية.

إعداد: الباحثة بالاعتماد على(Park & Yoon, 2020,p35.).

يتكون غلاف المبنى فقط من نوعين من العناصر التي تساعد على التكيف وهي الالواح الالمنيوم ومادة الزجاج، وتم قياسه وفقاً لمؤشر سيمبسون وكما في الجدول (٥-١٣).

العناصر التكيفيه	نسبة استخدامها	N العدد الكلي	n عدد الاكثراستخدام	$D = 1 - [\Sigma(n / N)^2]$
زجاج ثلاثي	العنصر الاكثر استخدام	2	2	$D = 1 - [\Sigma(2 / 2)^2]$ D=1-1 D=0
الواح الألومنيوم مفصول حرارياً				

جدول (٥-١٣) مؤشر سيمبسون في مبنى المقر الرئيسي لشركة David المعمارية. إعداد: الباحثة.

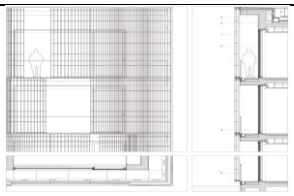
ثانياً: التنوع المتكامل / تبلغ مساحة مبنى شركة David الكليه = 216000 m^2اما المساحه التي شغلتها كتلة المبنى= 176000 m^2 من ناحية تنوع مساحات الفضاءات وتنوع تقنيات الذكاء إذ تم توجيه المبنى نحو استغلال طاقات المحيط لتوفير الاضاءه ،التهويه الطبيعيه لتقليل استهلاك الطاقه واستخدام الالواح الشمسيه المدمجه مع تصميم الجدرات والسطح للمبنى،تم القياس كما في جدول (٥-١٤).

$HS = 1 - \sum (Ai/TA)^2$	$ENT = n / N \Sigma pi \times \log pi$	$BIQ = Q R_1 / Q R_2$
$HS = 1-\sum (176000 / 216000)^2$ HS = 1-0.66 HS = 0.34	ENT = 3/ 7 * (0.63) =0.42 * 0.63=0.26	$BIQ = Q R_1 / Q R_2$ BIQ= 0.5 / 0.5 BIQ=1

جدول (٥-١٤) قياس التنوع المتكامل في مبنى المقر الرئيسي لشركة David المعمارية. إعداد: الباحثة.

(٥-٣-٢-٣) قياس مرونة تكيف النظم للتغير (مؤشر التغير).
Measurement the Flexibility of Adaptation Systems to Change (Change Index).

يسعى المبنى لتوفير مناخ محلي في داخل المبنى لكن الظروف المناخية في حالة تغير مستمر، لذلك يتعرض المناخ الداخلي للمبنى لتغيرات على مدار اليوم لذلك تم استخدام تقنيات ذكية لمواكبة هذا التغير لتحقيق التكيف المكاني وكما موضح في جدول (٥-١٥) .

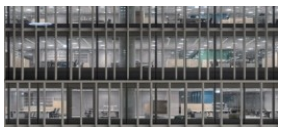
المقياس	الوصف
الدافعImpulse	تغيرات تكنلوجيا، تغيرات مناخية ، اسباب وظيفية
طريقة الاستجابة Response Method	استخدام تقنيات عالية الكفاءة منها (الستائر الداخلية الأوتوماتيكيه للتحكم في أشعة الشمس المباشرة أو الأنعكاسات من المباني المجاورة، نظام تظليل(brise-soleil) ، أجهزة استشعار(DALI) بهدف تقليل استهلاك الطاقه و توفير الراحة المثلى للمستخدم. 
مقياس التكيف Scale Of Adaptation	المستوى الكلي(macro)، مستوى الجزئي (micro).
العنصر التكيفي الذكي المستجيب Adaptive Element	ميكانيكيًا، هوائيًا، هيدروليكيًا، قائمًا على المواد

جدول (٥-١٥) قياس مؤشر التغير وصفياً في مبنى المقر الرئيسي لشركة David المعمارية.

إعداد: الباحثة بالاعتماد على(Rhyu & Kim, 2018,p.26.).

(٥-٣-٢-٣) قياس مرونة النظام الهيكلي و الوظيفي (مؤشر النفاذية)
Measurement the Flexibility of the Structural &Functional System (Permeability Index).

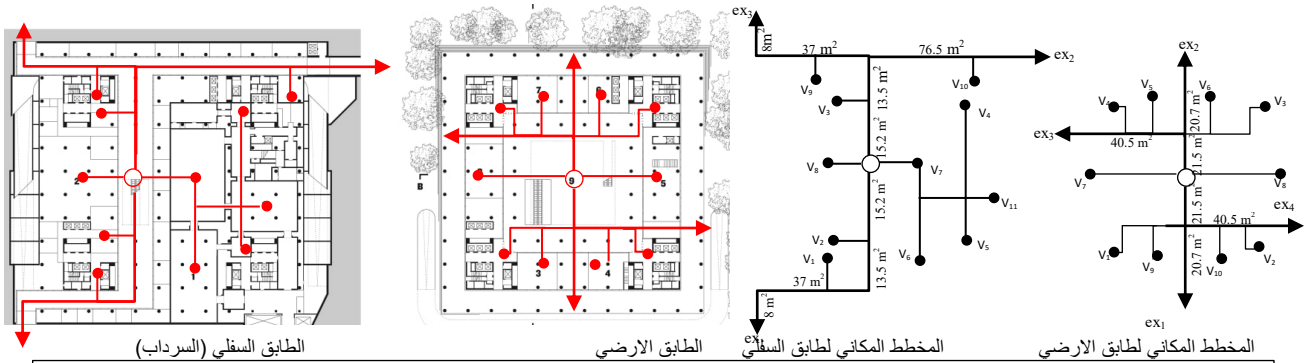
برزت النفاذية في تكامل النظم مع استخدام النظام الوظيفي المفتوح بالأعتماد على القواطع القابلة للفك والتركيب، كان لهذه النفاذية تأثير جمالي(تواصل مع المحيط ودمج الطبيعة في المبنى)، وتأثير بيئي(استخدام القوه الطبيعيه في المبنى مع تقليل استهلاك الطاقة بالاضافة الى تحقيق شروط الاستدامه)، اما النظام الهيكلي فتميز بـ(قلة العناصر الهيكليه وتوفير مرونة الفضاءات وحرية العمل في أي مكان)، كما في جدول(٥-١٦).

النفاذية = إمكانية الوصول + الرؤية Permeability = Accessibility + Visibility				
العناصر	**إمكانية الوصول**	**الرؤية**	**النفاذية**	**صور**
غلاف المبنى من الزجاج العاكس مع فتحات	عالية (قوة طبيعية) High (natural force)	مرتفع (داخل مع خارج) High (out-in)	High + High= High نفاذية جدران المبنى من خارج الى داخل عاليه للسماح بنفاذية طاقات المحيط الى داخل	

جدول (٥-١٦) قياس النفاذيه على المستوى الجزئي . إعداد: الباحثة.

قيست النفاذية على المستوى الكلي بتحديد المسارات والمداخل بهدف الوصول الى الوظيفة الرئيسية، يتكون المبنى من مداخل في الطابق الارضي والطابق السفلي(السرداب) وبرزت ثلاث مداخل في طابق السفلي (يكون المدخلان الاول وثالث متساويين في مسافة الوصول لمركز المبنى) اما الطابق الارضي فيحتوي اربع مداخل المدخل الاول والثاني متساويين في مساحة الوصول والمدخل الثالث ورابع ايضاً،

وكما في مخطط (٥-٥) وجدول (٥-١٧) ولم يتم حساب الطوابق المتكرره للأنها تعتمد على اربع نوى حركة اساسية من المصاعد ويكون الطابق مفتوح.



١- مساحة معرض متحف AP للفنون ٢- مساحة البيع بالتجزئة ٣- غرفة الشاي٤-متجر الشاي ٥- متحف AP بهو الفن
٦- محل زهور٧-مساحة المعرض ٨-مكتبة ٩- الاتريوم ١٠- القاعة ١١- متحفAP مكتب الفن ١٢-قاعة مؤتمرات
١٣- مكتب الر ئيس التنفيذى ١٤- المكتب التنفيذى ١٥- مساحات مكتبية ١٦- حديقة السطح

مخطط (٥-٤) الخريطه المكانية لمبنى المقر الرئيسي لشركة David المعمارية.

إعداد: الباحثة اعتمادا على مخططات المشروع من (Felger, 2019, pp.12-19.).

المداخل	عدد العقد	العمق	معادلات قياس الطابق السفلي (السرداب)
المدخل الاول	11	الاقل	$ATD_{less\ p} = 2v^2 - 6v + 4 \rightarrow ATD_{less\ p} = 2(11)^2 - 6(11) + 4$ $ATD_{less\ p} = 180$ $P_1 = ATD_{less\ d} - ATD_{less\ p} / ATD_{less\ p} - ATD_{highest\ p}$ $P_1 = 86 - 180 / 180 - 440 \rightarrow P_1 = 0.36$
المدخل الثاني = المدخل الثالث		الاعلى	$ATD_{highest\ p} = (v-1)^3/3 + (v-1)^2 + 2(v-1)/3$ $ATD_{highest\ p} = (11-1)^3/3 + (11-1)^2 + 2(11-1)/3$ $ATD_{highest\ p} = 440$ $P_2 = ATD_{highest\ d} - ATD_{less\ p} / ATD_{less\ p} - ATD_{highest\ p}$ $P_2 = 105.2 - 180 / 180 - 440 \rightarrow P_2 = 0.29$
المداخل	عدد العقد	العمق	معادلات قياس الطابق الارضي
المدخل الاول=المدخل الثاني	10	الاقل	$ATD_{less\ p} = 2v^2 - 6v + 4 \rightarrow ATD_{less\ p} = 2(10)^2 - 6(10) + 4$ $ATD_{less\ p} = 144$ $P_1 = ATD_{less\ d} - ATD_{less\ p} / ATD_{less\ p} - ATD_{highest\ p}$ $P_1 = 42.2 - 144 / 144 - 330 \rightarrow P_1 = 0.55$
المدخل الثالث = المدخل الرابع		الاعلى	$ATD_{highest\ p} = (v-1)^3/3 + (v-1)^2 + 2(v-1)/3$ $ATD_{highest\ p} = (10-1)^3/3 + (10-1)^2 + 2(10-1)/3$ $ATD_{highest\ p} = 330$ $P_2 = ATD_{highest\ d} - ATD_{less\ p} / ATD_{less\ p} - ATD_{highest\ p}$ $P_2 = 62 - 144 / 144 - 330 \rightarrow P_2 = 0.44$

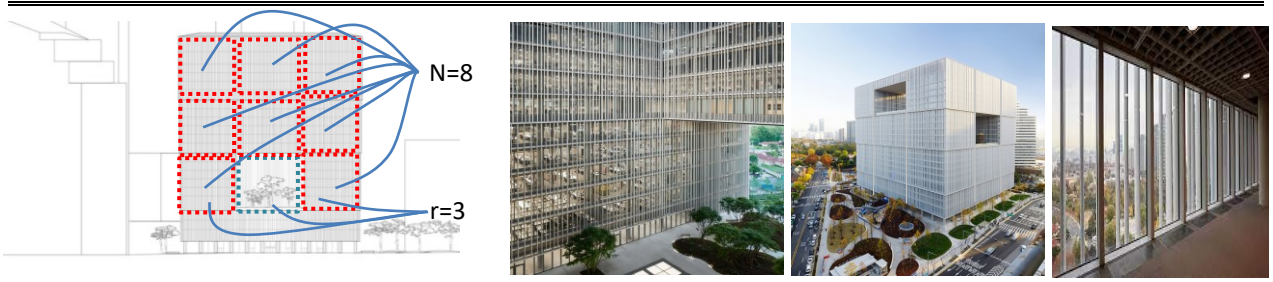
جدول (٥-١٧) قياس النفاذيه على المستوى الكلي المكانيه لمبنى المقر الرئيسي لشركة David المعماريه.

إعداد: الباحثة.

(٥-٣-٢-٥) قياس مرونة النظام الجمالي (التشابه الذاتي)
Measurement the Flexibility of the Aesthetical System (Self-Similarity Index)

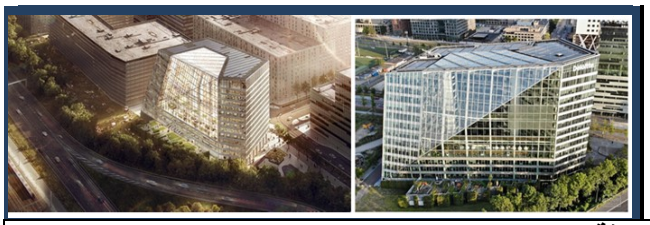
ظهر التشابه في المبنى على المستوى الكلي في تصميم كتلة المبنى بهدف تحسين اداء النظام الهيكلي والوظيفي والجمالي وتم حساب تشابه الذاتي حسب معادلة هاوسفورد.

d=1.8 $d = log\ (8) / (1/3)$ $d = log\ (N) / (1/r)$ تبين أن عدد الوحدات المتكرره 8 وحده وتغطيها نظام تظليل من شبكة الالمنيوم الثابته كما في شكل (٥-٤).



شكل (٥-٤) التشابه الذاتي في النظام الهيكلي والجمالي لمبنى المقر الرئيسي لشركة David المعمارية.
إعداد: الباحثة بالاعتماد على(Felger, 2019.p14).

(٥-٣-٣) مبنى مكاتب Edge The Edge



اسم المشروع :	The Edge	
الموقع	امستردام	رمز العينه
السنه	٢٠١٥	C
المصمم	PLPشركة المعماريه	

مبنى مكاتب The Edge من عينات **المباني حديثة التصميم**، يقع المبنى في وسط حي تجاري في أمستردام ، وصفَ بأنهُ أذكى مبنى في العالم. صممَ المبنى بأتباع نهج نمذجة معلومات البناء(BIM) ، فيمثل أهمية خاصة في سياق التطور إلى "التشغيل والتكامل" الذي سيمكن من تحسين خدمات الأعمال التنظيمية والنتائج الاجتماعية والاقتصادية (Agenda, 2017.p.29).

يفتح مبنى المكاتب على المدينة مع ردهة مكونة من ١٥ طابقًا، فتم التركيز على فناء ليعتبر النواة الاجتماعية للمبنى ومفتاحاً لنجاحه، وبإستخدام النظم التكنولوجية خلقت مساحات تتسم بالمرونة وتتيح العمل في أي مكان في المبنى اعتمادًا على المستوى المطلوب من التواصل الاجتماعي، و ابتكار مساحات تنتج تنوعًا في الحالة المزاجية والأجواء بالأستفادة من مجموعة متنوعة من التقنيات وتكثيف التفاعل الاجتماعي من خلال استراتيجيات تصميم محددة مكانيًا (Jalia, & Ramage, 2018,p.8).

صممَ المبنى بهدف تحقيق أعلى درجات الاستدامة بأستخدام التكنولوجيا لإدارة استخدام الطاقة من خلال توعية المستخدمين بكمية الطاقة التي يستخدمونها بنظام (Hot Desking system)[١] والالواح الشمسية واستغلال طاقات المحيط الطبيعيه وخزن المياه واعادة استخدامها (Daisuke & Kaoru, 2019,p.757). يتميز النظام الجمالي (غلاف المبنى) بالشفافية والوضوح والتواصل مع المحيط والجمع بين مبادئ التصميم التقليدي والمعاصر بالتركيز على التوجيه مع مسار الشمس، وضع المشروع معايير جديدة للاستدامة والعمل المرن، تحديداً بما يختص في استهلاك الطاقة في المبنى (Katsikakis, 2017,p.73). راجع الملحق رقم (١) فقره (١-٣).

جدول (٥-١٨) وصف مبنى مكاتبThe Edge .

[١] **Hot Desking system:** المكاتب الساخنة هي نموذج نظام تنظيم مكتبي لمشاركة مساحة العمل فيفوق عدد الموظفين عدد المكاتب للتكيف مع التغييرات في ثقافة العمل وزيادة الموظفين الذين يعملون عن بعد لجزء من الوقت على الأقل. بعض هذه البيئات ، يكون لكل محطة عمل جهاز الكمبيوتر الخاص بها ويسجل العامل الدخول إلى سطح مكتب افتراضي. مزايا المكاتب الساخنة.
فعالة من حيث التكلفة، شامل للعمال المتنقلين، يخلق بيئة أكثر تعاونية،تحسين استخدام الفضاء، يشجع على قدر أكبر من المساواة ويحسن التواصل.

استراتيجيات	مجالات العمل	اليات التكيف المكاني	إجراءات التكيف المكاني في النظم المعمارية	نظم التكيف المكاني (كفاءة)			نطاقات التكيف المكاني (التماسك)		المرونه	رموز الاجراءات
				الوظيفي	الهيكلي	الجمالي	المستوى الكلي	المستوى الجزئي		
الاستراتيجيه المادية	التصميم باستخدام الوحدة النمطية	- آلية التعديل	امكانية اعادة تشكيل تعبير الواجهه بأستخدام ألواح الزجاج العاكس		*	*		*	ـــــ	Cx_1
			مدخل موحد ويوفر مكانًا عامًا للوصول	*	*		*			Cx_2
	التصميم باستخدام المنظومة التكنلوجيا	- اتمتة عملية التصميم - الية الاصلاح	التغير المستمرفي نظام تظليل ليسمح بأقصى قدر من الرؤية والاضائة الطبيعية .	*	*	*	*	*	- تغير - تنوع تقني	Cx_3
			التحكم في نظام الإضاءة بالكامل مع أجهزة استشعار لضوء النهار لتقليل استهلاك الطاقة.	*	*		*	*		Cx_4
			استخدام الألواح الشمسية بطريقة مدمجة مع التصميم.	*	*	*	*	*		Cx_5
			استخدام الطاقة البشرية في المبنى مع نظام Hot Desking لتوفير مساحات وتقليل عناصر هيكلية	*	*		*			Cx_6
			التحكم في الاضاءه ودرجة الحرارة الداخله للمبنى مع استخدام نظام إضاءة LED منخفض الانبعاثات	*	*	*	*	*		Cx_7
	التصميم باستخدام البساطة والوضوح	- آلية التنوع	تنوع الوظائف (الاجتماعية والثقافية والمهنية) بمساحات متنوعة .	*	*		*	*	تنوع وظيفي	Cx_8
			تنوع مساحات الفضاءات بطريقة لامركزية .	*	*		*			Cx_9
الاستراتيجيه المكانية	التصميم بتحقيق التناسب	- الية تطوير المقياس	تدرج في تصميم الفضاءات من العام الى الخاص ومن الفضاءات الترفيهيه والاكثر اجتماعيه الى الفضاءات الخاصه .	*	*	*	*	*	النفاذيه	Cx_{10}
			تناسب المساحات بعناية حول فناء مركزي لزيادة فعالية التهوية الطبيعية وضوء النهار .	*	*	*	*	*		Cx_{11}
			الواجهات متوازنة بنسبة زجاج الى نسبة الخرسانة لتوفير الحرارة.		*	*		*		Cx_{12}
	التصميم بأستخدام التخطيط المكاني	- آلية التنوع - الية الاتصال	ترتبط الطوابق بشكل مباشر بواسطة السلالم والمصاعد مع الانفتاح على الفناء	*	*		*	*	النفاذيه (التنظيم المكاني)	Cx_{13}
			انفتاحية الفضاءات مع استخدام جدران قابلة للتحريك.	*	*			*		Cx_{14}
			الاتصال السلس بين الفضاءات	*	*		*			Cx_{15}
	التصميم المتوافق مع السياق	- الية التوجيه	يربط الفناء الكبير للمبنى هذا الفراغ المركزي بالمحيط الخارجي	*	*	*	*	*		Cx_{16}
			تمتد لغة التصميم من الخارج إلى الداخل والمبنى جزءا من المحيط .	*	*	*	*	*		Cx_{17}
			توجيه وتشكيل المبنى بطريقة يتم فيها استخدام قوة الشمس		*	*	*	*		Cx_{18}

جدول(٥-١٩) تحليل مبنى مكاتب The Edge. إعداد: الباحثة.

(٥-٣-٣-١) قياس المرونة في مبنى مكاتب Measurement the flexibility of The Edge

اظهر اجراءات تكيف مبنى مكاتب The Edge، تكامل النظم في الاجراءات المتخذه بهدف تحقيق وظيفة المبنى وتوفير المساحه وتوفير الطاقه فتم القياس كما موضح في جدول (٥-٢٠).

رموز الاجراءات	التعرض (Exposure)	الحساسية (Sensitivity)	القدرة على التكيف (Adaptive capacity)	V = (E + S) - AC	النظام
Cx_1	١	1	1	1	هيكلي ,جمالي
Cx_2	1	1.5	1	1.5	وظيفي ، هيكلي
Cx_3	1.5	0	1.5	0	متكامل النظم
Cx_4	١	1	1	1	وظيفي ,هيكلي
Cx_5	1.5	0	1.5	0	متكامل النظم
Cx_6	1.5	1	1.5	1	وظيفي ، هيكلي
Cx_7	1.5	0	1.5	0	متكامل النظم
Cx_8	1	1	1	1	وظيفي ، هيكلي
Cx_9	1	1	1	1	وظيفي ، هيكلي
Cx_{10}	1.5	0	1.5	0	متكامل النظم
Cx_{11}	1.5	0	1.5	0	متكامل النظم
Cx_{12}	1.5	1	1.5	1	هيكلي ,جمالي
Cx_{13}	1.5	0	1	0.5	وظيفي ، هيكلي
Cx_{14}	1	1	1	1	وظيفي ، هيكلي
Cx_{15}	1	1	1	1	وظيفي ، هيكلي
Cx_{16}	1.5	0	1.5	0	متكامل النظم
Cx_{17}	1.5	0	1.5	0	متكامل النظم
Cx_{18}	1.5	1	1.5	1	هيكلي ،جمالي

جدول (٥-٢٠) قياس مرونة اجراءات التكيف المكاني في مبنى مكاتبThe Edge. إعداد: الباحثة.

(٥-٣-٣-٢) قياس مرونة النظام الوظيفي (مؤشر تنوع).
Measurement the Flexibility of the Functional System (Diversity Index)

اولاً:التنوع الوظيفي/ تميز مبنى مكاتب اربع وظائف مختصه في الجانب المهني مع مرافق عامة وشبة عامة متعلقة بالوظيفة الاساسية متمثلة بـ(مطعم ومقهى ومتاجر بيع مع صالة استقبال) ، اما المرافق الخاصة وشبة الخاصة متمثلة بالمكاتب و مركز اجتماعات في نظام هيكلي مفتوح ، وتم قياس تنوع الوظائف في جدول (٥-٢١)

الوظيفة والأنشطة	نسبة الوظيفه	pi	log (pi)	H' = - Σ [(pi) × log (pi)]
أنشطة عامه (مطعم ،مقهى واستقبال)	2/4	0.5	-0.30	0.15
أنشطه شبه عامه (متاجر بيع،مساحة عرض)	2/4	0.5	-0.30	0.15
أنشطة خاصه(مركز اجتماعات، مكاتب مغلقه)	2/4	0.5	-0.30	0.15
أنشطة شبه خاصه(مكاتب مفتوحه)	1/4	0.25	-0.60	0.15
المجموع / مؤشر تنوع شانون Shannon Diversity Index				H' = 0.60

(التنوع الوظيفي = الثراء الوظيفي + التكافؤ الوظيفي)Diversity = Richness + Evenness

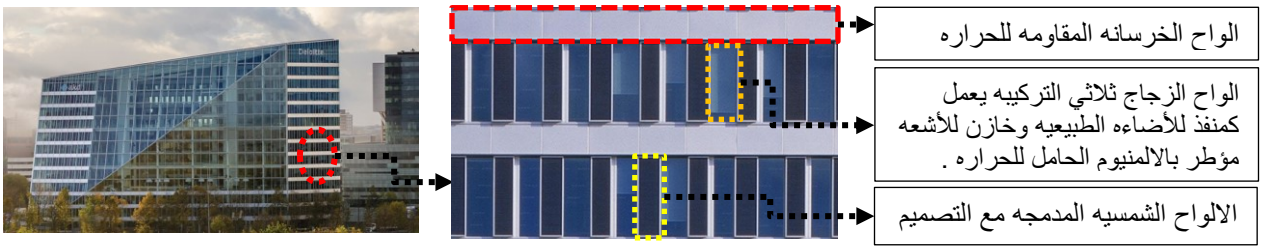
عدد الأنواع الكلي = N عدد الأنواع المشابه وظيفياً = S

D = S-1/ ln N + H' /ln S

D = 2-1/ln 4 + 0.60/ln2 ⟶ D = 0.72+0.86 = 1.58

جدول (٥-٢١) قياس التنوع الوظيفي في مبنى مكاتبThe Edge. إعداد:الباحثة.

تلعب واجهة المبنى الدور الاكبر في عملية التكيف المكاني إذ استخدم اربع عناصر تكيفيه عالية الاداء مع الواح شمسيه مدمجه مع التصميم فأصبح المبنى جزء لا يتجزء من محيطه. كما في الشكل (٥-٥)، وتم قياس ذلك في مؤشر سيمبسون كما في جدول (٥-٢٢).



الشكل (٥-٥) مواد الواجهة التي ساعدت على تكيف مبنى مكاتبThe Edge.
إعداد: الباحثة بالاعتماد على (Hensel & Nilsson, 2016,p.75.).

العناصر التكيفيه	نسبة استخدامها	N العدد الكلي	n عدد الاكثراستخدام	D = 1 − [Σ(n / N)^2]
زجاج ثلاثي التركيبه	العنصر الاكثر استخدام	4	3	D = 1 - [Σ(3 / 4)^2] D=1-0.56 D=0.44 التنوع متناسب بين العناصر التكيفيه
الواح الخلايا الشمسيه				
أطر من الألومنيوم				
خرسانه	الاقل استخدام			

جدول (٥-٢٢) مؤشر سيمبسون في مبنى مكاتب.The Edge إعداد: الباحثة.

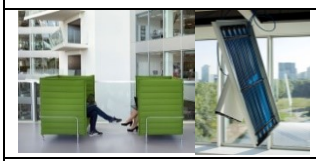
ثانياً: التنوع المتكامل / مبنى مكاتبThe Edge مساحةُ الكليه =40000 م^2 اما المساحة التي شغلتها كتلة المبنى =30057م^2، تم تصميم المبنى على اساس أن يكون ذكي بأستخدام التقنيات بالتوافق مع أنفتاحية الفضاءات وامكانية العمل في اي مكان في الفضاء مع توجيه المبنى نحو استغلال قوة الشمس في المحيط لتقليل استهلاك الطاقه.فتم حساب التنوع المتكامل في جدول (٥-٢٣).

HS =1 − ∑ (Ai/TA)^2	ENT = n / N Σ pi× log pi	BIQ= Q R_1 / Q R_2
HS =1-∑ (30057/ 40000)^2 HS = 1-0.56 HS = 0.44	ENT = 2/ 4 * (0.60) =0.5 * 0.60 =0.3	BIQ= Q R_1 / Q R_2 BIQ= 0.5 / 0.7 BIQ=0.7

جدول (٥-٢٣) قياس التنوع المتكامل في مبنى مكاتبThe Edge. إعداد: الباحثة.

(٥-٣-٣-٣) قياس مرونة تكيف النظم للتغير (مؤشر التغير).
Measurement the Flexibility of Adaptation Systems to Change (Change Index).

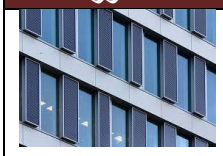
يتعرض المبنى لتغيرات مستمرة في المناخ الداخلي لأنه يعتمد على القوه الطبيعيه في توفير الاضاءة والتهوية لذلك تم استخدام العديد من الحلول لمواكبة هذا التغييرات وبالاعتماد على تقنيات الذكية كما موضح في جدول (٥-٢٤).

المقياس	الوصف
الدافعImpulse	تغيرات تكنلوجيا، تغيرات مناخيه ، اسباب وظيفيه
طريقة الاستجابة Method Response	 استخدام نظام تظليل، الألواح الشمسية، نظام اضاءة LED منخفض الأنبعاثات مع أجهزة استشعار لضوء النهار بهدف خفض استهلاك الطاقة، نظام Hot Desking بهدف توفير مساحات .
مقياس التكيف Scale Of Adaptation	المستوى الكلي(macro)، مستوى الجزئي (micro).
العنصر التكيفي الذكي المستجيب Adaptive Element	ميكانيكيًا، هوائيًا، هيدروليكيًا، قائمًا على المواد

جدول (٥-٢٤) قياس مؤشر التغير وصفياً في مبنى مكاتبThe Edge.
إعداد: الباحثة بالاعتماد على (Daisuke & Kaoru, 2019, p.757).

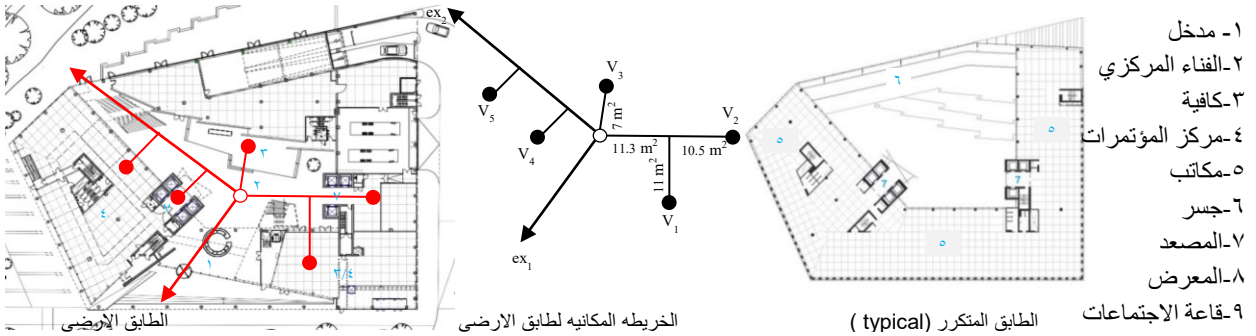
(٥-٣-٣-٤) قياس مرونة النظام الهيكلي & الوظيفي (مؤشر النفاذية)
Measurement the Flexibility of the Structural &Functional System (Permeability Index).

تكامل النظم يعزز في الأنفتاحية و سهولة وصول مما حقق نفاذية عالية على مستوى النظام الهيكلي و قد كان الدور الكبير للمواد المستخدمة في غلاف المبنى في تعزيز خاصيتي الشفافية والنفاذية العالية، وكان لها تأثير جمالي (تواصل مع المحيط)، اما التأثير البيئي(استخدام القوه الشمسية لتوفير الطاقة)، أما الهيكلي(فكان بتوفير مساحات كبيرة ومرونة العمل مع استغلال الطاقة البشرية) بهدف أن يكون المبنى ذكي ومتكيف مع المستخدمين. كما في جدول(٥-٢٥).

Permeability = Accessibility + Visibility (النفاذية = إمكانية الوصول + الرؤية)				
العناصر	إمكانية الوصول	الرؤية	النفاذية	صور
غلاف المبنى من الزجاج الثلاثي التركيبه.	عالية (قوة طبيعية) High (natural force)	مرتفع (داخل مع خارج) Moderate (out- in)	High + Moderate = Moderate نفاذية جدران المبنى من خارج الى داخل معتدله .	
النظام المفتوح	High(human flow) مرتفع (تدفق بشري)	High(in-in) مرتفع (داخل مع الداخل)	High + High= High لا توجد اي عوائق او عناصر هيكليه في جميع طوابق المبنى	

جدول (٥-٢٥) قياس النفاذية على المستوى الجزئي . إعداد: الباحثة.

النفاذيه على المستوى الكلي بعمل خريطة مكانية للمبنى وتحديد مسارات ومداخل المبنى، بهدف الوصول الى الوظيفه الرئيسيه ، اظهر مبنى المكاتب مدخل رئيسي واحد في الطابق الارضي واعتماد الطوابق الاخرى على المصاعد وجميع طوابق المبنى مفتوحة ولا تحتوي فضاءات وأنما تعزز مرونة العمل في أي مكان بأستخدام التقنيات الذكية، لذلك يتميز المبنى بالمرونة وسهولة الوصول وكما موضح في مخطط (٥-٦) وجدول (٥-٢٦) .



مخطط (٥-٥) الخريطه المكانيه لمبنى مكاتبThe Edge.

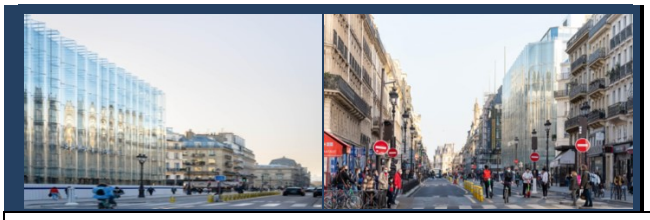
إعداد: الباحثة اعتمادا على مخططات المشروع من (Katsikakis, 2017,p.72).

المداخل	عدد العقد	العمق	معادلات قياس الطابق السفلي (السرداب)
المدخل الاول	5	الاقل	$ATD_{less\ p} = 2v^2 - 6v + 4 \rightarrow ATD_{less\ p} = 2(5)^2 - 6(5) + 4 \rightarrow ATD_{less\ p} = 24$ $P_1 = ATD_{less\ d} - ATD_{less\ p} / ATD_{less\ p} - ATD_{highest\ p}$ $P_1 = 18 - 24 / 24 - 40 \rightarrow P_1 = 0.38$
المدخل الثاني		الاعلى	$ATD_{highest\ p} = (v-1)^3/3 + (v-1)^2 + 2(v-1)/3$ $ATD_{highest\ p} = (5-1)^3/3 + (5-1)^2 + 2(5-1)/3$ $ATD_{highest\ p} = 21.33 + 16 + 2.66 \rightarrow ATD_{highest\ p} = 40$ $P_2 = ATD_{highest\ d} - ATD_{less\ p} / ATD_{less\ p} - ATD_{highest\ p}$ $P_2 = 24 - 24 / 24 - 40 \rightarrow P = 0$

جدول (٥-٢٦) قياس النفاذية على المستوى الكلي المكانية لمبنى مكاتبThe Edge. إعداد: الباحثة.

(٥-٤) الفئه الثانيه / مباني خضعت للآليات من اجل تحقيق التكيف المكاني
The Second Category / Buildings That Have Undergone Mechanisms to Achieve Spatial Adaptation

(٥-٤-١) مركز لا ساماريتين La Samaritaine



اسم المشروع :	مركز لا ساماريتين Center La Samaritaine	
الموقع	باريس	رمز العينه
السنه	٢٠٢١	D
المصمم	هنري سوفاج	

مركز لا ساماريتين يعد من عينات المباني التي خضعت للأليات التعديل بهدف تحقيق التكيف المكاني. إذ يمثل هذا المشروع تجديد مبنى La Samaritaine لتحويله الى مبنى متعدد الاستخدامات. يقع المبنى في باريس، يعبر المفهوم المعماري للمشروع عن الطموح لاستعادة منطقةLa Samaritaine ، مع الاعتراف بأهمية المبنى والدور الترميم في تنشيط الحي ككل بسبب اهمية الموقع التاريخية الكبيرة وخلق محور للأنشطة الاجتماعية والتجارية يمتد على طول المبنى الحالي. يعمل النظام الهيكلي للمبنى على ربط ثلاث ابنية، واحدة قائمة واثنتان جديدتان: كل منها فريد من نوعه في التصميم ويخلقان معًا تسلسلًا متناوبًا لمناطق الأنشطة الداخلية والمساحات المفتوحة (Coëffé & Morice, 2020,p.3).

غلاف المبنى متكون من الموجات الناعمة للزجاج تعكس إيقاع وحجم النوافذ المجاورة ، مما يؤسس الاستمرارية على طول هذا الشارع التجاري واتصال مع الواجهة التاريخية، لتكامل التصميم الجديد في سياقه الحضري ، يعكس الزجاج البيئة المحيطة ، مما يخلق مزيجًا دقيقًا من التاريخ والمعاصر عبر سطحه.

يوفر التجديد وظيفة جديدة وإحياء وتنشيط تجاري للحي في مبنى متعدد الأقسام يشمل برنامجًا جديدًا مقسمًا إلى كتلتين منفصلتين من أجل استيعاب متاجر التجزئة والمكاتب ودور الحضانة والفندق والإسكان الاجتماعي(Shulman.C., 2022,p.2).

يعد مشروع التجديد جزءًا من رؤية بيئية جريئة ومبتكرة لتحقيق الاستدامة وكفاءة الطاقة ، إذ تتطلع العديد من قرارات التصميم المكاني للمشروع إلى تلبية مجموعة متنوعة من الاحتياجات ضمن البيئة الحضرية للمشروع (archdaily.com/la-samaritaine). راجع الملحق رقم (١) فقره (١-٤).

جدول (٥-٢٧) وصف مبنى مركز لا ساماريتين .

استراتيجيات	مجالات العمل	اليات التكيف المكاني	إجراءات التكيف المكاني في النظم المعمارية	نظم التكيف المكاني (كفاءة)			نطاقات التكيف المكاني (التماسك)		المرونه	رموز الاجراءات
				الوظيفي	الهيكلي	الجمالي	المستوى الكلي	المستوى الجزئي		
الاستراتيجيه المادية	التصميم باستخدام الوحدة النمطية	-الية التعديل	تعديل المبنى من خلال الحفاظ على نمط الطراز الأصلي للمبنى وتحويل النظام الهيكلي الى النظام المفتوح .		*	*	*	*	التغير	Dx_1
			استعادة عناصر فن الآرت نوفو والارت ديكو الأيقونية للواجهة		*	*		*		Dx_2
	التصميم باستخدام المنظومة التكنلوجيا	- الية الاصلاح	استخدام زجاج ذكي يتغير لونه عند مرور الضوء.	*	*	*	*	*		Dx_3
			نظام ادارة مركزي	*			*		التنوع التقني	Dx_4
			استخدام شبكات التدفئة والطاقة المتجددة المدمجه مع التصميم		*	*	*	*		Dx_5
			استبدال الأنظمة الخدمات القديمة بأنظمة وتقنيات ذكيه	*	*	*	*	*		Dx_6
	التصميم باستخدام البساطة والوضوح	- اعادة الاستخدام التكيفي	اعادة تصميم ألافنية لتوفير ضوء النهار لانه يعد جانبًا أساسيًا من جوانب التجديد	*	*	*	*	*	النفاذيه	Dx_7
			الواجهات التاريخية مبطنة بواجهة داخلية ، مما يخلق حديقة شتوية من شأنها تحسين الراحة الحرارية والصوتية للمكان		*	*		*		Dx_8
			دمج الفتحات مع الأقسام التي توفر خصائص حرارية وصوتية للمناطق الداخلية.	*	*		*			Dx_9
الاستراتيجيه المكانية	التصميم بتحقيق التناسب	- الية تطوير المقياس	تطوير احجام الفضاءات لخلق تسلسلًا متناوبًا لمناطق الأنشطة الداخلية والمساحات المفتوحة لإطلالات على السماء	*	*	*	*	*	التنوع الوظيفي	Dx_{10}
			يتم توزيع الوظائف الجديدة على ثلاثة طوابق على طول محور دوران مركزي يربط بين المباني في كلا طرفي الموقع.	*	*		*			Dx_{11}
	التصميم بأستخدام التخطيط المكاني	- آلية التنوع - الية الاتصال	إعادة إنشاء هيكل السقف بأضافة نظم الاستشعار، للتحكم في مستويات الإضاءة		*	*		*		Dx_{12}
			تنوع الوظائف بين الاجتماعي والتجاري والسكني .	*	*	*	*	*		Dx_{13}
			تنوع مساحات وحجوم الفضاءات حسب الحاجه الوظيفيه.	*	*	*	*	*		Dx_{14}
			إنشاء ممر يمر عبر الكتلة الحضرية التي تربط بين ثلاث أفنية	*	*	*	*	*		Dx_{15}
			الانتقال السلس بين الفضاءات	*	*		*			Dx_{16}
	التصميم المتوافق مع السياق	- الية التجديد	أضافت واجهة زجاجية متموجة للمبنى الأصلي تعكس المباني المجاوره على غلاف المبنى		*	*	*	*	النفاذيه	Dx_{17}
			زيادة تعزيز تكامل التصميم الجديد في سياقه الحضري	*	*	*	*	*		Dx_{18}

جدول (٥-٢٨) تحليل مبنى مركز لا ساماريتين. إعداد: الباحثة.

(٥-٤-١-١) قياس المرونة في مبنى مركز لا ساماريتين
Measurement the Flexibility of La Samaritaine

اجراءات النظم المتخذه عندما تم تجديد مبنى مركز لا ساماريتين جاءت بهدف جمع الوظائف الاجتماعيه والترفيهيه والسكنيه معاً وتحقيق شروط الاستدامة كما موضح في جدول (٥-٢٩).

رموز الاجراءات	التعرض (Exposure)	الحساسية (Sensitivity)	القدرة على التكيف (Adaptive capacity)	V = (E + S) - AC	النظام
Dx_1	1.5	0	1	0.5	هيكلي ,جمالي
Dx_2	1	1	1	1	هيكلي ,جمالي
Dx_3	1.5	0	1.5	0	متكامل النظم
Dx_4	1	1	0	1	وظيفي
Dx_5	1	0	0	1	هيكلي ,جمالي
Dx_6	1	0	1	0	متكامل النظم
Dx_7	1	0	1	0	متكامل النظم
Dx_8	1	1	1	1	هيكلي ,جمالي
Dx_9	1.5	0	1	0.5	وظيفي ، هيكلي
Dx_{10}	١	0	1	0a	متكامل النظم
Dx_{11}	1.5	0	1	0.5	وظيفي ، هيكلي
Dx_{12}	1	0	0	1	هيكلي ,جمالي
Dx_{13}	1.5	0	1.5	0	متكامل النظم
Dx_{14}	1.5	0	1.5	0	متكامل النظم
Dx_{15}	1	0	1	0	متكامل النظم
Dx_{16}	1.5	0	1	0.5	وظيفي ، هيكلي
Dx_{17}	1	1	1	1	هيكلي ,جمالي
Dx_{18}	1.5	0	1.5	0	متكامل النظم

. جدول (٥-٢٩) قياس مرونة اجراءات التكيف المكاني في مبنى مركز لا ساماريتين.إعداد: الباحثة.

(٥-٤-١-٢) قياس مرونة النظام الوظيفي (مؤشر تنوع).
Measurement the Flexibility of the Functional Structural (Diversity Index)

اولاً:التنوع الوظيفي/ تعرض مبنى مركز لاساماريتين لعدت تجديدات في اخرها قد اشتمل على تجديد كامل، ويضم المجمع الآن ست وظائف متنوعة منها (تجارية واجتماعية وسكنية)، تنتشر منطقة البيع بالتجزئة المعاد تطويرها بين ثلاثة طوابق على طول محور دوران أساسي يربط بين سلسلة المباني على طرفي الموقع. فتؤدي جميع مناطق البيع بالتجزئة إلى الردهة الرائعة ذي الأسقف الزجاجية داخل أحد مباني.إلى جانب منطقة البيع بالتجزئة الواسعة ، يتكون مشروع التجديد من فندق خمسة نجوم ووحدات سكنية اجتماعية ومكاتب وحضانة. ، اضافةً الى تميز المبنى بتداخل وتكامل الفضاءات، وتم قياس ذلك في جدول (٥-٣٠).

الوظيفة والأنشطة	نسبة الوظيفه	pi	log (pi)	H’ = - Σ [(pi) × log (pi)]
أنشطه تجاريه (متاجر،مكاتب)	2/6	0.33	-0.48	0.15
أنشطة اجتماعيه(مرافق عامه متمثله بـ(مطاعم والكافيهات))	2/6	0.16	-0.79	0.12
أنشطه سكنيه(فندق، دار حضانه، وحدات سكنيه)	3/6	0.5	0.30	0.15
المجموع / مؤشر تنوع شانون Shannon Diversity Index				H’ = 0.42

Diversity = Richness + Evenness(التنوع الوظيفي = الثراء الوظيفي + التكافؤ الوظيفي)

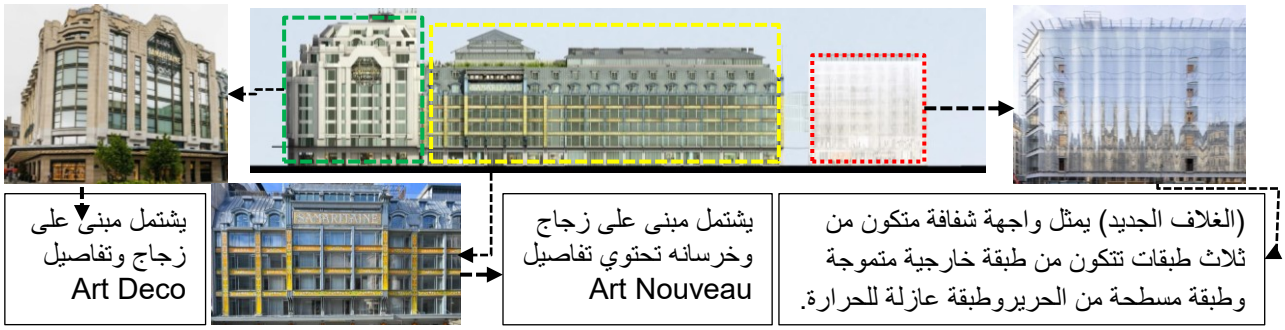
عدد الأنواع الكلي = N عدد الأنواع المشابه وظيفياً = S

D = S-1/ ln N + H' /ln S

D = 3-1/ln 6 + 0.42 /ln3 ⟶ D = 1.11+0.38= 1.49

جدول (٥-٣٠) قياس التنوع الوظيفي في مبنى المقر الرئيسي مركز لا ساماريتين.إعداد: الباحثة.

يغلف المبنى التقليدي طراز القرن التاسع عشر بطريقة خفيفة وعضوية. بينما تعكس الواجهة الزجاجية المزدوجة زخارف المباني المحيطة وتجذب حركة المشاة الى الكتلة الحضرية المتكونة. كما موضح في المخطط(٤-٦).



الشكل (٥-٦) مواد الواجهة التي ساعدت على تكيف مبنى مركز لا ساماريتين.

إعداد: الباحثة بالاعتماد على (Shah, 2021, p4).

بينماغلاف المبنى يتكون من اربع أنواع من العناصر التي تسهم في عملية التكيف، وقد شيدت من مادة الزجاج وخرسانة بتفاصيل الارت نوفو والارت ديكو،وتم حساب التنوع للواجهة حب مؤشر سيمبسون في جدول (٥-٣١).

العناصر التكيفيه	نسبة استخدامها	N العدد الكلي	n عدد الاكثراستخدام	$D = 1 - [\Sigma(n / N)^2]$
زجاج ثلاثي الطبقه	العنصر الاكثر استخدام	4	3	$D = 1 - [\Sigma(3 / 4)^2]$ D=1-0.56 D=0.44 تنوع جيد ومتناسق
خرسانة (تفاصيل الارت ديكو)				
خرسانة (تفاصيل الارت نوفو)				
زجاج عاكس	الاقل استخدام			

جدول (٥-٣١) مؤشر سيمبسون في مبنى مركز لا ساماريتين. إعداد: الباحثة.

ثانياً: التنوع المتكامل / مبنى مركز لا ساماريتين ت مساحة المبنى الكلية =$65120\ m^2$ اما المساحة التي شغلتها كتلة المبنى=$64110\ m^2$، عندما تعرض المبنى لتجديدات مستمره تم دمج الاستراتيجيه الفعالة مع الذاتية لتطوير المبنى وتحقيق التكيف. إذ الاستغلال التام للمساحة ودمج التقنيات مع البناء التقليدي اضافة الى توازن الوظائف مما ادى الى الإنتظام و إنخفاض العشوائية كما في جدول (٥-٣٢).

$HS = 1 - \sum (Ai/TA)^2$	$ENT = n / N \Sigma pi \times \log pi$	$BIQ = Q R_1 / Q R_2$
$HS = 1 - \sum (64110 / 65120)^2$ HS = 1-0.96 HS = 0.04	ENT = 3/ 6 * (0.68) 0.5 * 0.42=0.21	$BIQ = Q R_1 / Q R_2$ BIQ= 0.5 / 0.5 BIQ=1

جدول (٥-٣٢) قياس التنوع المتكامل في مبنى مركز لا ساماريتين. إعداد: الباحثة.

(٥-٤-١-٣) قياس مرونة تكيف النظم للتغير (مؤشر التغير).
Measurement the Flexibility of Adaptation Systems to Change (Change Index).

تم إعادة تطوير رمز باريس، مركز لا ساماريتين، من خلال الالتزام بالتقاليد والاستفادة من الحداثة، منهجًا جريئًا ويضيف معنى جديدًا للسياق، ومحاولة عدم هيمنة حركة المعاصرة في هذا المشروع على تقاليد باريس،يمثل هذا وبدلاً من ذلك أن يحقق التوازن والتناغم بين العالمين و استخدام تقنيات ذكيه لمواكبة هذا التغير وتحقيق التكيف المكاني، وكما موضح في جدول (٥-٣٣) .

المقياس	الوصف
الدافعImpulse	تغيرات تكنلوجيا، تغيرات مناخيه ، اسباب وظيفيه
طريقة الاستجابة Response Method	يغلف غلاف المبنى السياق التقليدي للقرن التاسع عشر بطريقة خفيفة وعضوية من خلال واجهة شفافه ذكيه تعمل على عكس السياق على الواجهة وبدورها تشكل حوار بين الداخل والخارج .
مقياس التكيفScale Of Adaptation	المستوى الكلي(macro)، مستوى الجزئي (micro).
العنصر التكيفي الذكي المستجيب Adaptive Element	ميكانيكيًا، هوائيًا، هيدروليكيًا، قائمًا على المواد

جدول (٥-٣٣) قياس مؤشر التغير وصفياً في مبنى مركز لا ساماريتين. إعداد: الباحثة بالاعتماد على(Karl, 2021. p1)

(٥-٤-١-٤) قياس مرونة النظام الهيكلي و الوظيفي (مؤشر النفاذية)
Measurement the Flexibility of the Structural &Functional System (Permeability Index).

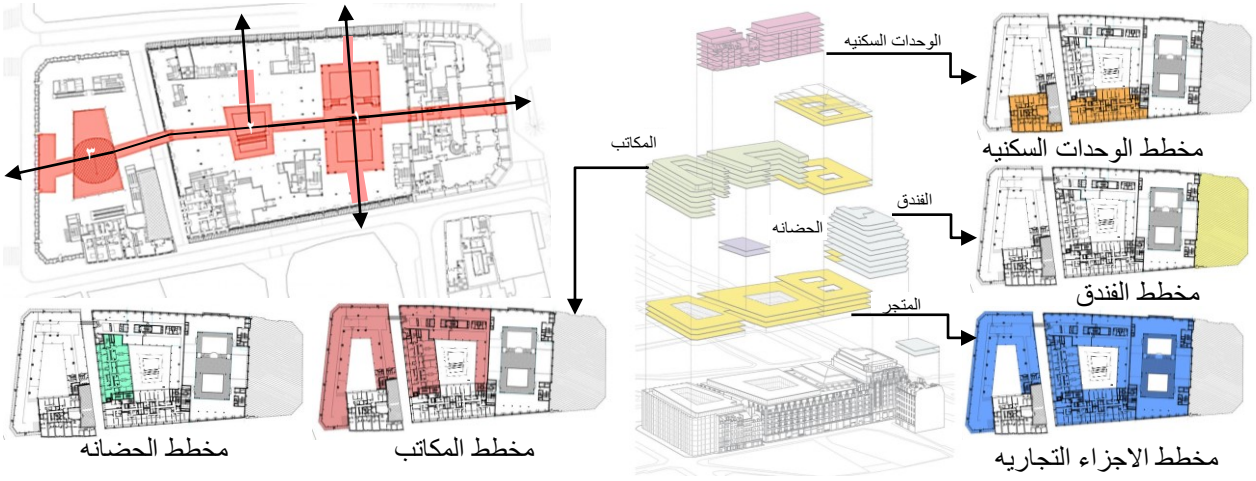
النفاذية في المستوى الجزئي للمبنى تجعل منهُ وحده مكانيه متماسكة ومتكاملة مع السياق و لهذه النفاذية تأثير جمالي(دمج النظام الجمالي المعاصر مع التقليدي)، اما تأثيرها البيئي يكون ب(تحقيق شروط الاستدامة في المبنى)، والتأثير الهيكلي(باستخدام النظام المفتوح مما حقق مرونه عاليه للفضاءات) بهدف التطوير والتجديد والدمج بين المختلفات . كما موضح في جدول(٥-٣٤).

النفاذية = إمكانية الوصول + الرؤية Permeability = Accessibility + Visibility				
العناصر	إمكانية الوصول	الرؤية	النفاذية	صور
جدار زجاجي	عالية (قوة طبيعية) High (natural force)	مرتفع (خارج مع خارج) High (out -out)	High + High= High نفاذية جدران المبنى من خارج الى خارج عاليه للسماح بأنعكاس السياق في الواجهه وداخل المبنى	
جدار خرساني بفتحات محدودة الحجم	مرتفع (قوة طبيعية) High (natural force)	معتدل (خارج مع داخل) Moderate (out-in)	High + Moderate =Moderate تحقيق نفاذيه معتدله للكتلتين الاخرى من المبنى	
النظام المفتوح	High(human flow) مرتفع (تدفق بشري)	مرتفع High(in-in) (داخل مع الداخل)	High + High= High	

جدول (٥-٣٤) قياس النفاذية على المستوى الجزئي . إعداد: الباحثة.

وتم قياس النفاذيه على المستوى الكلي بعمل خريطه مكانية للمبنى وتحديد مساراته ومداخله، بهدف الوصول الى الوظيفة الرئيسية للمبنى، اظهر مبنى مركز لا ساماريتين، العديد من المداخل في الطابق الارضي بأتباع النظام الهيكلي المفتوح مما حقق نفاذية عالية بنسبة (0) ولم يتم حساب معادلات النفاذية لها

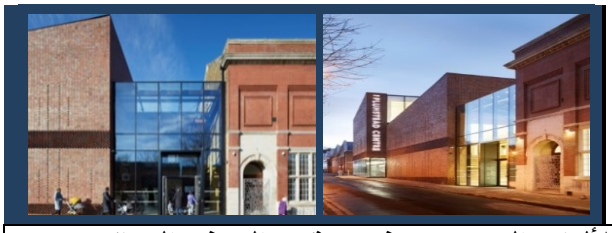
لكون الطابق لا يحتوي على عقد في المسار وأنما عباره عن مساحة مفتوحة واما طوابق الاخرى فأنها مكررة وتعتمد على سلالم الكهربائيه للوصول لها وكما موضح في مخطط (٤-٧).



مخطط (٤-٦) الخريطة المكانية لمبنى مركز لا ساماريتين. إعداد: الباحثة اعتمادا على(Shulman, 2022,P3).

(٤-٤-٢) مركز بلومستيد Plumstead Centre

جدول (٥-٣٥) وصف مركز بلومستيد.



اسم المشروع :	Plumstead Centre (مركز بلومستيد)	
الموقع	المملكة المتحده الامريكية	رمز العينه
السنه	٢٠٢٠	E
المصمم	هوكينز \ براون	

مركز بلومستيد يعد من عينات **المباني التي خضعت للأليات التجديد بهدف تحقيق التكيف المكاني** ، يقع في قلب بلومستيد في الولايات المتحدة الأمريكية تم بناء مكتبة Plumstead في عام ١٩٠٣وتجديدها في عام ٢٠٢٠ وتعتبر كمبنى مدني بارز في شارع (Plumstead High Street) تضاءل استخدام المكتبة بلومستيد طوال القرن الماضي مما ادى الى تحويلها إلى مرساة مدنية جديدة لمجتمع بلومستيد المحلي. تم تعديل وتوسيع المبنى مع الحفاظ على الطابع التاريخي وتعزيزه وتجديد الفضاءات الداخلية بأتباع المعايير الحديثة لتوفير وسائل الراحة المحدثة في جميع أنحاء المبنى (Koopman, 2022,p.39). يوفر الامتداد المكون من طابقين إلى الجزء الخلفي من مبنى المكتبة فضاءاً لمرافق ترفيهية جديدة عند العتبة بين القديم والجديد، و يخلق "الصندوق" المزجج كامل الارتفاع مدخلًا جديدًا بمستوى الوصول يؤدي إلى مساحة اجتماعية غير رسمية تؤكد على وظيفة المبنى كمركز مدني مفتوح يجمع بين المرافق ثقافية وترفيهية ورياضية (civictrustawards.org).

اظهر النظام الهيكلي والجمالي للمبنى امكانية الامتداد المكاني والمادي الانشاء مبنى حديث متميز من الناحية الأسلوبية عن محيطه و لكنه متعاطفً معه ليحقق التواصل بين القديم والجديد(archdaily.com/plumstead).اوجدت منطقة متعددة الأغراض في قلب المبنى الجديد كبيئة اجتماعية غير رسمية للقراءة أو العمل ، فتم دمج عناصر المبنى في الماضي والحاضر والمستقبل بسلاسة داخل المبنى بأستخدام احدث التقنيات(Koopman, 2022,p.38) راجع ملحق (١) فقره(١-٥).

استراتيجيات	مجالات العمل	اليات التكيف المكاني	إجراءات التكيف المكاني في النظم المعمارية	نظم التكيف المكاني (كفاءة)			نطاقات التكيف المكاني (التماسك)		المرونه	رموز الاجراءات
				الوظيفي	الهيكلي	الجمالي	المستوى الكلي	المستوى الجزئي		
الاستراتيجيه المادية	التصميم باستخدام الوحدة النمطية	- آلية التعديل	استمرار النمط الزخرفي حول الامتداد الجديد مع المباني الجديدة والقائمة في المنطقه.		*	*		*	_____	Ex_1
	التصميم باستخدام المنظومة التكنلوجيا	- الية الاصلاح	نظام اضاءة متطور.			*	*		تغير	Ex_2
			انظمة تحكم مركزية .	*	*		*			Ex_3
			نظام ادارة الخدمات مسيطر عليه مركزيا .	*	*	*	*	*		Ex_4
			اتمتة عملية التصميم والانشاء للأجزاء الجديده.	*	*	*	*	*		Ex_5
	التصميم باستخدام البساطة والوضوح	- الية اعادة الاستخدام التكيفي	دمج عناصر التصميم في الماضي والحاضر والمستقبل بسلاسة داخل المبنى	*	*		*	*	النفاذيه	Ex_6
			استخدام مدخل زجاجي للمبنى يستغل انعكاسات السماء والمحيط وتوفير الاضاءة الطبيعية .		*	*		*		Ex_7
			طبقات المبنى تشكل وحدة متجانسة متسلسه .	*	*	*	*	*		Ex_8
			تجذب المناور مزيدًا من الضوء والتهوية الطبيعية إلى الفضاءات الداخلية.	*	*	*	*	*		Ex_9
			توفر المساحات تنوعًا متناسباً مع نوع الوظيفه والهيكل المستخدم لضمان الاستفادة القصوى من المبنى.	*	*	*	*	*	تنوع وظيفي	Ex_{10}
			عند العتبة بين القديم والجديد، تم تصميم "فناء" زجاجي كامل الارتفاع ليكون بمثابة مدخل.	*	*	*	*	*	النفاذيه	Ex_{11}
الاستراتيجيه المكانيه	التصميم بتحقيق التناسب	- الية تطوير المقياس	تدرج في تصميم الفضاءات من العام الى الخاص ومن الفضاءات الترفيهيه والاكثر اجتماعيه الى الفضاءات الخاصه	*	*		*			Ex_{12}
			سلسلة من المساحات ، كل منها مصمم خصيصًا وفقًا للوظيفة الموجودة	*	*		*			Ex_{13}
	التصميم بأستخدام التخطيط المكاني	- آلية التنوع - الية الاتصال	تنوع فضاءات التواصل الاجتماعي .	*	*		*		تنوع وظيفي	Ex_{14}
			الامتداد لطابقين من الجزء الخلفي للمبنى لتكوين مرافق ترفيهية جديدة.	*	*	*	*	*		Ex_{15}
			تنوع تصميم المساحات الجديدة للسماح بأكبر قدر ممكن من المرونة	*	*	*	*	*		Ex_{16}
	التصميم المتوافق مع السياق	- الية التجديد	تغير النظام الوظيفي مع الحفاظ على هيكل و استخدام مواد مشابهة للبيئة المحيطة (الطوب والزجاج والمعدن) ومتفاعله معها.	*	*	*	*	*	____	Ex_{17}

جدول(٥-٣٦) تحليل مبنى مركز بلومستيد. إعداد: الباحثة.

(٥-٤-٢-١) قياس المرونة في مركز بلومستيد
Measurement the Flexibility of Plumstead Centre

تم قياس مرونة اجراءات النظم المتخذه في تحقيق التكيف المكاني في مبنى مركز بلومستيد، اغلب الاجراءات اتخذت بهدف تعديل المبنى وخلق تنوع وظيفي في الفضاءات الداخلية، وتم قياسها كما في جدول (٥-٣٧).

رموز الاجراءات	التعرض (Exposure)	الحساسية (Sensitivity)	القدرة على التكيف (Adaptive capacity)	V = (E + S) - AC	النظام
Ex_1	1.5	0	1	0.5	هيكلي ,جمالي
Ex_2	1	0	0	1	جمالي
Ex_3	1	0	0	1	وظيفي ، هيكلي
Ex_4	1.5	0	1.5	0	متكامل النظم
Ex_5	1	0	1	0	متكامل النظم
Ex_6	1.5	1	1.5	1	وظيفي ، هيكلي
Ex_7	1	1	1	1	هيكلي ,جمالي
Ex_8	1.5	0	1.5	0	متكامل النظم
Ex_9	1.5	0	1.5	0	متكامل النظم
Ex_{10}	1	0	1	0	متكامل النظم
Ex_{11}	1	0	1	0	متكامل النظم
Ex_{12}	1	1	1	1	وظيفي ، هيكلي
Ex_{13}	1.5	1	1.5	1	وظيفي ، هيكلي
Ex_{14}	1.5	1	1.5	0.5	وظيفي ، هيكلي
Ex_{15}	1	0	1	0	متكامل النظم
Ex_{16}	1.5	0	1.5	0	متكامل النظم
Ex_{17}	1.5	0	1.5	0	متكامل النظم

جدول (٥-٣٧) قياس مرونة اجراءات التكيف المكاني في مركز بلومستيد. إعداد: الباحثة.

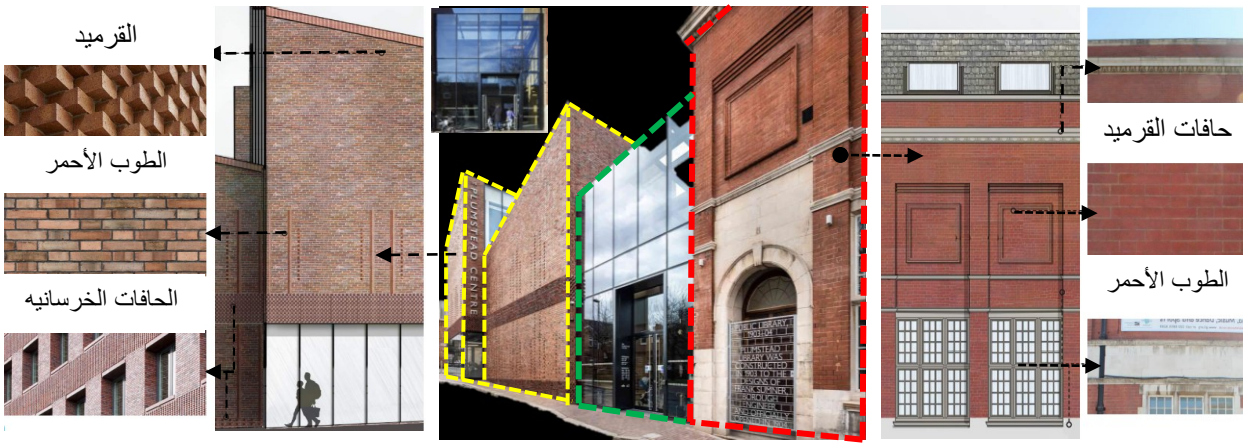
(٥-٤-٢-٢) قياس مرونة النظام الوظيفي (مؤشر تنوع).
Measurement the Flexibility of the Functional Structural (Diversity Index)

اولاً:التنوع الوظيفي/ أدت عملية التجديد إلى الحفاظ على الطابع الحالي للمبنى وتحديثه ، يوفر المبنى المرافق الترفيهية بما في ذلك مقهى ومساحة تعاون مرنة، مع مرافق رياضية متمثلة بـ(صالة ألعاب رياضية مع ملعب تنس الريشة واستوديوهات كبيرة لفنون الأداء أو اليوجا و المعارض)، وأنشطه ثقافيه، وتم قياسه كما موضح في جدول (٥-٣٨) .

الوظيفة والأنشطة	نسبة الوظيفه	pi	log (pi)	H' = - Σ [(pi) × log (pi)]
أنشطه ثقافية (مكتبات للأطفال والكبار)	2/7	0.28	-0.55	0.15
أنشطه ترفيهية(مقهى ، مساحة اجتماعيه مرنة)	2/7	0.28	-0.55	0.15
أنشطه رياضية (صالة ألعاب رياضية، ملعب تنس او الريشة، استوديوهات لفنون الأداء أو اليوجا ، المعارض)	4/7	0.57	-0.24	0.13
المجموع / مؤشر تنوع شانون Shannon Diversity Index				H' = 0.43
(التنوع الوظيفي = الثراء الوظيفي + التكافؤ الوظيفي)Diversity = Richness + Evenness **عدد الانواع الكلي = N عدد الأنواع المشابه وظيفياً = S D = S-1/ ln N + H' /ln S** **D = 3-1/ln 7 + 0.43/ln3 ⟶ D = 1.03+0.39 = 1.42**				

جدول (٥-٣٨) قياس التنوع الوظيفي في مبنى مركز بلومستيد. إعداد: الباحثة.

للواجهة المبنى الدور الاكبر في عملية التكيف المكاني إذ استخدم اربع عناصر تكيفيه عالية الاداء ومتناسقة مع التصميم القديم بهدف أن يصبح المبنى جزء لا يتجزء من محيطه. كما موضح في الشكل (٥-٧)، و جدول(٥-٣٩).



الشكل (٥-٧) مواد الواجهة مبنى مركز بلومستيد. المصدر: الباحثة بالاعتماد على(Koopman, 2022,p39).

العناصر التكيفيه	نسبة استخدامها	N العدد الكلي	n عدد الاكثراستخدام	D = 1 - [Σ(n / N)^2]
الطوب الاحمر	العنصر الاكثر استخدام	4	3	D = 1 - [Σ(3 / 4)^2] D=1-0.56 D=0.44 التنوع جيد بين العناصر التكيفيه
القرميد				
زجاج العاكس				
الحافات الخرسانيه	الاقل استخدام			

جدول (٥-٣٩) مؤشر سيمبسون في مبنى مركز بلومستيد. إعداد: الباحثة.

ثانياً: التنوع المتكامل / تبلغ مساحة المبنى الكلية =2329 m^2 اما المساحة المشغولة = 1780 m^2، وتم تصميم المبنى بهدف تحسين السياق بالاعتماد على تنوع الوظائف والتقنيات المستخدمة، تم القياس كما في جدول (٥-٤٠).

HS =1 − ∑ (Ai/TA)^2	ENT = n / N Σ pi× log pi	BIQ= Q R_1 / Q R_2
HS =1-∑ (1780 /2329)^2 HS = 1-0.58 HS = 0.42	ENT = 3/ 7 * (0.43) 0.42 * 0.43=0.18	BIQ= Q R_1 / Q R_2 BIQ= 0.6 / 0.5 BIQ=1.2

جدول (٥-٤٠) قياس التنوع المتكامل في مبنى مكاتب. إعداد: الباحثة.

(٥-٤-٢-٣) قياس مرونة تكيف النظم للتغير (مؤشر التغير).
Measurement the Flexibility of Adaptation Systems to Change (Change Index).

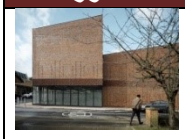
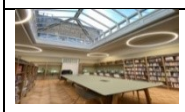
يهدف المشروع لتوفير مركز مجتمعي جديد لذا تم تصميم المساحات للسماح بأكبر قدر من الأنشطة المتعدده لمواكبة احتياجات المجتمع المحلي المتغيرة واعتمد في تحقيق ذلك على ما تتيحه التقنيات الذكيه كما في جدول (٥-٤١).

المقياس	الوصف
الدافع Impulse	تغيرات تكنلوجيا، تغيرات مناخيه ، اسباب وظيفيه
طريقة الاستجابة Response Method	من خلال عملية إعادة التطوير والحفاظ على الطابع الحالي للمبنى وتحديثه لترقية وسائل الراحة في جميع الأنحاء المبنى من خلال استخدام نظم الاستشعار وتحكم وفتح افنيه لتوفير القوه الطبيعيه مع ساحة اجتماعيه مرنه والامتداد بالمبنى لتعزيز مكانة المبنى في سياقه.
مقياس التكيف Scale Of Adaptation	المستوى الكلي(macro)، مستوى الجزئي (micro).
العنصر التكيفي الذكي المستجيب Adaptive Element	ميكانيكيًا، هوائيًا، هيدروليكيًا، قائمًا على المواد

جدول (٥-٤١) قياس مؤشر التغير في مبنى مركز بلومستيد. إعداد: الباحثة بالاعتماد على(archdaily.com).

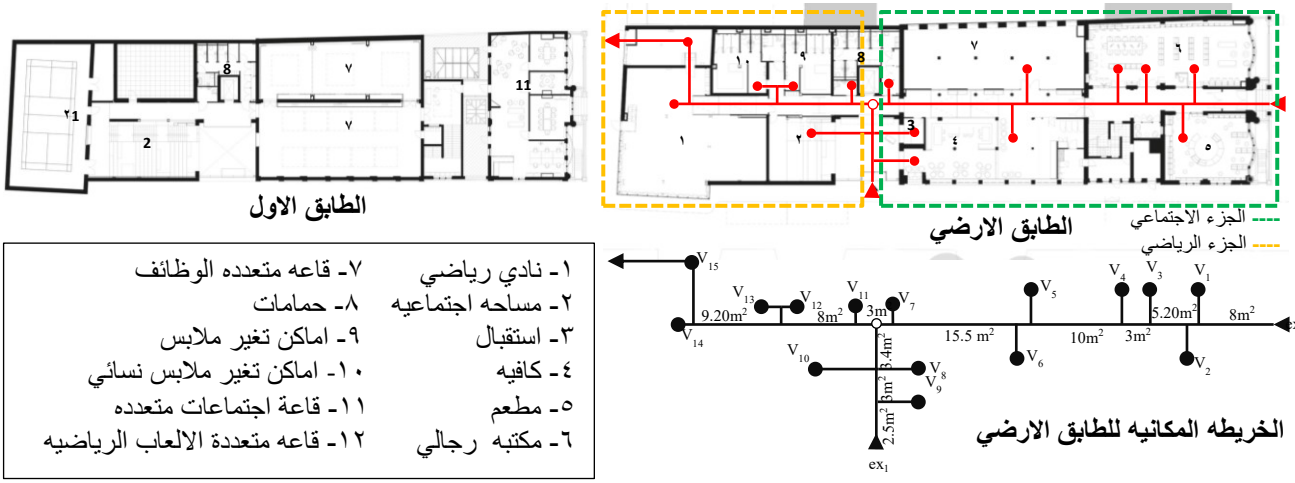
(٥-٤-٢-٤) قياس مرونة النظام الهيكلي و الوظيفي (مؤشر النفاذية)
Measurement the Flexibility of the Structural &Functional System (Permeability Index).

النفاذيه على المستوى الجزئي تمثلت بأنفتاحية النظام الهيكلي من جانبين منها أنفتاح الاسقف مع تقليل العناصر الهيكلية اضافه الى المدخل الزجاجي الشفاف وكان لها تأثير جمالي تمثل بـ(دمج البيئة المعاصرة مع التقليدية)، اما التأثير البيئي فتمثل ب(توفير القوة الطبيعية في الفضاءات)، واما التأثير الهيكلي(فكان بتوفير المساحات الكبيره) و كما موضح في جدول(٥-٤٢).

النفاذية = إمكانية الوصول + الرؤية Permeability = Accessibility + Visibility				
العناصر	إمكانية الوصول	الرؤية	النفاذية	صور
جدار خرساني بفتحات محدودة الحجم (الأبواب)	مرتفع (قوة طبيعية) Moderate (natural force)	معتدل (خارج مع داخل) Moderate (out-in)	Moderate + Moderate = Moderate نفاذية جدران المبنى من خارج الى داخل معتدله	
سقف مع فتحات	عالية (قوة طبيعية) High (natural force)	مرتفع (داخل مع خارج) High (in-out)	High + High= High	

جدول (٥-٤٢) قياس النفاذية على المستوى الجزئي . إعداد: الباحثة.

النفاذيه على المستوى الكلي توضح بوجود مدخلين وأنقسام المبنى الى جزئين جزء اجتماعي وجزء رياضي وتتوزع الفضائات بشكل موازي لمحور رئيسي لخلق التكامل الوظيفي ، كما في مخطط (٥-٨) وجدول (٥-٤٣).



مخطط (٥-٧) الخريطه المكانيه لمبنى مركز بلومستيد. إعداد: الباحثة اعتمادا على ((civictrustawards.org))

المداخل	عدد العقد	العمق	معادلات قياس الطابق الارضي
المدخل الاول	14	الاقل	$ATD_{less\ p} = 2v^2 - 6v + 4 \rightarrow ATD_{less\ p} = 2(14)^2 - 6(14) + 4 \rightarrow ATD_{less\ p} = 312$ $P_1 = ATD_{less\ d} - ATD_{less\ p} / ATD_{less\ p} - ATD_{highest\ p}$ $P_1 = 8.9 - 312 / 312 - 910 \rightarrow P_1 = 0.50$
المدخل الثاني		الاعلى	$ATD_{highest\ p} = (v-1)^3/3 + (v-1)^2 + 2(v-1)/3$ $ATD_{highest\ p} = (14-1)^3/3 + (14-1)^2 + 2(14-1)/3$ $ATD_{highest\ p} = 910$ $P_2 = ATD_{highest\ d} - ATD_{less\ p} / ATD_{less\ p} - ATD_{highest\ p}$ $P_2 = 43.2 - 312 / 312 - 910 \rightarrow P_2 = 0.44$

جدول (٥-٤٣) قياس النفاذيه على المستوى الكلي المكانيه لمبنى مركز بلومستيد. إعداد: الباحثة.

(٥-٤-٢-٥) قياس مرونة النظام الهيكلي و وظيفي (مؤشر الامتداد)
Measurement flexibility of structural &functional system (Extensibility index)

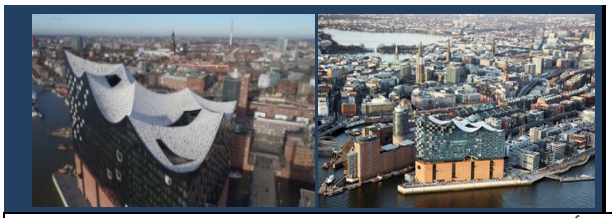
شمل العمل في تعديل المبنى هدم الامتداد الجنوبي وبناء طابقين إلى الجزء الخلفي، لم يكن تمدد المبنى إنجازاً عاديًا حتى اكتماله، إذ زادت التكاليف بنسبة ثمانيه واربعين في المائة (وصلت الكلفة إلى ١٦.٦ مليون جنيه إسترليني مايقارب ١٨ مليون دولار أكثر مما كان مخططًا له فكانت تكلفه الامتداد فقط ٩ مليون دولار) لأن المبنى مخطط للأعادة التطوير النشاط الاقتصادي في المنطقه وسيكون الخطوة الأولى في تجديد منطقة Plumstead (Smith,2020,p5).

$$\text{Extensibility} = CD_{NF} / (CI_{NF} + CD_{NF}) \quad \text{Extensibility} = 16.6 / (16.6 + 8.632)$$

$$\text{Extensibility} = 0.6$$

(٥-٤-٣) مركز الفيلهارمونيك Elbphilharmonie Hamburg

اسم المشروع :	Elbphilharmonie Hamburg (مركز الفيلهارمونيك)	
الموقع	هامبورغ، ألمانيا	رمز العينه
السنه	٢٠١٦	F
المصمم	Herzog & de Meuron	



الفيلهارمونيك يعد من عينات **المباني التي خضعت للأليات التعديل و التجديد بهدف تحقيق التكيف المكاني،** يقع في وسط مدينة هافن في هامبورغ ، ويمثل موقعًا معروفًا وجسد المبنى في هذا الموقع مركزًا للحياة الاجتماعية والثقافية واليومية ويمثل نصباً تذكارياً صامتاً لحقبة ما بعد الحرب ومن أهم معالم المدينة. أن المركز الثقافي الجديد يلبي الاحتياجات ليكون عامل جذب (Oguchi, K., p.5 Quiquerez, M. & Toyota, Y., 2018,).

النظام الوظيفي للمبنى يجمع بين الأنشطة الترفيهية والسكنية ويتم الجمع بين هذه الاستخدامات المتنوعة في مبنى واحد كأنه مدينة مصغرة (Letana, P.H.M.,2018,p2). يتشكل المبنى من بنيتين متناقضتين ومتراكبتين تضمن تسلسلًا مكانيًا مميز ومجهزاً بأحدث التقنيات ومتنوعًا من ناحية، مع اختلاف بين البنيتين في المساحات العامة والخاصة و في الطابع والحجم ,Morselli, E., 2019). p.15)

يقدم تصميم المبنى تجربة مكانية في حد ذاتها ويعكس التصميم الداخلي عصر الرقمنة والفردنة والعولمة. اما النظام الجمالي المتمثل في غلاف المبنى يتكون من الزجاج المبهر الفريد من نوعهُ فيتغير مظهر المبنى باستمرار و يلتقط أنعكاسات السماء والماء ,.Taddonio, S. & Aydeniz, E.N.K) 2020,p.6) .

يتميز المبنى بأنه يخلق علاقة مكانية وحسية قوية مع المحيط بتحول الوظيفة مع الحفاظ على أثر المبنى الأصلي وطفو الجزء الجديد فوق المبنى القديم مع استغلال الإمكانات الهيكلية وقوة المبنى القديم لتحمل وزن الكتلة الجديدة الموجودة فوقه، ليحقق الاتصال و التكامل والتفاعل مع محيطه باستخدام التقنيات الحديثة في التصميم (de Esteban Garbayo, J., 2018, p.45.).

راجع ملحق (١) فقره(١-٦).

جدول (٥-٤٤) وصف مركز الفيلهارمونيك.

استراتيجيات	مجالات العمل	اليات التكيف المكاني	إجراءات التكيف المكاني في النظم المعمارية	نظم التكيف المكاني (كفاءة)			نطاقات التكيف المكاني (التماسك)		المرونه	رموز الاجراءات
				الوظيفي	الهيكلي	الجمالي	المستوى الكلي	المستوى الجزئي		
الاستراتجيه المادية	التصميم باستخدام الوحدة النمطية	- آلية التعديل	تشكيل الطبقات والجدران والسقف بنمط موحد لخلق وحدة مكانية.	*	*	*	*	*	ـــــ	Fx_1
	التصميم باستخدام المنظومة التكنلوجيا	- الية الاصلاح	استخدام تقنيه ذكيه في زجاج الواجهه تخلق تأثير وميض خاص للداخل .		*	*		*	تغير	Fx_2
			استخدام تقنيات التصنيع الرقمي في تشكيل الواجهة لتكون متغيرة بأستمرار.		*	*		*		Fx_3
			النوافذ مصممه باستخدام تقنية الحبيبات البلورية التي تعكس وتكسر الاضواء		*	*		*		Fx_4
			نمذجة عملية تصميم الاجزاء الجديدة للمبنى	*	*	*	*	*		Fx_5
			اتمتة عملية التكامل الحسي للظواهر البصرية والصوتية في داخل الفضاءات .	*	*	*	*	*		Fx_6
	التصميم باستخدام البساطة والوضوح	- الية اعادة الاستخدام (الوظيفي ،المواد)	يستثمر المبنى انعكاسات السماء والماء والمدينه ليضفي لمسه جديده للمبنى .		*	*		*	النفاذيه	Fx_7
			هيكل المبنى مرن يمكن تكييفه مع احتياجات الأداء	*	*		*			Fx_8
			يقدم المبنى تجربة مكانية من خلال سلم متحرك ينقل المستخدمين من الخارج الى جميع طبقات المبنى .	*	*	*	*	*		Fx_9
			امتداد هيكل المبنى عامودياً	*	*	*	*	*	امتداد	Fx_{10}
الاستراتجيه المكانيه	التصميم بتحقيق التناسب	- الية تطوير المقياس	اختلاف في الطابع والحجم للمساحات العامة والخاصة .	*	*		*			Fx_{11}
			هيكل السقف ، بمنحنياته الحادة وقممه العالية، يحمل القاعة الكبرى دون أي أعمدة داعمة.	*	*		*			Fx_{12}
			تسلسلًا مكانيًا ومتنوعًا بتكامل النظام الهيكلي للمبنى مع النظام الوظيفي بإدخال لغة تصميم معاصرة	*	*		*	*	تنوع وظيفي	Fx_{13}
	التصميم بأستخدام التخطيط المكاني	- آلية التنوع	الانتقال السلس بين الفضائات الواسعة من دون قواطع		*	*	*			Fx_{14}
			مزيجًا متنوعا من الوظائف المختلفة.	*			*			Fx_{15}
	التصميم المتوافق مع السياق	- الية التجديد	التواصل بين الداخل والخارج والمبنى جزءا من طبيعة المحيط .	*	*	*	*	*	النفاذيه	Fx_{16}
			تكامل التصميمي وديناميكية البنية الفوقية والعلاقات البصريه دائمة التغير	*	*	*	*	*		Fx_{17}
			يعيد المبنى تشكيل أفق هذه المدينة الواقعة بجانب الماء.	*	*	*	*	*		Fx_{18}
			يوفر السقف طلالة بانورامية بزاوية ٣٦٠ درجة على المدينة.		*	*		*		Fx_{19}

جدول(٥-٤٥) تحليل مبنى مركز الفيلهارمونيك. إعداد: الباحثة.

(٥-٤-٣-١) قياس المرونة في مبنى مركز الفيلهارمونيك
Measurement the flexibility of Elbphilharmonie Hamburg

الاجراءات المتخذه في مركز الفيلهارمونيك بعد تعرضه لعملية التعديل واضافة بنيه جديده للمبنى، تميل نحو تكامل النظم في الاجراءات بهدف تحقيق وظيفة المبنى و المزج بين التقاليد والحداثة الفائقة وتم قياس ذلك كما في جدول (٥-٤٦).

رموز الاجراءات	التعرض (Exposure)	الحساسية (Sensitivity)	القدرة على التكيف (Adaptive capacity)	V = (E + S) - AC	النظام
Fx_1	1	0	1	0	متكامل النظم
Fx_2	1.5	1	1.5	1	هيكلي ,جمالي
Fx_3	1	0	0	1	هيكلي ,جمالي
Fx_4	1.5	1	1.5	1	هيكلي ,جمالي
Fx_5	1.5	0	1.5	0	متكامل النظم
Fx_6	1.5	0	1.5	0	متكامل النظم
Fx_7	1.5	0	1	0.5	هيكلي ,جمالي
Fx_8	1	1	1	1	وظيفي ، هيكلي
Fx_9	1	0	1	0	متكامل النظم
Fx_{10}	1.5	0	1.5	0	متكامل النظم
Fx_{11}	1.5	0	1	0.5	وظيفي ، هيكلي
Fx_{12}	1.5	1	1.5	1	وظيفي ، هيكلي
Fx_{13}	1.5	1	1.5	1	وظيفي ، هيكلي
Fx_{14}	1.5	1	1.5	1	هيكلي ,جمالي
Fx_{15}	1.5	0	1	0.5	وظيفي
Fx_{16}	1.5	0	1.5	0	متكامل النظم
Fx_{17}	1.5	0	1.5	0	متكامل النظم
Fx_{18}	1	0	1	0	متكامل النظم
Fx_{19}	1	1	1	1	هيكلي ,جمالي

جدول (٥-٤٦) قياس مرونة اجراءات التكيف المكاني مبنى مركز الفيلهارمونيك. إعداد: الباحثة.

(٥-٤-٣-٢) قياس مرونة النظام الوظيفي (مؤشر تنوع).
Measurement the Flexibility of the Functional Structural (Diversity Index)

اولاً:التنوع الوظيفي/ يشمل المبنى عدة وظائف مما يجعل هامبورغ واحدة من أكثر مدن أوروبا حيوية ، إذ توجد ثلاث قاعات للحفلات الموسيقية في وسط المجمع بالإضافة إلى فندق وشقق خاصة وقبل كل شيء ساحة عامة مرتفعة ومغطاة ، لجعل المبنى جزء من السياق وتم حساب التنوع الوظيفي كما موضح في جدول (٥-٤٧).

الوظيفة والأنشطة	نسبة الوظيفه	pi	log (pi)	H' = - Σ [(pi) × log (pi)]
أنشطه ترفيهيه(قاعة أوركسترا ، قاعة موسيقى)	3/8	0.37	-0.43	0.15
أنشطه عامه (مطاعم ، بارات ، شرفة بانورامية، مرافق وقوف السيارات)	4/8	0.5	-0.30	0.15
أنشطه سكنيه (شقق ، فندق)	2/8	0.25	-0.60	0.15
المجموع / مؤشر تنوع شانون Shannon Diversity Index				H' = 0.45

(التنوع الوظيفي = الثراء الوظيفي + التكافؤ الوظيفي)Diversity = Richness + Evenness

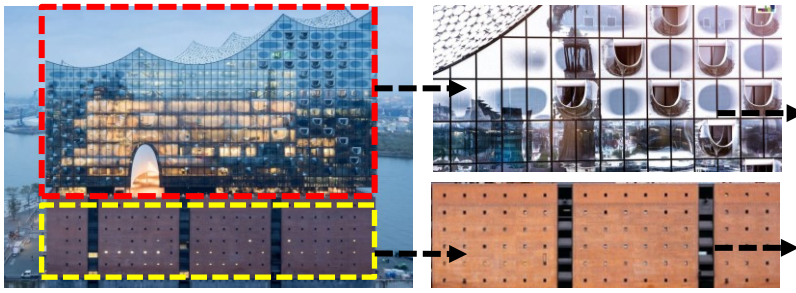
عدد الانواع الكلي = N عدد الأنواع المشابه وظيفياً = S

D = S-1/ ln N + H' /ln S

D = 3-1/ln 8 + 0.45 /ln3 ⟶ D = 0.96+0.41= 1.37

جدول (٥-٤٧) قياس التنوع الوظيفي في مبنى مركز الفيلهارمونيك. إعداد: الباحثة.

تلعب واجهة المبنى الدور الاكبر في عملية التكيف المكاني إذ حققت تواصلاً مباشراً مع المحيط من خلال استخدام نوعين من المواد ، مادة الأجر ومادة الزجاج الذكية، كما في الشكل (٥-٨) وقياس مؤشر سيمبسون في جدول (٥-٤٨).



الامتداد الجديد مغطى بألواح زجاجية منحنية ومقطعة بأشكال مختلفة ، على النقيض من واجهة الطوب الرواقية أدناه.

المبنى القديم واجهاته مجردة وذات نوافذ صغيره والأساسات والجملونات والعناصر الزخرفية مكونه من الطوب المغطى بأجر

الشكل (٥-٨) مواد الواجهة التي ساعدت على تكيف مبنى مركز الفيلهارمونيك.
إعداد: الباحثة بالاعتماد على (Taddonio & Aydeniz, 2020,p5).

العناصر التكيفيه	نسبة استخدامها	N العدد الكلي	n عدد الاكثراستخدام	$D = 1 - [\Sigma(n / N)^2]$
زجاج بلوري ذكي	الاستخدام متساوي	2	2	$D = 1 - [\Sigma(2 / 2)^2]$ D=1-1 D=0 مزيج متعادل من المواد التكيفيه
مادة الأجر والطوب				

جدول (٥-٤٨) مؤشر سيمبسون في مبنى مركز الفيلهارمونيك. إعداد: الباحثة.

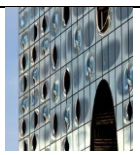
ثانياً: التنوع المتكامل / تبلغ مساحة مبنى الكليه = 6572 م^2 اما المساحة التي شغلتها كتلة المبنى=8700م^2، إذ تم تجديد المبنى على اساس الجمع بين الاستراتيجيه الذاتيه في البنية القديمة مع الفعالة في بنية الامتداد الجديد الفوقيه ليخلق علاقة مكانية وحسية مع المحيط مما اثبت التنوع المتكامل للمبنى كما في جدول (٥-٤٩).

$HS = 1 - \sum (Ai/TA)^2$	$ENT = n / N \Sigma pi \times \log pi$	$BIQ = Q R_1 / Q R_2$
$HS = 1-\sum (6572 / 8700)^2$ HS = 1-0.57 HS = 0.43	ENT = 3/ 8 * (0.45) 0.37 * 0.45=0.16	$BIQ = Q R_1 / Q R_2$ BIQ= 0.5 / 0.5 BIQ=1

جدول (٤-٤٩) قياس التنوع المتكامل في مبنى مركز الفيلهارمونيك. إعداد: الباحثة.

(٥-٤-٣-٣) قياس مرونة تكيف النظم للتغير (مؤشر التغير).
Measurement the Flexibility of Adaptation Systems to Change (Change Index).

تعرض المبنى لسلسة من التعديلات و تم تغير وظيفته مع اضافة بنية ديناميكية فوقية بأستخدام عمليات التصنيع الرقمي ونمذجه واستخدام التقنيات والمستشعرات لتكيف المبنى كما في جدول (٥-٥٠)

المقياس	الوصف
الدافعImpulse	تغيرات تكنلوجيا، تغيرات مناخيه ، اسباب وظيفيه
طريقة الاستجابة Response Method	بالجمع بين القديم والجديد في استمرارية كاملة مع النمذجة وتقنيات التصنيع الرقمي . لتوفير تجربة مكانية في حد ذاتها ؛ من خلال بنيه فوقية ذكية، وممر بنورامي كبير مع شرفة توفر إطلالة على السياق وتفاعل معهُ. 
مقياس التكيف Scale Of Adaptation	المستوى الكلي(macro)، مستوى الجزئي (micro).
العنصر التكيفي الذكي المستجيب Adaptive Element	ميكانيكيًا، هوائيًا، هيدروليكيًا، قائمًا على المواد

جدول (٥- ٥٠) قياس مؤشر التغير وصفياً في مبنى مركز الفيلهارمونيك.
إعداد: الباحثة.بالاعتماد على(de Esteban Garbayo, 2018,p53).

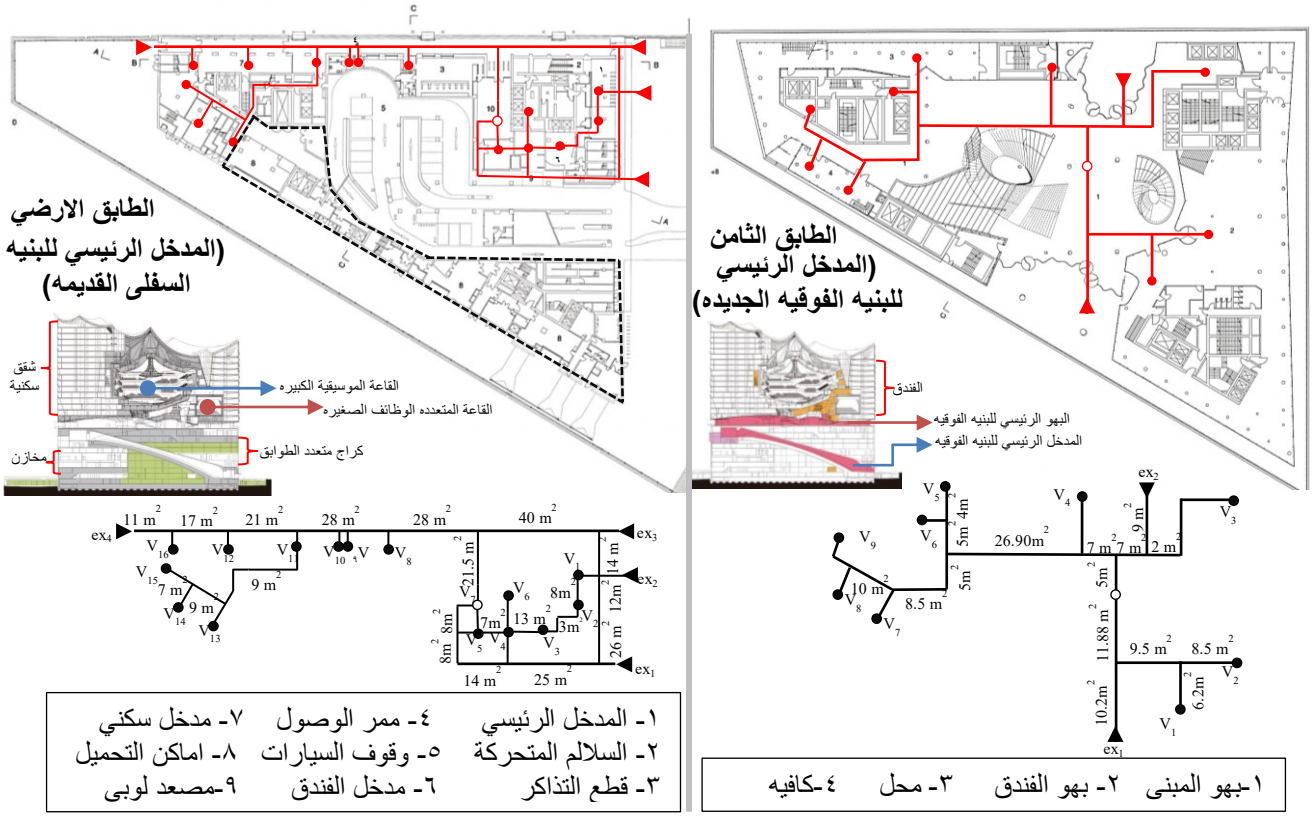
(٥-٤-٣-٤) قياس مرونة النظام الهيكلي & الوظيفي (مؤشر النفاذية)
Measurement the Flexibility of the Structural &Functional System (Permeability Index).

النفاذيه على المستوى الجزئي تمثلت بدمج النظام الجمالي و النظام الهيكلي ليحقق النظام الوظيفي وكان لهُ تأثير جمالي تمثل ب(خلق افق المدينة بالدمج بين البناء المعاصره مع القديم)، اما التأثير البيئي فتمثل بـ (توفير القوه الطبيعيه في الفضاءات)، الهيكلي(توفير الاتصال والمتانه الكتليه) كما موضح في جدول (٥-٥١).

النفاذية = إمكانية الوصول + الرؤية Permeability = Accessibility + Visibility				
العناصر	إمكانية الوصول	الرؤية	النفاذية	صور
جدار زجاجي	عالية (قوة طبيعية) High (natural force)	مرتفع (داخل مع خارج) High (in-out)	High + High = High نفاذيه عاليه لجدران البنيه الفوقيه من المبنى	
جدار من الطوب بفتحات محدودة الحجم	منخفض (قوة طبيعية) Low (natural force)	Moderate (out-in) معتدل (خارج مع داخل)	Low + Moderate = Low نفاذيه منخفضه لجدران البنيه الاساسيه من المبنى	

جدول (٥-٥١) قياس النفاذيه على المستوى الجزئي . إعداد: الباحثة.

تم قياس النفاذيه على المستوى الكلي لطابقين مختلفين في المبنى لكون المبنى يقسم الى جزئين البنيه السفلى متمثلة بالطابق الارضي والبنية الفوقية متمثلة في الطابق الثامن فيتم الوصول لها عن طريق سلالم خارجية تسهل الوصول تم عمل الخريطة المكانية لكلى الطابقين كما موضح في مخطط (٥-٩) وجدول (٥-٥٢) .



مخطط (٥-٨) الخريطه المكانيه لمبنى مركز الفيلهارمونيك.

إعداد: الباحثة اعتماداً على مخططات المشروع من (Morselli, 2019, pp.11-23).

المداخل	عدد العقد	العمق	معادلات قياس الطابق الارضي
المدخل الاول	16	الاقل	$ATD_{less\ p}= 2v^2 - 6v + 4 \rightarrow ATD_{less\ p}= 2(16)^2 - 6(16) + 4 \rightarrow ATD_{less\ p}= 420$ $P_1 = ATD_{less\ d} - ATD_{less\ p} / ATD_{less\ p} - ATD_{highest\ p}$ $P_1 = 51 - 420 / 420 - 1360 \rightarrow P_1 = 0.39$
المدخل الثالث			$P_3 = ATD_{less\ d} - ATD_{less\ p} / ATD_{less\ p} - ATD_{highest\ p}$ $P_3 = 61.5 - 420 / 420 - 1360 \rightarrow P_3 = 0.38$
المدخل الثاني		الاعلى	$ATD_{highest\ p} = (v-1)^3/3 + (v-1)^2 + 2(v-1)/3$ $ATD_{highest\ p} = (16-1)^3/3 + (16-1)^2 + 2(16-1)/3$ $ATD_{highest\ p} = 1360$ $P_2 = ATD_{highest\ d} - ATD_{less\ p} / ATD_{less\ p} - ATD_{highest\ p}$ $P_2 = 55 - 420 / 420 - 1360 \rightarrow P_2 = 0.38$
المدخل الرابع			$P_4 = ATD_{highest\ d} - ATD_{less\ p} / ATD_{less\ p} - ATD_{highest\ p}$ $P_4 = 126.5 - 420 / 420 - 1360 \rightarrow P_4 = 0.31$
المداخل	عدد العقد	العمق	معادلات قياس الطابق الثامن
المدخل الثاني	9	الاقل	$ATD_{less\ p}= 2v^2 - 6v + 4 \rightarrow ATD_{less\ p}= 2(9)^2 - 6(9) + 4 \rightarrow ATD_{less\ p}= 112$ $P_1 = ATD_{less\ d} - ATD_{less\ p} / ATD_{less\ p} - ATD_{highest\ p}$ $P_1 = 20 - 112 / 112 - 240 \rightarrow P_1 = 0.71$
المدخل الاول		الاعلى	$ATD_{highest\ p} = (v-1)^3/3 + (v-1)^2 + 2(v-1)/3$ $ATD_{highest\ p} = (9-1)^3/3 + (9-1)^2 + 2(9-1)/3 \rightarrow ATD_{highest\ p} = 240$ $P_2 = ATD_{highest\ d} - ATD_{less\ p} / ATD_{less\ p} - ATD_{highest\ p}$ $P_2 = 22 - 112 / 112 - 240 \rightarrow P_2 = 0.70$

جدول (٥-٥٢) قياس النفاذيه على المستوى الكلي المكانيه لمبنى مركز الفيلهارمونيك. إعداد: الباحثة.

(٥-٤-٣-٥) قياس مرونة النظام الهيكلي و وظيفي (مؤشر الامتداد)
Measurement flexibility of structural &functional system (Extensibility index)

يتمحور الامتداد حول القسم العلوي جديد مضاف فوق الجدران الأصلية المبنية من الطوب ليكون ساحة مرتفعة تبلغ مساحتها 4000 متر و يبلغ ارتفاعها 30 مترًا ، مما سمح بإنشاء ثلاث قاعات للحفلات الموسيقية ، بما في ذلك القاعة الرئيسية التي تتسع لـ 2150 مقعدًا. يقع على جانبي المبنى زوج من الأبراج المقببة لتأطير مناظر المدينة، وتمتد السلالم العريضة بين الجدران البيضاء المنحنية ، مما يؤدي إلى صعود زوار المبنى من خلال جزء محفور بين القاعة الكبرى وبقية القاعة.(Eldredge, 2016. P2)

تشتمل واجهة المبنى على 2200 لوح مسطح ومنحني، والتي تحتوي على ملايين النقاط المطلية بالكروم والتي تقلل من اكتساب الطاقة الشمسية. جدران القاعة الرئيسية مغطاة بـ "الجلد الأبيض الذكي " المكون من 10000لوح من الألياف الزجاجية الجبسية ليوفر إطلالات عبر ميناء المدينة وأفقها.

خطط على أن تكون تكلفت البنية الفوقية 670 مليون دولار ، ارتفعت التكاليف المبنى تقريباً 200 مليون دولار لوصولها ما يقدر بنحو 870 مليون دولار(Frearson,A.,2016. dezeen.com).

$$Extensibility = CD_{NF} / (CI_{NF} + CD_{NF}) \qquad Extensibility = 870 / (870 + 670)$$

$$Extensibility = 0.56$$

(٥-٥) الفئه ثالثه / العينه المحلية Third category / local sample

مقدماً يتم تحديد الاجراءات التي قامت بها الباحثة في تحصيل المعلومات بعد طرح المشاريع المنتخبة وتحليلها بناء على استراتجيات واليات التكيف المكاني المستنتجة من الدراسة النظرية وبناء على قياس مؤشراتها في الدراسة العملية للعينات المدروسة . إذ تم الاعتماد على مجموعة من المعايير بغرض الوصول إلى معايير تقريبية للمؤشرات لقياس مدى التكيف المكاني للعينة المحلية والتنبؤ بالتغيرات المستقبليه للمبنى.

تم اختيار العينة المحلية لتكون **البنك المركزي العراقي (Central Bank of Iraq)** للمصممة زها حديد، ويقع في العاصمه بغداد وقامت الباحثة بزيارة موقعية واستبانة واقع الحال والأطلاع على مخططات المبنى والتصاميم الداخلية وانواع المواد المستخدمها وطرق تصنيعها من خلال ما متوفر في المكتب التنفيذي للبناية، المبنى حالياً في مرحلة التنفيذ وسيتم من خلال الدراسة السابقة للعينات المتنوعة تحديد الفئة التي ينتمي اليها المبنى المحلي وفقاً لمعاير المؤشرات التي تم استخلاصها من دراسة فئات العينات.

(٥-٥-١) البنك المركزي العراقي Central Bank of Iraq

يقع المشروع في منطقة الجادرية ببغداد ويطل على نهر دجلة وما زال قيد الإنشاء. تبلغ مساحتها $2000m^2$، ويتكون من قاعدة رئيسية وبرج فوقها بارتفاع 170 مترًا. يرتفع المبنى من ضفة نهر دجلة في بغداد ويشكل افق المدينة.

(٥-٥-١-١) وصف المشروع Description of the Project

اولاً: وصف المشروع حسب الاستراتجيات الماديه (Jafar, Hassan & Jawad, 2022,p.4):

١. يظهر المبنى مستويات من المحاكاة مع التكنولوجيا في المشروع فيتميز التصميم ببنية عضوية ذو أشكال ممووجة في خطوطها وأنسيابيتها ونعومتها مع مراعاة جوانب الاستدامة، لذلك تميز المبنى بالصلابة والاستقرار

٢. يتم تحقيق التقنيات المستدامة في مبنى البنك المركزي العراقي في استخدام المواد الذكية مثل الزجاج الذكي والأسمنت المقاوم للتلوث في محاولة للحصول على مواد ذي تأثير ضئيل على البيئة.

ثانياً: وصف المشروع حسب الاستراتجيات المكانيه(Alawsey & Al-Dulaimi, 2020,p9) :

١. حددت قيود الموقع تصميم كتلة المبنى ، فيكون الشكل في القاعدة ضيقًا ، وفي المنتصف يتسع البرج لتحسين التخطيط ورفع الكفاءات ، ثم تناقص الدواخل نحو الأعلى ، إذ ينبع مفهوم الشكل من وظيفة المبنى ومستوحى من عناصر الاقتصاد المعاصر وليس له علاقة بالموقع أو الحضارة العراقية.

٢. تجلب ردهة مبنى البنك الضوء الطبيعي إلى قلب المبنى ويفتح المبنى على النهر.

٣. تتشكل قاعدة المبنى تدريجيًا من خلال سلسلة من الحدائق والتراسات التي ترتبط ارتباطًا مباشرًا بلمحيط.

تقترب هذه الأجراءات المتبعة في هذا المبنى من هذه الاجراءات التي تم اتخاذها في عينة (B,C)، لتحقيق كفاءة النظم والتماسك على المستوى الكلي للمبنى .

سيتم قياس مؤشرات المرونة للمشروع, ومقارنتها مع عينات الفئة التي تنتمي لها بهدف تحديد مدى تحقيق المبنى للتكيف المكاني. تفاصيل العينة في ملحق (٢).

(٥-٥-١-٢) قياس مؤشرات المرونه Measurement of Flexibility Indicators

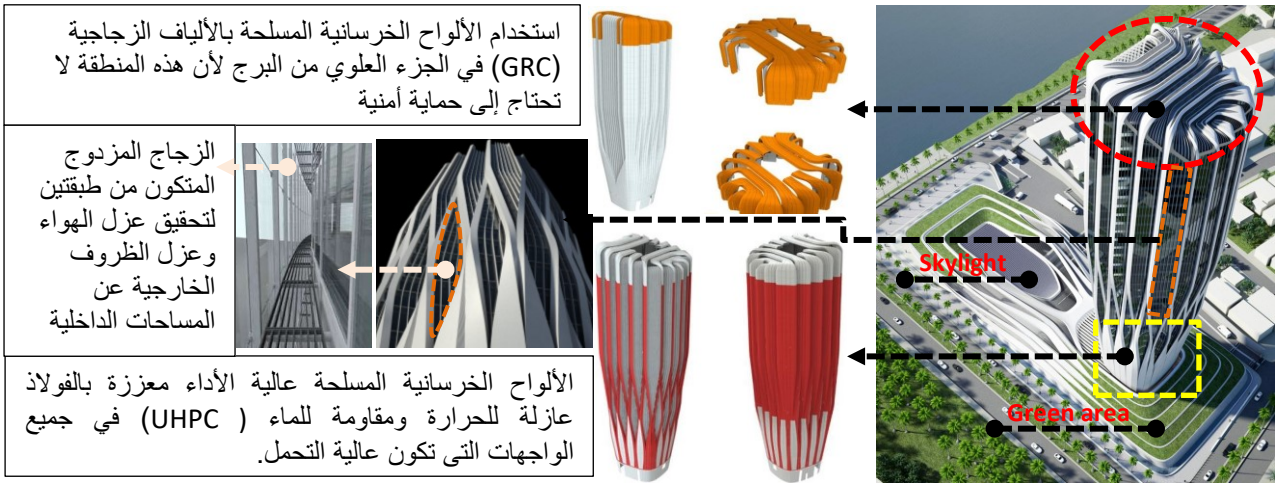
اولاً : قياس مؤشر التنوع (diversity index) : فيتكون البنك من ثلاثه وثلاثين طابقًا. ويتضمن المشروع العديد من الأنشطة المتجانسة منها "مكاتب ، قاعات مؤتمرات ، متحف ، قاعة حفلات ، خزائن نقود وذهب ، مواقف سيارات". إذ شابه الى حد كبير العينه (A) من ناحية التوجه نحو نوع وظيفي محدد وتكون الوظائف الاخرى داعمه له ،تم قياس التوع الوظيفي في جدول (٥-٥٣) ادناه.

الوظيفة والأنشطة	نسبة الوظيفه	pi	log (pi)	H' = - Σ [(pi) × log (pi)]
أنشطه عامه (قاعة متعدده الاغراض ، متحف،مسرح)	3/8	0.37	-0.43	0.15
أنشطه خاصه للأدارين (كافتريا ومطعم خاص بالموظفين وآخر للشخصيات)	2/8	0.25	-0.60	0.15
أنشطه اداريه (المكاتب الادارية ومكاتب كبار المسؤولين والشخصيات المهمة ، غرف اجتماعات)	3/8	0.37	-0.43	0.15
أنشطه خاصه (فضاءات الخزنة المالية ، مساحة للفضاءات التقنية)	2/8	0.25	-0.60	0.15
المجموع / مؤشر تنوع شانون Shannon Diversity Index				H' = 0.60
(التنوع الوظيفي = الثراء الوظيفي + التكافؤ الوظيفي)Diversity = Richness + Evenness **عدد الأنواع الكلي = N عدد الأنواع المشابه وظيفياً = S D = S-1/ ln N + H' /ln S** **D = 3-1/ln 8 + 0.60 /ln3 ⟶ D = 0. 96+0.54= 1.5**				

جدول (٥-٥٣) قياس التنوع الوظيفي في مبنى البنك المركزي العراقي. إعداد: الباحثة.

اقتربت نسبة التنوع لمبنى البنك المركزي مع نسبة العينه (A) لكون كلتا العينتين تسير بأتجاه وظيفه واحده

استخدام مواد بناء خفيفة الوزن منها الألواح الخرسانية المسلحة عالية الأداء (UHPC) و (GRC)، فأن إطار الواجهة يتكون في حد ذاته من نمط مفتوح ومغلق من العناصر التي تحاكي بصريًا إنعكاس الضوء من الأمواج في النهر أدناه، لتعزيز ديناميكية التصميم و الأنسيابيه لكلا النظامين الهيكلي والجمالي، كما موضح في المخطط(٥-٩).



الشكل (٥-٩) مواد الواجهة التي ساعدت على تكيف مبنى البنك المركزي العراقي.

المصدر: الباحثة بالاعتماد على (Ayead & Al-Tameemi, 2022,p.8).

العناصر التكيفيه	نسبة استخدامها	العدد N الكلي	عدد n الاكثراستخدام	$D = 1 - [\Sigma(n / N)^2]$
الألواح الخرسانية المسلحة بالألياف الزجاجية (GRC)	الاستخدام متساوي	3	3	$D = 1 - [\Sigma(3 / 3)^2]$ D=1-1 D=0
الألواح الخرسانية المسلحة معززة بالفولاذ (UHPC)				
الزجاج المزدوج				

جدول (٥-٥٤) مؤشر سيمبسون في مبنى البنك المركزي العراقي. إعداد: الباحثة.

تساوت نسبة مؤشر سيمبسون في مبنى البنك لنسبة عينة (B) لتنوع المواد التكيفية الذكية المستخدمة.

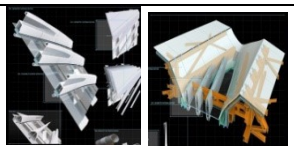
اعتمد المبنى على مبادئ توجيهية للحد من تأثيرات العوامل الخارجية الطبيعية مع نموذج رقمي ذي الطبيعة الفيزيائية للتحكم في جودة مستويات التهوية والاضاءة لاكتساب الطاقة الشمسية من خلال دمج التقنيات مع التصميم واعتمد تصميم البنك على ثلاثة أنواع من المهارات منها مهارات معمارية مبتكرة ، ومهارات هندسية تحليلية ، ومهارات حاسوبية باستخدام Revit وبرامج Rhino للحصول على نمذجة بارامترية ثلاثية الأبعاد إذ تم تصميم مساحة المبنى بمقدار(20000 م^2) اما المساحه التي شغلتها كتلة المبنى مقدارها(16000م^2) ، مع استخدام النظم الذكية في إدارة المباني (BMS) والطاقة (Almaamouri, 2019,p.495)، هذا يدل على الدمج بين الاستراتيجيتين الذاتية والفعالة معاً لتحقيق التكيف المكاني، كما حدث في العينة (A) فيدل ذلك على التنوع المتكامل للمبنى وكما موضح قياسهُ في جدول (٥-٥٥).

$HS = 1 - \sum (Ai/TA)^2$	$ENT = n / N \Sigma pi \times \log pi$	$BIQ = Q R_1 / Q R_2$
$HS = 1-\sum (16000 / 20000)^2$ HS = 1-0.64 HS = 0.36	ENT = 3/ 8 * (0.60) =0.37 * 0.60 =0.22	$BIQ = Q R_1 / Q R_2$ BIQ= 0.5 / 0.5 BIQ=1

جدول (٥-٥٥) قياس التنوع المتكامل في مبنى البنك المركزي العراقي. إعداد: الباحثة.

ثانياً: قياس مؤشر التغير(change index)

استخدام النظم والتقنيات الذكية لإدارة وتحسين قدرات البناء. لمواكبة التغيرات المستمره،كما في جدول (٥-٥٦)

المقياس	الوصف
الدافعImpulse	تغيرات تكنلوجيا، تغيرات مناخيه ، اسباب وظيفيه
طريقة الاستجابة Response Method	اعتمد المبنى على المواد الذكيه المستدامه مع دمج جميع التقنيات و نظام اداره ذكي في المبنى وتم تصميم جميع الاجزاء تصميماً رقمياً.تفاصيل في ملحق (٤) شكل (٦-٤). 
مقياس التكيف Scale Of Adaptation	المستوى الكلي(macro)، مستوى الجزئي (micro).
العنصر التكيفي الذكي المستجيب Adaptive Element	ميكانيكيًا، هوائيًا، هيدروليكيًا، قائمًا على المواد

جدول (٥-٥٦) قياس مؤشر التغير وصفياً في مبنى البنك المركزي العراقي.

إعداد: الباحثة بالاعتماد على (Almaamouri, 2019 ,p.494).

ثالثاً:قياس مؤشر النفاذية(permeability index) : تعتمد النفاذيه في مبنى البنك المركزي على تصميم البارمتري ودمج المستوى الجزئي والكلي معاً في المبنى من خلال دمج الاستراتيجيتين (الفعاله والذاتيه)، كما موضح في جدول(٥-٥٧).

النفاذية = إمكانية الوصول + الرؤية Permeability = Accessibility + Visibility				
العناصر	إمكانية الوصول	الرؤية	النفاذية	صور
جدار زجاجي (زجاج مزدوج).	مرتفع (قوة طبيعية) High (natural force)	مرتفع (داخل مع خارج) High (in-out)	High + High= High نفاذية جدران المبنى عاليه لتحقيق التواصل مع السياق	
جدار خرساني بفتحات محدودة	مرتفع (قوة طبيعية) High (natural force)	معتدل (خارج مع داخل) Moderate (out-in)	High + Moderate = Moderate	
سقف مع فتحات	مرتفع (قوة طبيعية) High (natural force)	مرتفع (داخل مع خارج) High (in-out)	High + High= High	

جدول (٤-٥٧) قياس النفاذيه على المستوى الجزئي . إعداد: الباحثة.

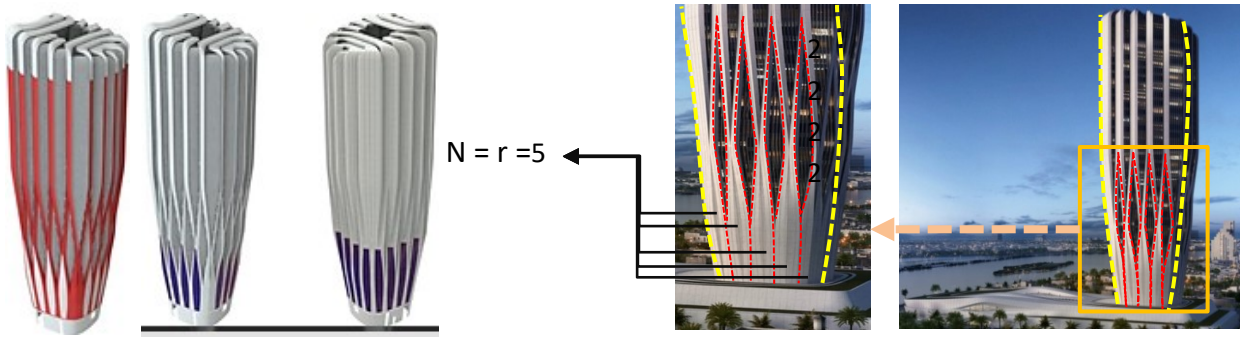
توضح من خلال زيارة الباحثة الى موقع المبنى ومن خلال رؤية صور التصميم الداخلي اتضح مدى التشابه مع التصميم الداخلي للطابق الارضي لعينه (B) مفتوح وأنسيابي من دون عوارض وهذا يدل على أن النفاذية (0) اي اعلى نفاذية. فيتوسط المخطط الافقي للبرج محور الحركة العمودية الخرساني والمتكون من أدرج عدد ٢، فضلا عن ٩ مصاعد، تصعد ثلاث منها الى منتصف ارتفاع البرج عند طوابق المطعم وخمسة مصاعد بانورامية الى نهاية البرج تكون بموازاتها مكاتب ، وكما موضح في شكل (٥-١٠) .

شكل (٥-١٠) المخطط المتكرر لطوابق مع أنسيابية ومرونة الطابق الارضي.
المصدر: (مجيد،٢٠١٥، صـ١١٦)

رابعاً: قياس مؤشر التشابه الذاتي (self-similarity index)

ظهر التشابه في النظامين الهيكلي والجمالي لأستخدامه الالواح الخرساني بأعتماد على الية الوحده والتكرار كما موضح في شكل(٤-١١) وتم حساب تشابه الذاتي حسب معادلة هاوسفورد.

$d = \log(N) / \log(1/r)$ $d = \log(5) / \log(1/5)$ $d=1$



شكل (٥-١١) الشابه الذاتي في النظام الهيكلي والجمالي لمبنى البنك المركزي العراقي.
إعداد: الباحثة بالاعتماد على(Alawsey & Al-Dulaimi, 2020.p.9).

(٥-٥-١-٣) نهج دراسة العينه المحلية وأسلوب التحليل

Approach to the study of the local sample and the method of analysis

- يمكن ان يسهم دمج استراتيجيات التصميم الفعالة والذاتية في تحسين الأداء المبنى ، وفي رفع مستوى تكيف المبنى مكانياً. فمن خلال الاعتماد على أساليب التصميم الذاتية بشكل خاص لتحقيق كفاءة الطاقة ، بالإضافة إلى رفع جودة البيئة الداخلية من خلال التحكم بفتحات غلاف المبنى.
- امكانية تحسين مستويات الاداء الوظيفي والهيكلي والجمالي بمعالجة غلاف المبنى (السقف والواجهات) عن طريق التحكم في الواحها الخرسانية، مع امكانية الامتداد عامودياً (في المستقبل) لأنهُ يحتوي على الواح قابله للفك وتركيب.
- امكانية تحسين كفاءة النظامين الهيكلي والوظيفي مع تماسك المستويين الكلي والجزئي، بالأعتماد على اليات التكيف المكاني واستخدام المنظومة التكنلوجيا، على رغم من التناقض مع السياق بالشكل والمقياس.
- تم اظهار نقاط القوة والضعف في التصميم الخارجي والداخلي لمبنى البنك وكما في جدول(٤-٥٨).

	نقاط القوه(Strengths)	نقاط الضعف(Weaknesses)
داخلي (Internal)	١- استخدم نظام BIM ، والذي يوفر تعديلًا سهلاً للأشكال العضوية والحصول على تحليل لنظم البناء الأولية أثناء مرحلة التصميم.	١-على الرغم من أن الشكل العام للمشروع يحقق جوانب الاستدامة ، إلا أنه ينبع من وظيفته ومستوحى من عناصر الاقتصاد المعاصر ولكنه لا يرتبط بالموقع المحيط.
	٢-المبنى أكثر راحة واقتصادية وأقل إهدارًا للطاقة بسبب استخدام نظم إدارة المباني الذكيه.	٢- بالرغم من استخدام تقنيات كفاءة الطاقة ، فإن وظائف وأنشطة المبنى تحتاج إلى مصدر طاقة اصطناعي مستمر.
خارجي (External)	١-استخدام نظم الخرسانة المسلحة بالألياف الزجاجية (GRC) وهو أفضل حل للبناء في الحالة العراقية نظرا لتوافرها ، لأنها سطحها أملس ، ولن تتعرض هذه الواجهة لمشكلة تراكم الغبار عليها.	١- قلة الوعي المجتمعي بأهمية التكيف المكاني للمبنى،و التخطيط المستدام للمشاريع الكبير، مما ادى الى نقد السلبي للمشروع.
		٢- ضعف القدرات الفنية المحلية في مستوى تنفيذ وإنتاج هذه التقنيات المتقدمة،وامكانية ربط وتوجيه الاستراتيجيه الذاتية والفعالة معاً.

جدول (٥-٥٨) نقاط القوه والضعف لمبنى البنك المركزي العراقي. إعداد: الباحثة

- امكانية أن تكون اجراءت المبنى المتخذه تجمع بين نظامين معماريين، اما التنوع الوظيفي ووفقاً لمحاكات العينات التي تم قياسها يكون جيد لأن ماتم استنتاجهُ من خلال تحليل وقياس عينات الفئة الاولى أن اغلب الاحيان التصاميم الحديثه تخضع للأستراتيجية النمطية بأستخدام الية الوحده والتكرار .
- امكانية تحسين اداء المبنى بشكل مستمر من خلال الاستفاده من التقنيات الذكية المدمجة مع التصميم في المبنى بهدف تحقيق المرونه والتكيف المكاني.
- امكانية المحافظه على استقرار البيئه الداخليه للمبنى بسبب تبني نهج الاستدامة واتضح ذلك من خلال دمج مواد صديقة للبيئة مع القشرة الخرسانية صلبة في قاعدة المبنى، و استخدام مواد ذكية منها الزجاج الذكي والأسمنت المقاوم للتلوث في البرج بشكل طبقات تمتد على طول البرج وتستمر وتتصل مع القاعده بهدف ترسيخ المبنى في سياقه .

(٥-٦) خلاصة Summary

تم في هذا الفصل قياس مؤشرات الإطار النظري المستخلص من الفصول السابقة على العينات المنتخبة العربية والعالمية والمحلية وحددت اوقات أنشائها بدأً من (٢٠١٥ الى ٢٠٢٢) ، بعد توضيح جميع الاجراءات الأساسية للتطبيق العملي، تحديد منهج البحث وطرق جمع المعلومات وأنتخاب العينات ومعايير اختيارها للدراسة العملية. إذ اعتمد البحث أسلوب القياس النوعي المعتمد على المنهج الوصفي التحليلي والقياس الكمي المعتمد على المعادلات لقياس المؤشرات ضمن جداول أعدت من قبل الباحثة ،وتم تطبيقها على كل مبنى باختلاف وظيفته من اجل الوصول الى تكامل النظم والمؤشرات المحققه التكيف المكاني في العينات.

تم الوصف الكامل لكل مبنى منتخب وشرح منظوماتها وفقا لخصائص المبنى ومدى تأثير الدمج بين النظم الاساسية للبناء مع المنظومات الذكية وفق الاستراتجيتين الفعالة والذاتية على اداء المبنى لتحقيق التكيف المكاني.

توصل الفصل الى أن التوجه حاليا في المباني المعاصرة ، نحو النظم الذكية و استخدام التقنيات التي تكون مندمجة مع التصميم ، و تطبيق آليات التكيف المكاني على كل مبنى يختلف ويتباين من مشروع لآخر بالاعتماد على تكامل النظم وحاجة كل مبني الى التكيف المكاني المطلوب. سيتم في الفصل القادم مناقشة النتائج وتحديد الاستنتاجات النهائية لاطار النظري والعملي والاستنتاجات العامة فضلا عن التوصيات .

٢٠٢٢

الفصل السادس
(مناقشة النتائج والاستنتاجات)

" لا تتعلق الهندسة المعمارية فقط بإنشاء مبانٍ جديدة ، بل تتعلق أحيانًا بإعادة ضبط ما هو موجود بالفعل"

"جون باوسون"

الفصل السادس
مناقشة النتائج والاستنتاجات

تـــــــمهـــــيـــــــد Preface

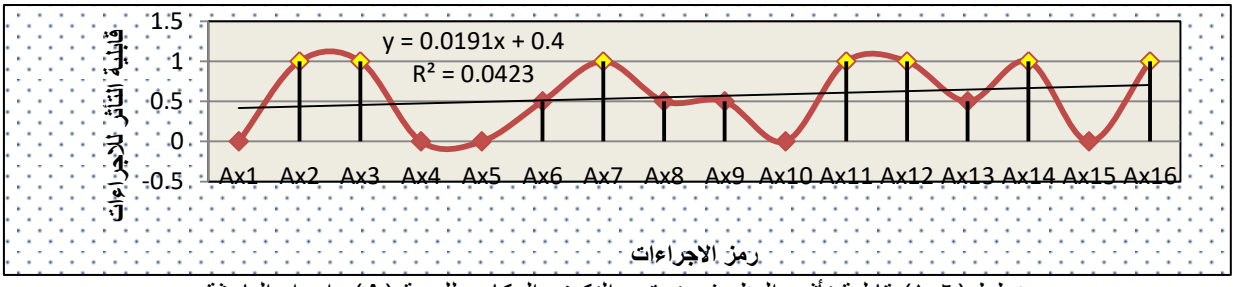
تم في الفصل السابق تحديد مختلف الاجراءات العملية لدراسة عملية التكيف المكاني في نظم العمارة الذكية والذي تضمن قياس المؤشرات الثانوية لمؤشر المرونة لأن المبنى المرن يكون كفوءاً ومتماسكاً، وتضمنت الدراسة فئتين من العينات اضافة الى عينة محلية خضعت للدراسة العملية. سيتم في هذا الفصل تحديد النتائج ووصفها والتي تم التوصل اليها ليتم تحديد الإستنتاجات العامة للبحث ومن ثم التوصل إلى التوصيات المطلوبة.

(٦-١) مناقشة نتائج عينات الفئة الأولى
Discuss the Results of the First Category Samples

بعد اختبار مجموعة المؤشرات الموضحة في الفصل السابق على مجموعة عينات(الفئة الاولى /حديثة التصميم), فقد كشفت العينات عن مجموعة من النتائج التي تعبر عن طبيعة الأبنية المتكيفه مكانياً، سيتم توضيحها تبعاً إلى طريقة القياس كما هو موضح في الفصل السابق والفصل الثالث.

(٦-١-١) مناقشة نتائج عينة(A) Discussion of Sample Results (A)

اظهرت العينة **(A)** بعد الدراسة وتحليل أن اغلب الاجراءات المتخذه كانت بهدف تحقيق التكيف المكاني والربط بين التقنيات التقليدية والذكية وخلق مناخ محلي في الفضاءات الداخلية، واتضح تحقيق ذلك بتماسك النطاق المكاني على كلا المستويين الجزئي والكلي، فأتجهت اغلب الاجراءات المتخذة في تكامل كفاءة النظامين الهيكلي والجمالي وكما موضح في مخطط (٦-١).

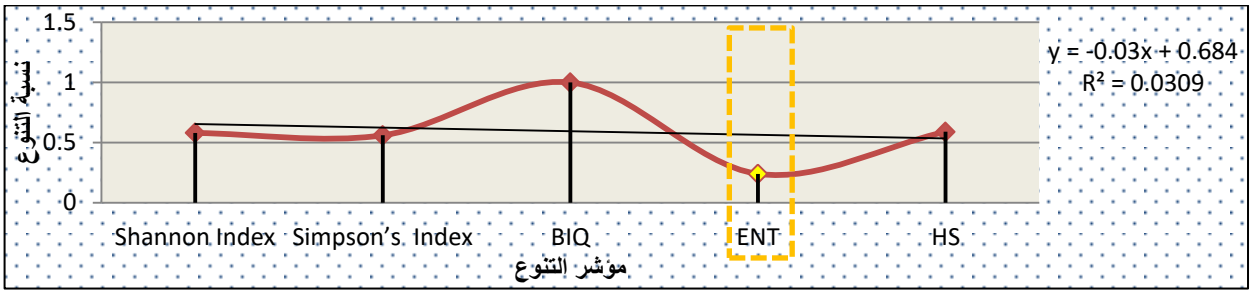


مخطط (٦-١) قابلية تأثير النظم في تحقيق التكيف المكاني للعينة (A). إعداد:الباحثة.

اولاً:مؤشر التنوع/ اظهر قياس مؤشر التنوع الوظيفي على المستوى الكلي حسب مؤشر تنوع شانون نسبة تنوع بمقدار **(0.58)** هذه القيمة بأعتماد على قيم شانون تدل على أن وظيفة المبنى **(معتدلة)** التنوع الوظيفي، اما نسبة التنوع من ناحية الوفرة والتكافؤ الوظيفي حقق نسبة عالية بما يقدر**(1.54)** وذلك للأحتواء المبنى على العديد من الفضاءات المتواصله ذات الامتداد الافقي، وهذه النسبة تدل على أن المبنى من جنس وظيفي واحد متمثل بالمتاحف والوظائف الثقافيه.بينما اظهرت نتائج حساب مؤشر سيمبسون لتنوع العناصر التكيفيه على المستوى الجزئي متمثل بـ(غلاف المبنى) نسبة تنوع بمقدار **(0.56)** وهذه النسبة تدل على تنوع **(معتدل)** بين أنواع المواد الثلاثة المستخدمة في تشكيل الواجهة.

اظهرت نتائج العينة **(A)** تكامل التنوع لأن عشوائية النظام الوظيفي**(ENT)** جائت بنسبة **(0.27)** وتنوع نسبة المساحة الكليه الى المشغوله**(HS)** بنسبة **(0.59)** جيده ، اما حاصل الذكاء**(BIQ)** جاءه بنسبة **(1)** لأن نسبة الذكاء التصميمي**(0.5)** بأتباع الاستراتيجيه الذاتية اعتماداً على اتباع اليات التكيف

المكاني منها الية الوحده والتكرار والية الإنفتاح على المحيط، بينما الذكاء التقني نسبتهُ **(0.5)** بأتباع الاستراتيجية الفعالة بالاعتماد على الية الاتمتة والنمذجة بأسنخدام برامج التحليل الهندسي الذكية. نتيجة لذلك تم الجمع بين اليات الاستراتيجية الذاتية والفعالة لتعزيز التكيف المكاني إذ دخلت اليات الاستراتيجية الفعالة في عملية التصنيع والأنشاء والتنفيذ اضافه الى تقنيات المتوفرة في المبنى لتحقيق الراحه للشاغلين اما اليات الاستراتيجية الذاتية فلها الدور في فكرة تصميم المبنى وفي توفير البيئه الداخلية في المبنى اضافة الى استغلال طاقة المحيط من ناحية المياه واشعة الشمس.



مخطط (٦-٢) نتائج قياس مؤشر التنوع للعينة (A). إعداد: الباحثة.

العشوائية قليلة وتقترب من الصفر وهذا يدل على تكامل التنوع واثبات الدمج بين الاستراتجينين بشكل متعادل.

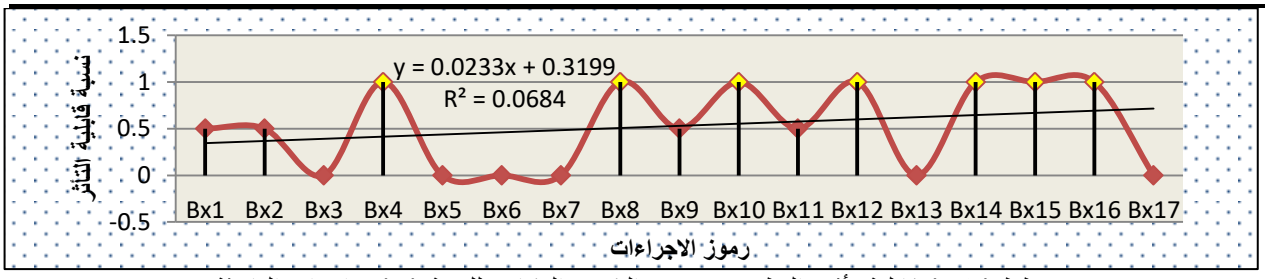
ثانياً: مؤشر النفاذيه / اظهرت نتائج القياس الوصفية للمستوى الجزئي للعينة **(A)** نسبة نفاذية عالية متمثلة بالقبة المنفذه للضوء اضافة الى فتحات الجدران، بينما على المستوى الكلي تبين وجود ثلاث مداخل للمبنى إذ حققت المداخل الاول والثاني نسبة متساويه وهي بمقدار **(0.21)**، اما المدخل الثالث حقق نسبة نفاذيه بمقدار**(0.22)**، وهذه النسب تدل على نفاذيه عاليه، وذلك نتيجة استخدام نظام الفضاءات المفتوح الذي يسهل التنقل بين الفضاءات وقصر مسافة الوصول الى الوظائف الرئيسية للمبنى، مما حققت نفاذيه عاليه ، لذلك يتميز المبنى بالاستمراريه والتواصل.

ثالثاً: مؤشر التشابه الذاتي / ظهر التشابه الذاتي على المستويين الكلي والجزئي في الكلي متمثل في التشكل الكتلي الذي جاءه من نمط متكرر بأحجام مختلفه بهدف ربط التشكيل المعاصر وتقليدي، بينما المستوى الجزئي متمثل في قبة المبنى إذ حققة نسبة تشابه ذاتي بمقدار **(1)** أي تشابه عالي لـ **(85)** وحده هيكليه متكررة.

التكيف المكاني في عينة (A) تمثل في سلسلة من الأجنحة المصممة بإنسيابية لتصميم نمط مكاني يحتوي إلى حد ما على طابع النسيج العمراني للمدن العربية. بينما لم يظهر مؤشر التغير ومؤشر الامتداد في المبنى لأن المبنى تم تصميمه حديثاً ولم يتعرض لأليات التعديل والتجديد، وكما تم تحليله ودراسته تبين أن المتحف ليس إنجازًا تقنيًا فقط، وإنما تكامل فيه النظامين الهيكلي والجمالي بالإعتماد على اليات الاستراتيجية الذاتية وتماسك النطاق المكاني للمبنى على كلا المستويين وفقاً لتطبيق اليات الاستراتيجية الفعالة منها اليات الاتمتة والنمذجة.

(٦-١-٢) مناقشة نتائج عينة (B) Discussion of Sample Results (B)

اظهرت نتائج قياس المرونة أن اغلب الاجراءات المتخذه كفاءة تكامل النظامين الوظيفي والهيكلي، وذلك بهدف دمج الطبيعة في داخل المبنى وخلق مناخ محلي في داخل المبنى لجعل المبنى جزءاً من المحيط، من خلال عمل فتحات بنورامبه في كتلة المبنى، وكما موضح في مخطط (٦-٣).

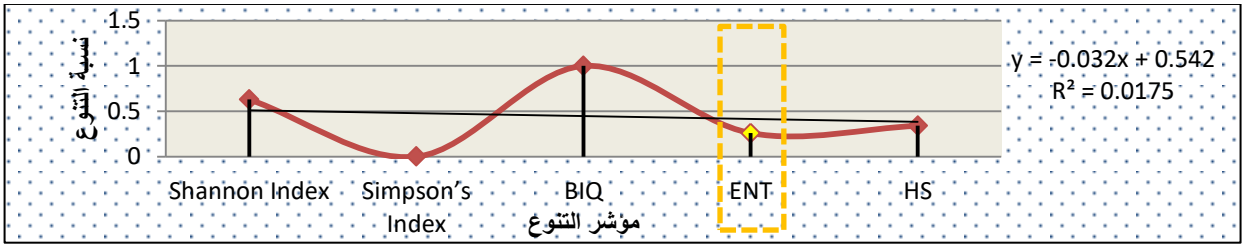


مخطط (٦-٣) قابلية تأثير النظم في تحقيق التكيف المكاني للعينة (B) . إعداد: الباحثة.

اولاً:مؤشر التنوع/اظهرت نتائج قياس التنوع الوظيفي لعينة **(B)** للمستوى الكلي حسب مؤشر شانون تنوع بمقدار **(0.63)** وحسب قيم المؤشر هذا يعني على أن العينة (معتدلة) التنوع الوظيفي اي تتكون من جنس وظيفي مسيطر والوظائف الاخرى داعمه لهُ، يدمج المبنى بين الأنشطه الثقافية، الاجتماعية و المهنية لكن الحضور الاقوى والوظيفية الاساس هي المهنية .اما التكافؤ والوفرة الوظيفية لنظام الوظيفي جاءت بمقدار **(1.59)** وهذه القيمه جاءت نتيجة وفرة الفضاءات الداعمة لجنس الوظيفي الاساسي للمبنى .

اظهرت نتيجة قياس التنوع حسب مؤشر سيمبسون على المستوى الجزئي نسبة بمقدار **(0)** وهذه القيمه تدل على أن العناصر التكيفية المستخدمة في غلاف المبنى تسم استخدامها بشكل متجانس لتحقق تنوع متماسك ذي اداء عالي لتكيف المبنى مكانياً.

كشفت نتائج العينة **(B)** تكامل التنوع لأن عشوائية النظام الوظيفي**(ENT)** جائت بنسبة **(0.19)** وتنوع نسبة المساحة الكليه الى المشغوله**(HS)** بنسبة **(0.19)** ممتازة، اما حاصل الذكاء**(BIQ)**جاءه بنسبة **(1)** لأن نسبة الذكاء التصميمي**(0.5)** بأتباع الاستراتيجية الذاتية اعتماداً على اتباع اليات التكيف المكاني منها الية الوحدة والتكرار والية الاتصال والية التنوع ، بينما الذكاء التقني نسبتهُ **(0.5)** بأتباع الاستراتيجية الفعالة بالاعتماد على الية الاصلاح والية اتمتة عملية التصميم مع استخدام نظام تظليل ذكي. نتيجة لذلك تم الجمع بين اليات الاستراتيجية الذاتية لدمج المبنى مع المحيط و الاستراتيجية الفعالة جاءات بهدف تحقيق شروط الاستدامة وجعل الطبيعة جزء من المبنى للأستغلال القوه الطبيعية بهدف تقليل استهلاك الطاقة، مع استخدام الالواح الشمسية وتقنيات التحكم الذكي.



مخطط (٦-٤) نتائج قياس مؤشر التنوع للعينة (B). إعداد: الباحثة.

ثانياً:مؤشر التغير/ بينت نتائج القياس الوصفية عن استخدام التقنيات الذكيه الميكانكيه على المستوى الكلي وبالاخص في النظامين الجمالي والهيكلي بهدف دعم النظام الوظيفي للمبنى لمواكبة التغيرات المستمره فدخلت فيها الية الاتمتة ونمذجه وكان لها الدور في تحديد نسبت الاستراتيجية الذاتية.

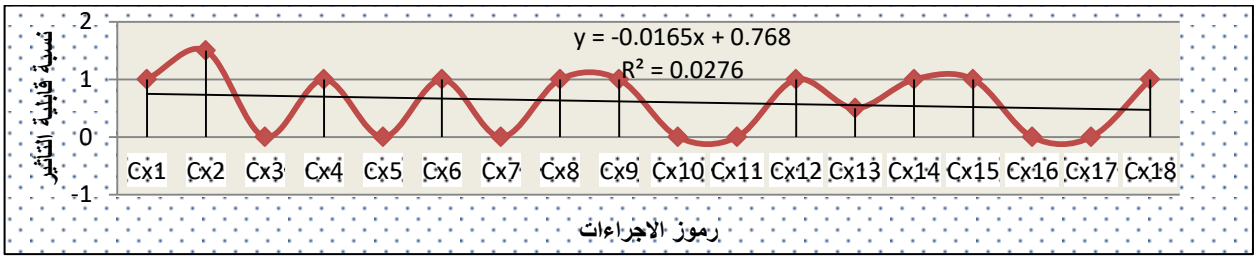
ثالثاً: مؤشر النفاذية/ كشفت نتائج القياس الوصفية للعينة **(B)** على المستوى الجزئي نفاذية عاليه للأستخدامه مادة الزجاج العاكس ، بينما كشفت العينة عن نتائج نفاذيه على المستوى الكلي لطابقين (الطابق السفلي ،الطابق الارضي) واوضحت نتائج نفاذية مداخل الطابق السفلي على نفاذية عالية بمقدار يتراوح بين**(0.29-0.36)** ، بينما كشفت نتائج مداخل الطابق الارضي عن نفاذية جيدة بمقدار **(0.44-0.55)** ، وهذه النتائج تدل على استمرارية وتواصل المبنى وسهولة التنقل بين طوابق المبنى ومع المحيط.

رابعاً:مؤشر التشابه الذاتي/ اظهرت نتائج قياس التشابه الذاتي نسبة بمقدار **(1.8)** اي أن نسبة التشابه عالية جدا وذلك لأن كتلة المبنى عباره عن مربع تم تقسيمه الثمانية مربعات اصغر مع عمل فتحة بنورامية في كل واجهه لدمج الطبيعه مع الداخل.

التكيف المكاني في عينة (B) عزز وجود المبنى في الموقع وجعله جزءاً من المحيط بهدف التوسط بين حالتين حضريتين مختلفتين لتحقيق جودة حضرية متأصلة، لكن لم يظهر مؤشر التغير ومؤشر الامتداد في المبنى لأن المبنى تم تصميمه حديثاً ولم يتعرض لأليات التعديل والتجديد، وكما اتضح أن تصميم المبنى يهدف للأندماج مع طبيعة الموقع، واثبات مكانت المبنى في وسط السياق المحيط من خلال تحقيق الكفاءه بتكامل النظامين الوظيفي والهيكلي بألاعتماد على اليات الاستراتيجية الذاتية، وتحقيق تماسك النطاق المكاني على المستوى الكلي، بالأعتماد على اليات الأستراتيجية الفعالة واستخدام نظم التحكم.

(٦-١-٣) مناقشة نتائج عينة(C) Discussion of Sample Results (C)

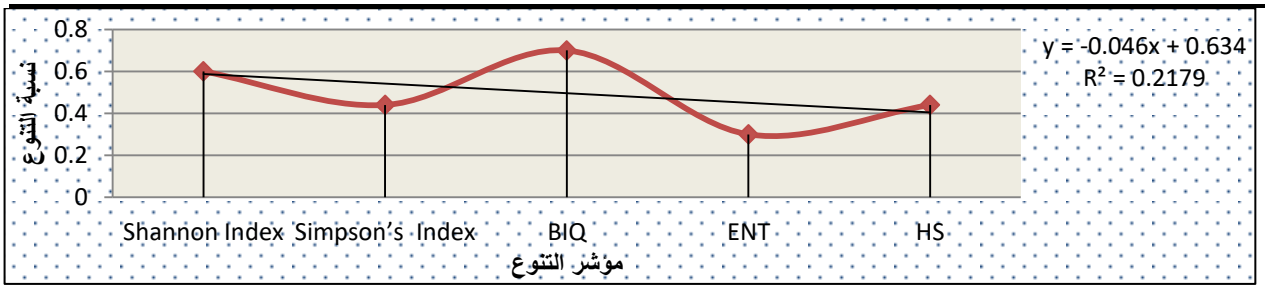
كشفت نتائج قياس مرونة الاجراءات المتخذه ،تبين أنها كانت بأتجاه تكامل النظامين الوظيفي والهيكلي وجاءه النظام الجمالي نتيجة لهم ، بهدف تحقيق مبنى ذكي متكيف كما موضح في مخطط(٦-٥).



مخطط (٦-٥) قابلية تأثير النظم في تحقيق التكيف المكاني للعينة (C) . إعداد: الباحثة.

اولاً:مؤشر التنوع/ كشفت نتائج العينة **(C)** التنوع الوظيفي على المستوى الكلي الوظيفي للمبنى تنوع بمقدار **(0.60)** حسب مؤشر شانون ، وهذه القيمة تدل على أن تنوع جيد إذ تكون المبنى من المرافق العامة والخاصة لكن اتجهت الوظيفة الاساسية نحو الانشطة المهنية (المكاتب) تدعمها المرافق العامة، لكن اوضحت وفرة وتكافؤ الوظيفي نسبة بمقدار **(1.58)** وهذا دليل أن المبنى متكون من جنس وظيفي واحد تدعمه الوظائف العامة لكي تعزز الوظيفة الاساسية.

بينت نتائج التنوع العينة **(C)**على المستوى الجزئي وحسب قياس مؤشر سيمبسون تنوع بقيمة **(0.44)** فتدل هذه القيمة على التماسك والوحدة بين المواد التكيفيه المستخدمة. بينما كشفت نتائج التنوع المتكامل في عينة **(C)** على عشوائية **(ENT)** متوسطه بمقدار **(0.3)** بينما تنوع المساحه**(HS)** بمقدار **(0.44)** وبالنسبة لحاصل الذكاء**(BIQ)** جاء بمقدار **(0.7)** لأن الذكاء التقني تفوق على الذكاء التصميمي إذ كان الدور الاكبر في اليات الاستراتيجيه الذاتية في تحديد درجة الفعاليه في المبنى بالاعتماد على الية الاصلاح والية اتمتة عملية التصميم فكان دور الاكبر للتقنيات في مرونة التنقل وتكوبن الفضاءات ولعبت دوراً كبيراً اجهزت التحكم في ترتيب عمل الموظفين في الفضاء فأصبحت نسبة الفعالية بمقدار**(0.7)** ، بينما اقتصر الذكاء التصميمي في الاعتماد على اليات الاستراتيجية الذاتية بالاخص على الية التوجيه والاتصال وجاءت بنسبة **(0.5)**. لذلك تفوقت الاستراتيجية الفعالة على الذاتية وهذا يدل على أن التقنيات الذكية هي السبب في تكيف المكاني للمبنى اي أن تخضع سلوكيات المستخدم لتحكم الآله.



مخطط (٦-٦) نتائج قياس مؤشر التنوع للعينة (C). إعداد: الباحثة.

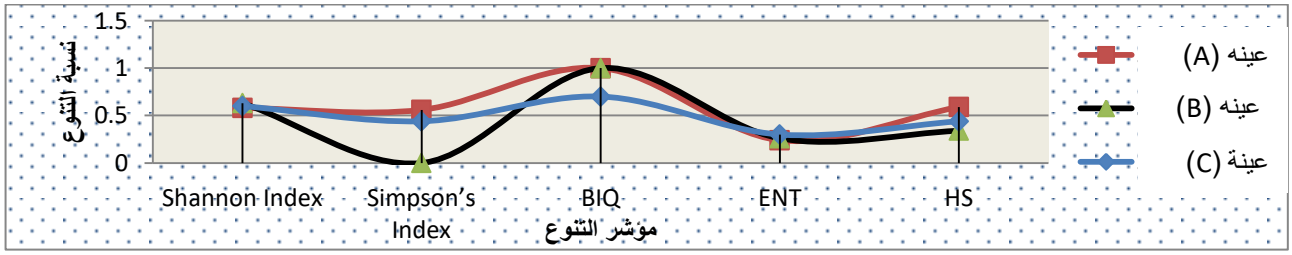
ثانياً:مؤشر التغير/ كشفت نتائج القياس الوصفية عن سيطرة نظم التحكم والاستشعار الذكيه على المستوى الكلي للمبنى وبالأخص في النظام الوظيفي بهدف تحقيق امكانية العمل بسلاسة داخل الفضاءات اضافة بهدف توفير الطاقة.

ثالثاً: مؤشر النفاذيه/ كشفت نتائج القياس الوصفيه للعينة **(C)** على المستوى الجزئي نفاذية جدران المبنى من خارج الى داخل معتدله للسماح بنفاذية طاقات المحيط الى داخل، بينما اظهرت نتائج العينة على مستوى الكلي نسبة نفاذية عالية جداً وتقترب من الصفر و تتراوح بين **(0-0.38)** وذلك للأعتمادها النظام المفتوح وقلة العناصر الهيكلية والقواطع القابله للفك والتركيب مما يأدي الى تحقيق راحة المستخدمين.

التكيف المكاني في عينة (C) نسبي جداً وذلك لأن المبنى اعتمده على الاستراتيجية الفعالة وتحكمت التقنيات الذكية في اداء المستخدمين ولم يعمل على جمع بين الذاتية و الفعالة، ولم تحقق العينة مؤشر الامتداد والتشابه الذاتي في المبنى لأن تم تصميم المبنى ليكون ذكياً ويعتمد على الاستراتيجية الفعالة في الدرجة الاولى ، ومن خلال التحليل والدراسة اظهرت مؤشرات التكيف المكاني لهذا العينة أنه يتميز بالحلول الذكية على مستوى الأداءً والكفاءة الحرارية والمنافع الجمالية ، مما يجعل هذا التصميم الأفضل في فئته من ناحية قدرات الأداء الذكية مما ادى الى تحقيق الكفاءة بتكامل النظامين الوظيفي والهيكلي و تماسك النطاق المكاني بأستخدام احدث التقنيات ونظم (الادارة، التحكم والاستشعار).

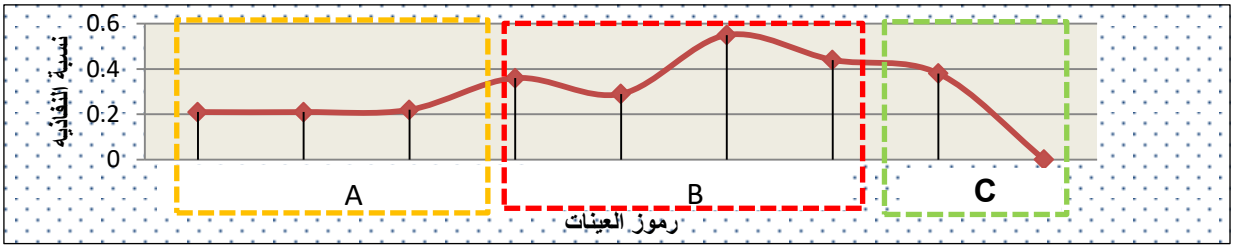
(٦-١-٤) مقارنة نتائج عينات الفئة الاولى
Comparing the Results of the First-Category Samples

اظهرت نتائج القياس الوصفيه والكميه لعينات (الفئة الاولى/حديثة التصميم)، بأن مرونة الاجراءات المتخذة في المبنى جاءت في جميع العينات نحو تكامل نظامين ، بينماعند قياس مؤشر التنوع حسب مؤشر شانون ظهر نتائج متشابهة بين العينات وجميعها ضمن فئة (التنوع المعتدل)، بينما كشفت نتائج مؤشر سيمبسون على تميز عينة **(B)** بقيمة **(0)** وهذه دلالة الاعتماد على عنصر تكيفي مسيطر لتكيف غلاف المبنى، بينما حققت العينتين **(A,B)** تكامل متنوع واما العينة **(C)** لم تحقق التنوع المتكامل بسبب تفوق الاليات الاستراتيجية الفعالة على الاستراتيجية الذاتية كما في مخطط (٦-٧).



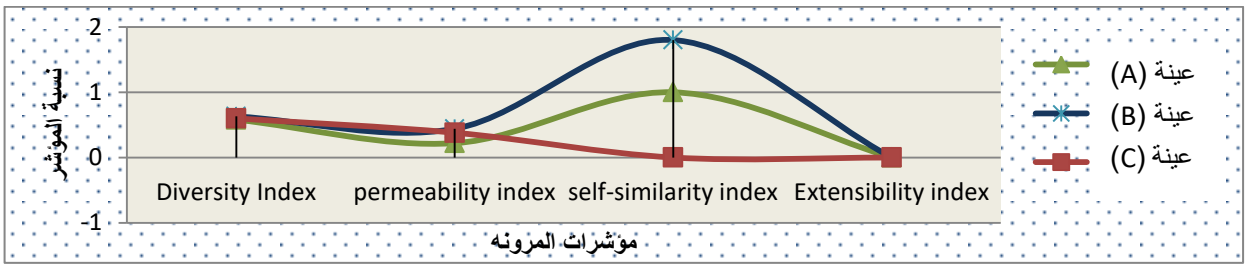
مخطط (٦-٧) نسب مؤشر التنوع عينات الفئة الاولى . إعداد: الباحثة.

حققت العينتين **(A,B)** مؤشر التغير على المستوى الكلي للمبنى بالاعتماد على التقنيات الذكية المستخدمة بينما لم تحقق مؤشر التغير العينة **(C)** وذلك لأنها اعتمدت على اليات الاستراتيجية الذاتية في الاستجابة للتغيرات . كشفت نتائج قياس مؤشر النفاذيه على اختلاف عينة **(B)** عن العينات الاخرى لأنها حققت نفاذيه بمقدار متوسط **(0.44-0.55)** بسبب اعتمادها على مداخل في طابقين على خلاف العينات الاخرى و كما موضح في مخطط (٦-٨).



مخطط (٦-٨) نسب نفاذية مداخل عينات الفئة الاولى . إعداد: الباحثة.

بينما ظهر مؤشر التشابه الذاتي في عينة **(A)** على كلا المستويين الكلي والجزئي وحقق نسبة **(1)**، بينما حقق نسبة عالية **(1.8)** في عينة **(B)** لأن كتلة المبنى تشكلت على اساس التشابه الذاتي لشكل واحد ،بينما لم يتحقق المؤشر في عينة **(C)** لأن كتلة المبنى لم تتكون من اشكال مكررة لشكل كتلة المبنى الاصلي، اما بالنسبة لمؤشر الامتداد فأنه لم يتحقق في هذه الفئة لأن جميع العينات حديثة التصميم لم تتعرض للأليات التعديل والتجديد ، إذ حققت العينة **(B)** اعلى امكانية تكيف مكاني واندماج مع المحيط وكما موضح في مخطط (٦-٩) المؤشرات التي تم حسابها كمياً .



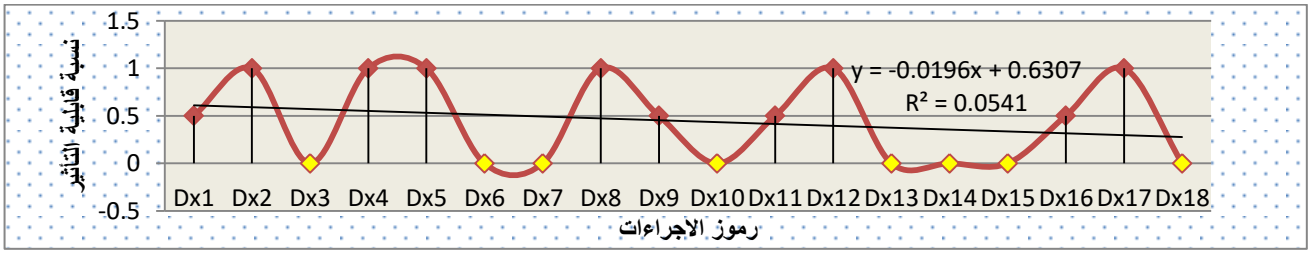
مخطط (٦-٩) نسب مؤشرات المرونة لعينات الفئة الاولى. إعداد: الباحثة.

(٦-٢) مناقشة نتائج عينات الفئة الثانيه
Discussion of the Results of the Second-Category Samplings

كشفت عينات مجموعة الفئة الثانية / مباني خضعت للآليات من اجل تحقيق التكيف المكاني عن مجموعة من النتائج التي تعبر عن طبيعة الأبنيه التي تم اعادة استخدامها بعده فتره من زمن تصميمها، سيتم توضيحها تبعاً إلى طريقة القياس كما هو موضح في الفصول السابقة.

(٦-٢-١) مناقشة نتائج عينة (D) Discussion of Sample Results (D)

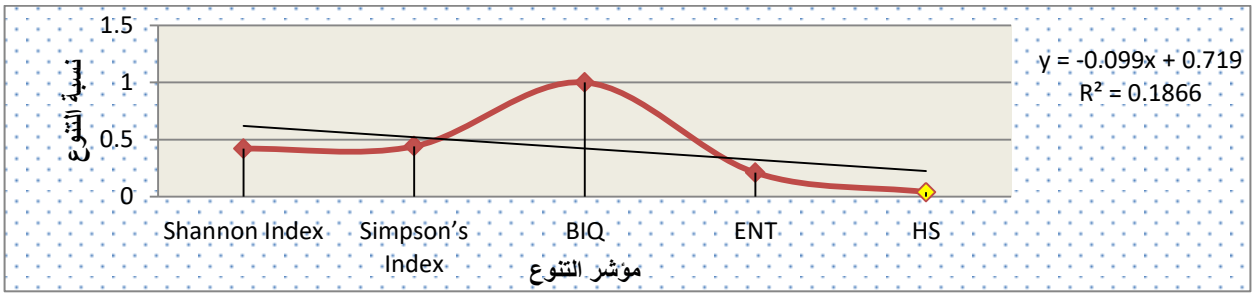
كشفت نتائج قياس مرونة الاجراءات المتخذه عند تجديد المبنى، في اتجاه بهدف خلق محور من الأنشطة التي تعمل لتنشيط المنطقه، مع خلق غلاف مبنى جديد متكيف مع السياق. كما موضحه النتائج في مخطط (٦-١٠).



مخطط (٦-١٠) قابلية تأثير النظم في تحقيق التكيف المكاني للعينة (D) . إعداد: الباحثة.

اولاً:مؤشر التنوع/ كشفت نتائج التنوع لعينة (D) على المستوى الكلي لنظام الوظيفي حسب مؤشر شانون تنوع بمقدار **(0.42)** وهذه القيمة تدل على أن التنوع **(جيد)**، إذ يجمع المبنى بين الأنشطة الاجتماعية والسكنية والتجارية بهدف تكوين مبنى متكامل الوظائف، واظهر نتائج التكافؤ والوفرة الوظيفية لتنوع الوظيفي للمبنى بمقدار **(1.49)** اي أن المبنى متكون من اكثر من جنس وظيفي مختلف، بينما اظهرت نتائج قياس مؤشر سيمبسون على المستوى الجزئي تنوع بمقدار **(0.44)** اي أن تنوع جيد ومتناسق بين العناصر التكيفية لغلاف المبنى .

بينت نتائج التنوع المتكامل على تنوع مساحة بمقدار **(0.04)** قليل جداً بسبب الاستغلال المساحي التام ، اما العشوائية (ENT) نسبتها قليلة وتقترب من الصفر بمقدار **(0.21)** ، بينما حاصل الذكاء جاءه بمقدار**(1)** وهذا يدل على الدمج بين الاستراتجيتين فجاء الذكاء التصميمي بمقدار **(0.5)** بسبب الاعتماد على الية التجديد والية التعديل معاً اضافة الى الية التنوع الوظيفي ،واما الذكاء التقني جاء بمقدار**(0.5)** بأستخدلم الية الاصلاح مع ادخال التقنيات الذكية لتوفير مناخ مناسب للمستخدمين فتم اضافة شبكات التقنيات الذكية في مرحلة التجديد والتعديل، وهذايدل على دمج الاستراتجيتين لكن لم يحقق المبنى تنوع متكامل بسبب التنوع المساحي قليل.



مخطط (٦-١١) نتائج قياس مؤشر التنوع للعينة (D). إعداد: الباحثة.

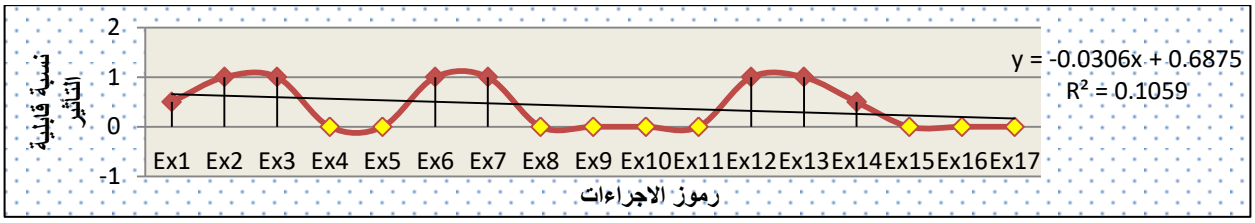
ثانياً:مؤشر التغير/ اظهرت نتائج القياس الوصفية عن التغير الذي حدث على المستوى الجزئي للمبنى وتمثل بإضافة شبكة تقنيات ذكية للمبنى بالاضافة الى نظام الادارة الذكي ، مع تغليف جزء من البنايه بالزجاج العاكس الحساس بهدف تنشيط السياق من خلال الدمج بين التقليد والمعاصر.

ثالثاً: مؤشر النفاذية/ اظهرت نتائج القياس الوصفية للعينة **(D)** على المستوى الجزئي نقسمت النفاذية الى جزئين في المباني التي لم يتعرض غلافها لتجديد كانت نسبة نفاذيتها معتدله اما الجزء الذي تم تغليفهُ في مادة الزجاج فسجل نفاذية عاليه واستغلال تام للطاقة الشمسية. بينما النفاذيه على المستوى الجزئي عاليه جداً بمقدار **(0)** وذلك لأن الطابق الارضي صمم على مبدأ النظام الهيكلي المفتوح من دون اي عوائق واعتمد على الحركه عاموديه للتنقل للطوابق الاخرى.

التكيف المكاني في عينة (D) تحققت على المستوى الجزئي اكثر مما هو على المستوى الكلي لأن في عملية التجديد تم التركيز على تنشيط السياق واحياء المنطقه اكثر من الاهتمام بأعتبارات الحداثه الاخرى. مما ادى الى عدم تحقيق مؤشر الامتداد في المبنى لأن التعديل كان بهدف اضافة غلاف شفاف للجزء الشرقي من البنايه مع المحافظة على هيكل المبنى إذ حقق المبنى تكيف مكانياً واصبح جزءاً من المحيط من خلال الواجهة الحديثة التي عكست المنطقة القديمه على الواجهة الحديثة ليصبح المبنى جزءاً لا يتجزء من المحيط ، وهذا ادى الى تحقيق الكفاءة بتكامل النظم مع استخدام احدث نظم الادارة والتحكم الذكية، أما تماسك النطاق المكاني للمبنى على المستويين، تحقق من خلال تطبيق اليات الاستراتيجية الذاتية و الالتزام بالتقاليد والاستفادة من الحداثة.

(٦-٢-٢) مناقشة نتائج عينة (E) Discussion of Sample Results (E)

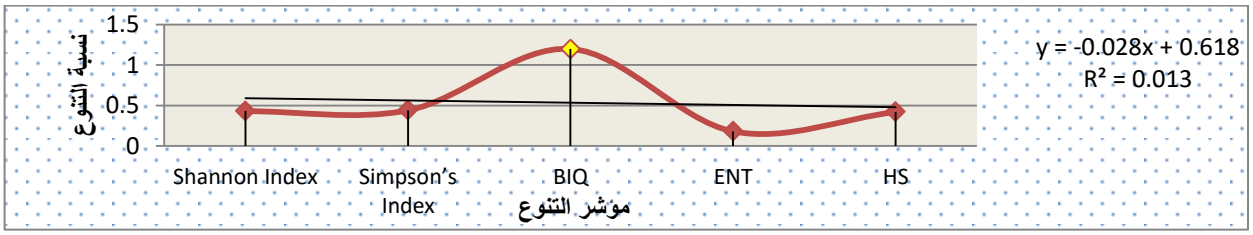
تبين من نتائج قياس مرونة الاجراءات المتخذه عند تعديل المبنى بهدف اضافة وظائف جديدة والدمج بين الأنشطة الترفيهة والاجتماعية والرياضية مع اضافة نظم التحكم الذكية، الاتجاه نحو تكامل النظم كما موضح في مخطط (٦-١٢).



مخطط (٦-١٢) قابلية تأثير النظم في تحقيق التكيف المكاني للعينة (E). إعداد: الباحثة.

اولاً:مؤشر التنوع/ كشفت نتائج قياس التنوع الوظيفي للعينة **(E)** على المستوى الكلي حسب مؤشر شانون على نسبة تنوع بمقدار (0.43) وهذا المقدار يدل على تنوع جيد،بينما جاءت الوفرة والتكافؤ الوظيفي بمقدار **(1.42)**هذه القيمة تدل على أن وظيفة المبنى تتكون من اكثر من جنس وظيفي مختلف. بينما كشف نتائج مؤشر سيمبسون على المستوى الجزئي تنوع بمقدار**(0.44)** وهذه القيمة جيدة وتدل على تناغم وتوازن عناصر غلاف المبنى .

كشفت نتائج التنوع المتكامل على تنوع مساحي**(HS)** بمقدار (0.42)، وجاءت العشوائيه(ENT) بمقدار (0.18) عشوائيه قليله جداً على الرغم من تنوع الوظائف العالي، بينما جاء حاصل الذكاء(BIQ) بنسبه عاليه جداً بمقدار (1.2)، لأن الذكاء التصميمي بناءاً على الاستراتيجية الذاتية اعتمد على الية التعديل والتنوع والية الاستخدام التكيفي وجاءت بمقدار **(0.6)** مرتفع وتفوقت هذه الاستراتيجية على الاستراتيجية الفعالة التي جاءت بمقدار**(0.5)** بسبب أن التقنيات ذكيه اقتصرت فقط على نظم ادارة المبنى .



مخطط (٦-١٣) نتائج قياس مؤشر التنوع للعينة (E). إعداد: الباحثة.

ثانياً:مؤشر التغير/ كشفت نتائج القياس الوصفية عن التغير الذي حدث على المستوى الجزئي للمبنى وجاءت التغيرات بهدف تحسين السياق من خلال إنشاء مبنى حديث متعاطف ، ولكنه متميز من الناحية الأسلوبية عن سياقه لذلك تم الاعتماد على اليات واجراءات الاستراتيجية الذاتية والمواد المستخدمه لمواكبت تغيرات السياق.

ثالثاً: مؤشر النفاذية/ اظهرت نتائج القياس الوصفية للعينة **(E)** على المستوى الجزئي نفاذية متوسطة بسبب اغلب اعتمادها على الفتحات السقفية، بينما كشفت العينة عن نتائج نفاذية على مستوى الكلي للطابق الارضي عن نفاذية بمقدار (0.44-0.50) وتشير هذه القيمة الى نفاذية متوسطة بسبب استخدامها نظام الفضاءات المغلقة.

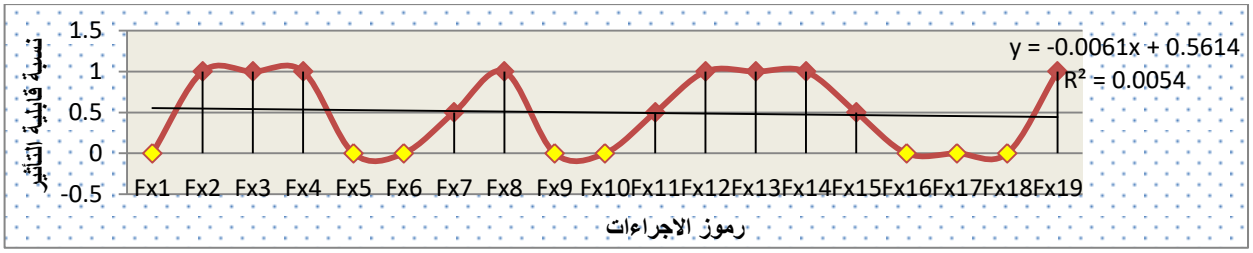
رابعاً: مؤشر الامتداد/ بينت نتائج قياس الامتداد من ناحية الكلفه الاقتصاديه نسبة بمقدار **(0.6)**، وذلك نتيجة امتداد المبنى للجانب الخلفي لطابقين واضافة وظائف جديده للمبنى مع امتداد مواد التغليف لخلق التناغم بين التقليدي والمعاصر، ادى ذلك الى كفاءة وتكامل النظام (الوظيفي والهيكلي والجمالي).

التكيف المكاني في عينة (E) لم يتحقق بسبب تفوق الاستراتيجية الذاتية على الفعالة على رغم أن العينة حققت اغلب المؤشرات وجميع النسب اظهرت تكيف المبنى لكن بعد التحليل والقياس اثبت تفوق

الاستراتيجية الذاتية على الفعالة من ناحية التصميم في نسبة قليلة إذ تمثل دور الاستراتيجية الفعالة في تحسين جودة الفضاءات الداخليه و حسب الحاجة، لأن هدف المبنى تحقيق نهج تعاوني بالجمع بين (القديم، الحديث) وتكامل النظم بأسلوب يحقق التماسك في النطاق المكاني للمبنى على المستوى الجزئي ليكون المبنى وحده متماسكة.

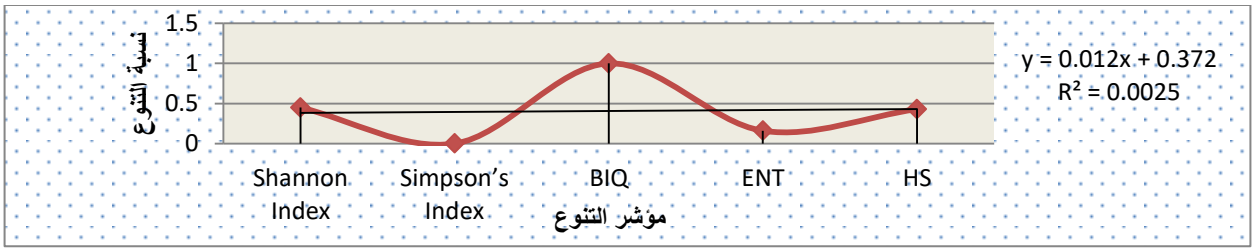
(٦-٢-٣) مناقشة نتائج عينة (F) Discussion of Sample Results (F)

كشفت نتائج قياس الاجراءات المتخذه في تجديد والاضافه لعينة (F) عن تكامل النظم ومواكبة الحداثة بأستخدام نظم الذكاء المدمجة مع نظم العمارة بهدف خلق علاقة مكانية وحسية قوية مع سياق المحيط وكما هو في مخطط (٦-١٤).



مخطط (٥-١٤) قابلية تأثير النظم في تحقيق التكيف المكاني للعينة (F) . إعداد:الباحثة.

اولاً:مؤشر التنوع/ اظهرت نتائج قياس التنوع الوظيفي للعينة **(F)** على المستوى الكلي وفقاً لمؤشر شانون على نسبة تنوع بمقدار **(0.45)** وهذا المقدار يدل على تنوع **(جيد)**، فيجمع التنوع الوظيفي بين الأنشطة الترفيهية والسكنية والمرافق العامه وهذه تدل على أن العينة **(F)** تتكون من اكثر من جنس وظيفي مختلف، لذلك جاءت الوفرة والتكافؤ الوظيفي بمقدار **(1.37)**. بينما كشف نتائج مؤشر سيمبسون على المستوى الجزئي تنوع بمقدار**(0)** وهذه القيمه تدل على تماسك المواد المتكيفة. بينما بينت نتائج التنوع المتكامل تنوعاً مساحياً**(HS)** بمقدار **(0.43)**، وجاءت العشوائية**(ENT)** قليله جداً بمقدار **(0.16)**، بينما جاء حاصل الذكاء**(BIQ)** بنسبه **(1)** ، بسبب اعتماد الذكاء التصميمي على اليات الاستراتيجية الذاتية منها الية التجديد والتعديل والتنوع والية الاستخدام التكيفي إذ حددت الاليات درجة الذكاء التصميمي بمقدار **(0.5)**، وايضاً الذكاء التقني جاء بمقدار**(0.5)** بالاعتماد على اليات الاستراتيجية الفعالة منها الية الاصلاح.



مخطط (٥-١٥) نتائج قياس مؤشر التنوع للعينة (F). إعداد:الباحثة.

ثانياً: مؤشر التغير/ بينت نتائج القياس الوصفية لهذا المؤشرعلى أن هذا التغيرجاءَ للأسباب الوظيفية في المستوى الكلي للمبنى، وتمثل بأضافة بنية فوقية ذات غلاف ذكي مع سطح بنورامي واستخدام التقنيات الذكيه لتقليل استهلاك الطاقة.

ثالثاً: مؤشر النفاذية/ كشفت نتائج القياس الوصفيه للعينة **(F)** على أنقسام نفاذيه المستوى الجزئي الى جزئين ، اظهرت البنيه الفوقيه نفاذيه عاليه للأستخدامها مادة الزجاج الذكي ،بينما البنيه السفليه حققت نفاذية منخفضة بسبب الجدران الصلده المرتفعه وقليلة الفتحات. بينما اظهرت العينة على مستوى الكلي نتائج للطابق الارضي، وطابق الثامن لأنهُ يمثل المدخل الرئيسي للبنيه الفوقيه عن طريق درج كهربائي ناقل، وكانت نتيجة نفاذية مداخل البنية السفلية جيدة بمقدار يتراوح بين **(0.31-0.39)** (تم عدم حساب نفاذية

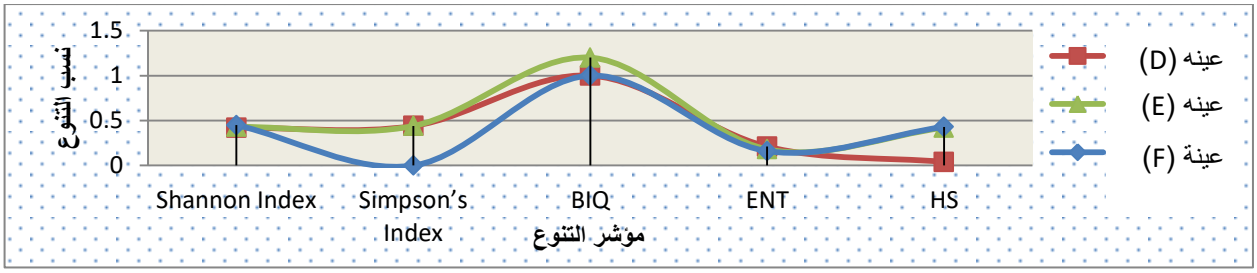
جزء منها لأنهُ كانت وظيفتها بعيده عن وظيفة المبنى وهدفه الاساسي)، بينما مداخل الطابق الثامن سجلت نفاذيه قليله جداً بمقدار **(0.70-0.71)**.

رابعاً: مؤشر الامتداد/ كشفت نتائج قياس الامتداد من جانب الكلفه الاقتصاديه نسبة بمقدار **(0.56)**، وذلك نتيجة امتداد المبنى عمودياً بإضافة بنيه متكاملة الوظائف مع اتباع الية الاصلاح بأضافة غلاف ذكي للمبنى بهدف اكتساب الطاقة الشمسيه، وجدران القاعات المغطاة بخرسانة ذكية بالإضافة الى نظم التحكم والاستشعار للفضاءات الداخلية ، ادى ذلك الى كفاءة وتكامل النظام (الوظيفي والهيكلي والجمالي).

التكيف المكاني في عينة (F) تحقق في المبنى من خلال العمل على تعزيز العلاقات المكانيه مع المحيط. إذ تكاملت اغلب المؤشرات في العينة وحقق تكيفاً مكانياً من خلال الجمع بين الاستراتيجية الذاتية و الفعالة على المستويين الكلي والجزئي و الجمع بين القديم والحديث لتطوير افق المدينه واحياء المنطقة المحيطة به بتكامل النظم وتماسك النطاق المكاني للمستويين بأتباع اليات التعديل والاضافه مع الامتداد عامودياً.

(٦-٢-٤) مقارنة نتائج عينات الفئة الثانية
Comparing the Results of the Second–Category Samples

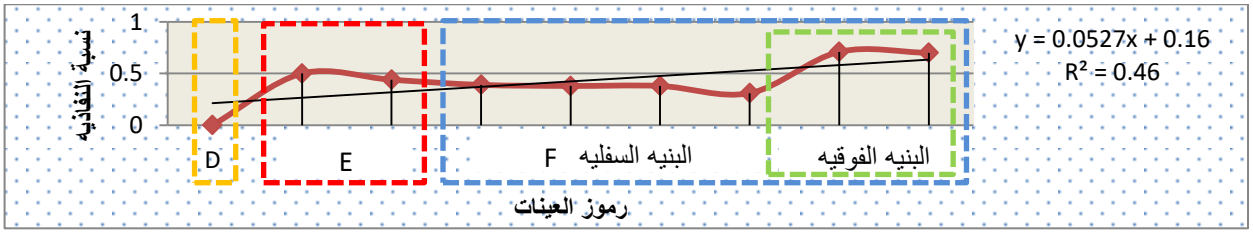
كشفت نتائج القياس الوصفية والكمية لعينات (الفئة الثانية/ مباني خضعت للآليات من اجل تحقيق التكيف المكاني)، اظهرت جميع العينات المدروسة تكامل النظم بعد تعرضها للتجديد والتعديل واعادة الاستخدام، اما مؤشر التنوع وحسب مؤشر شانون اظهرت نتائج أن العينات ذو **(تنوع جيد)** وتتراوح القيمه بين(0.42-0.45)، بينما كشفت نتائج مؤشر سيمبسون أن عينات هذه الفئة تعتمد على عناصر تكيفية متساوية وتشكل وحده متماسكة. اظهرت العينات (D,F) تنوع متكامل واما العينة (E) اظهرت تفوق الاليات المستخدمه في الاستراتيجية الذاتية على الاستراتيجية الفعالة كما موضح في مخطط (٦-١٦).



مخطط (٦-١٦) نسب مؤشر التنوع لعينات الفئة الثانيه. إعداد:الباحثة.

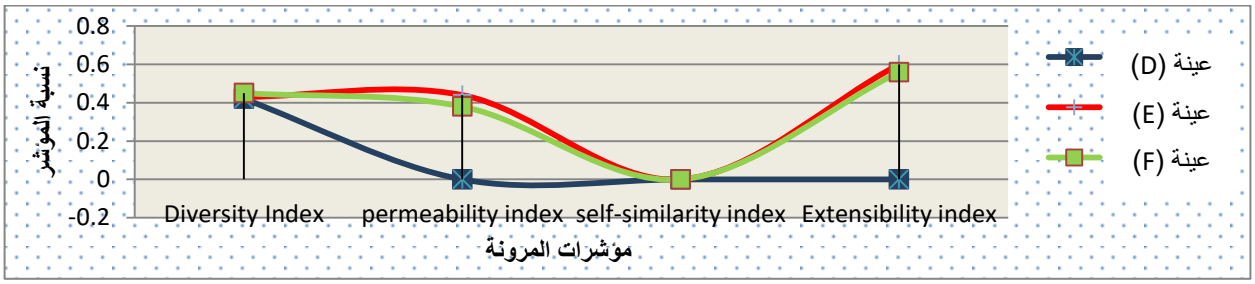
بينت نتائج مؤشر التغير على أن العينة **(D,E)** حققو تغير على مستوى جزئي اما عينة **(F)** فأن التغير فيها تم على المستوى الكلي وكانه له الدور الاكبر في تكيف المبنى مكانيا.

كشفت نتائج قياس مؤشر النفاذيه على المستوى الجزئي نفاذية عاليه في الاجزاء التي خضعت للتجديد وتعديل وفي الاجزاء التي تم اضافتها مجدداً،بينما اظهرت نتائج النفاذية على المستوى الكلي للعينتين **(E,F)** نفاذيه جيدة، لكن عينة **(F)** تم قياس النفاذية لها لمداخل البنية السفلية إذ حققت النفاذية اما مداخل البنية الفوقية لم تحقق نفاذية. بينما عينة **(D)** اظهرت نفاذية عالية جداً بمقدار **(0)** بسبب اعتمادها على نظام المفتوح، وكما موضح نسب نفاذية في مخطط (٦-١٧).



مخطط (٦-١٧) نسب نفاذية مداخل عينات الفئة الثانيه. إعداد:الباحثة.

لم يتحقق مؤشر التشابه الذاتي في عينات هذه الفئة لكون عينات هذه الفئة تسعى نحو دمج بين لغة التصميم المعاصرة والحديثه وبين البناء القديم والحديث، اما بالنسبة لمؤشر الامتداد فأنه تحقق في عينتي (E,F) ، أما عينة (E) تم الامتداد افقياً للأضافة وظائف جديد للمبنى واما عينة (F) تم الامتداد فيها عامودياً لتجديد واضافة وظائف للمبنى وتجديد افق المدينه، وحققت كلتا العينتين كلف اقتصاديه عاليه للأعادتها من جديد، بينما عينة (D) لم تحقق الامتداد بل تم تغير غلاف جزء من البنايه عمل على تكيف المبنى مكانياً وعكس السياق على واجهة المبنى وكما موضح في مخطط (٦-١٨) مقارنة نسب عينات الفئة الثانية.

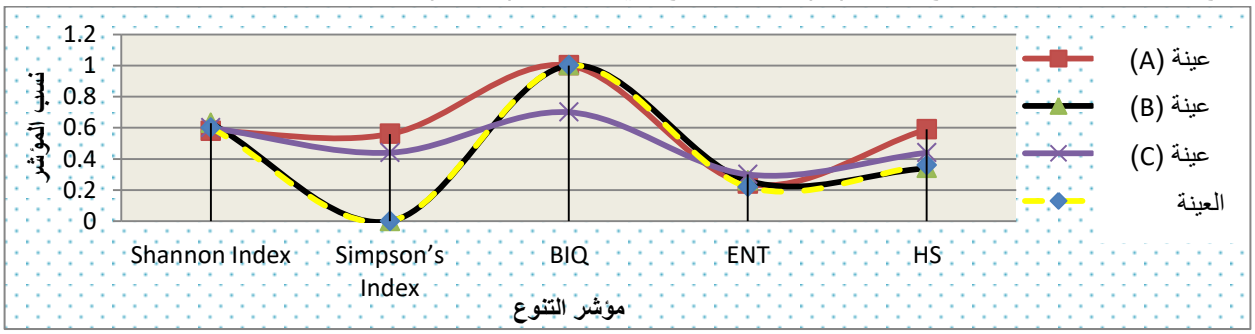


مخطط (٦-١٨) نسب مؤشرات المرونة لعينات الفئة الثانية . إعداد:الباحثة.

(٦-٣) الفئة ثالثه/ مناقشة نتائج العينة المحليه
The Third Category / Discussion of the Results of the Local Sample

محليًا على وجه الخصوص في العراق، لا توجد مبانٍ حديثه او تم اعادة استخدامها مميزة، ولكن هناك مبانٍ مقترحة قيد الإنشاء ومنها العينة المحلية التي تم اختيارها (مبنى البنك المركزي). للأسباب امنية لم تتمكن الباحثة من الحصول على مخططات الطابق الارضي واماكن المداخل وأنما تمكنت من الاطلاع عليها موقعياً. نتيجه لذلك تم قياس العينة المحلية بطريقة المحاكاة للعينات الاخرى التي تم قياسها.

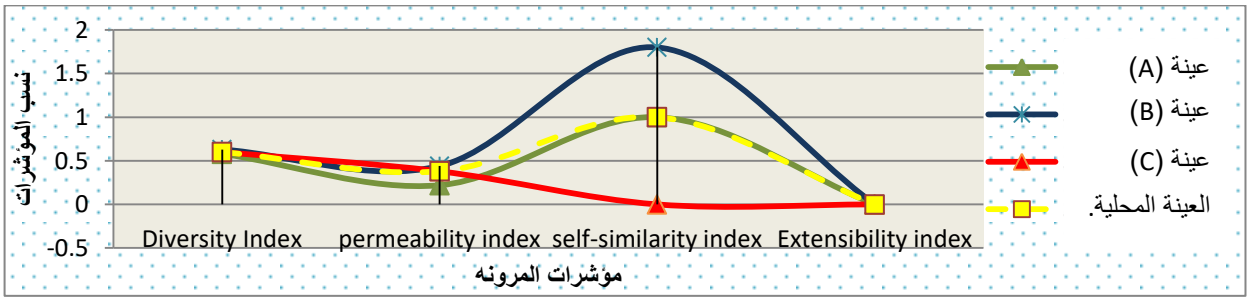
اظهرت اجراءات العينة المتخذة على تشابه مع اجراءات عينات الفئة الاولى واغلب الاجراءات بأتجاه تكامل كلا النظامين الوظيفي والهيكلي، بينما التنوع الوظيفي على المستوى الكلي حسب مؤشر شانون حققت نسبه بمقدار(0.60) ، بينما الوفره والتكافؤ الوظيفي مقداره (1.50) وهذا يعني أن المبنى يتكون من جنس وظيفي واحد وتدعمه الوظائف الاخرى اما تنوع على المستوى الجزئي حسب مؤشر سيمسون جاءه بمقدار (0) كما هو في عينة (B) فيتكون من عناصر تكيفيه متماسكه ومتكامله مع بعضها، تمثلت السمة الرئيسية للمشروع في مراعاة جوانب الاستدامة لذالك يأخذ تصميم المبنى الأساسي شكل الاحتواء والثبات وتنوع المساحات لإضافة بيئة مريحة وصحية للمستخدمين وهذا يدل على دمج كلتا الاستراتجيتين الذاتية و الفعالة ، إذ يوضح مخطط أدناه محاكاة مؤشر التنوع لعينات الفئة الاولى إذ اقتربت نتائج العينة المحلية من نتائج عينة (B) كما موضح في مخطط (٥-١٩).



مخطط (٦-١٩) محاكاة نسب مؤشر التنوع لعينات الفئة الاولى مع العينة المحلية. إعداد:الباحثة.

أظهرت النتائج الوصفيه لمؤشر التغير في العينة المحليه مشابهاً لما في عينة **(B)** فيتم مواكبة التغيرات المستمرة بأستخدام التقنيات الذكية، كشفت نتيجة التشابه الذاتي نتيجه مشابه لنتيجة عينة **(A)** لأن يؤطر الهيكل الخارجي نمط متناوب من العناصر المتشابه والمفتوحة والمغلقة التي تحاكي بصريًا الضوء

المنعكس من النهر، مما يعزز ديناميكية التصميم. اما مخططات المبنى تم استخدام النظام المفتوح فيها مما يحقق نفاذية عاليه تقترب من **(0)**، إذ أظهرت نتائج العينة المحلية تقارب من نتائج عينات الفئة الاولى والاقرب الى العينة (A,B) وكما موضح في مخطط (٦-٢٠).



مخطط (٦-٢٠) محاكاة نسب مؤشرات عينات الفئة الاولى مع العينة المحلية. إعداد:الباحثة.

يكشف ماتم مناقشته على **اكتمال اغلب المؤشرات في العينة اي أنها تحقق تكيفاً مكانياً فأظهرت الجمع بين الاستراتيجية الذاتية و الفعالة على المستويين الكلي والجزئي** وتميزت العينة بتصميم حديث واستخدام تقنيات المحاكيات وأساليب البناء الأنيقة والمواد الذكية بطريقة معاصرة وفعالة من ناحية التكلفة. إذ إن العينة كفوءة من ناحية تكامل نظامين الوظيفي والهيكلي وجاء النظام الوظيفي نتيجه لهما فعزز النظام الهيكلي العلاقة السياقية بتماسك كلا المستويين.

(٦-٤) الاستنتاجات Conclusions

(٦-٤-١) استنتاجات الدراسة النظرية Conclusions of the Theoretical Study

أنطوت الاستنتاجات في الجانب النظري من هذا البحث على بعض النقاط التي تم استخلاصها من خلال الجانب النظري من الرسالة والتي ساهمت في تاسيس قاعدة معلوماتية وبناء الاطار النظري للبحث وبلورة استنتاجاته، وأهمها ما يأتي:

١. أن امكانية المبنى على التكيف مع التأثيرات الخارجية (السياق) ، الداخلية (الوظيفة) والسلوك (المستخدم)، وتغيرات الهيكلية تحددها عدة مستويات منها مايتعلق بـ(الوظيفه،مستوى الأداء بشكل متكامل ، التحولات الشكليه ،مستوى الاستجابه لتغيرات) بهدف تحقيق مرونة الاستجابه والتكيف مع الظروف غير المتوقعة.

٢. تحدد مفردات (المرونة ، التحول، التغير،التفاعل ، اعادة الاستخدام) التكيف كمفهوم عام ، فيكمن الفرق بينهم في مجموعة الديناميات الداخلية والخارجية التي تحدد قدرة النظام على قبول التغييرات دون التأثير على بنية المبنى إما بالاستجابة للتغير او إستيعاب التغير، بالتوافق مع القوى السياقية وتكون من خلال الاعتماد على اليات التكيف.

٣. البنيه الكليه للمكان جاءت نتيجة تراكب ثلاث بنى اساسية متمثلة بـ(البنية الفضائية (المحددات المادية والحسية)، البنية الفعالية (أنشطة المكان) البنية المفاهيمية (القيمه المكانية)) للتكيف مع المحفزات البيئية الخارجية (السياقات الاجتماعية،السياقات المكانية) والداخلية المتغيرة (أنشطة واحتياجات المستخدمين).

٤. يتناسب التكيف المكاني طردياً مع النطاق المكاني للتكيف ويكون النطاق على المستويين الجزئي والكلي، إذ يحدد ذلك الاستراتيجيه والالية الملائمة لنظم المبنى بهدف تحقيق الاداء والمرونة المطلوبة.

٥. تكمن اهمية التكيف المكاني في تكامل مبادئ وعوامل التكيف من خلال مرونة المبنى لتحقيق التلائم والتنوع الوظيفي والديمومة لأستيعاب الحاجات البشرية مع كفاءة النظم وتماسك النطاقات المكانيه لتقليل الجهد وتوفير الوقت والتكلفة.

٦. الصعوبه التي واجهتها المباني التي تعرضت للتغييرات / التعديل/التجديد تكمن في أن التصميم المبكر

لم يركز على التكيف والمرونة المستقبلية للمبنى. وقد أكد هذا على أهمية دمج استراتيجيات في مستوى التصميم لتحقيق التكيف المكاني وتوفر حلولاً اقتصادياً واجتماعياً وبيئياً .

٧. يعتمد نجاح المباني المتكيفية مكانياً بشكل أساسي على تكيفها مع المستخدم ومع السياق المحيط، فيجب أن يتمتع المبنى بقدرات تكيفية قابلة للتطبيق في عدة مراحل من الاستخدام على مدى مدة زمنية أطول.

٨. التكيف المكاني يختلف من مبنى الى اخر ويكون حسب نوع التغير الذي يتعرض له المبنى والمده الزمنيه للتغير ويكون متعلقاً بالمستخدمين واحتياجاتهم وتطور السياق المحيط.

٩. التكيف المكاني في المبنى يحقق هدفه من خلال مجموعة من الاجراءات التطبيقية الفعالة المتخذة في نظم المبنى و تقوم على مجموعة من الاليات، إذ تتكامل نظم المبنى في الاجراءات المتخذة او على الاقل يتكامل نظامين لتوفير بيئة تتوافق مع احتياجات المستخدمين وتواكب التطورات التكنلوجية، ونتيجة لذالك برزت اهم مؤشرات التكيف المكاني وتمثلت بـ(المرونة، الكفاءة، التماسك).

١٠. التطور السريع للتقنيات في مجال النظم الذكيه واستخدام الطاقة من المصادر المتجددة فتح إمكانيات تساعد المباني لكي تكون مرنه وقابلة للتكيف.

١١. يكمن ذكاء الابنية المتكيفة مكانياً في مرونة تصميم وتوظيف النظم (الوظيفية، الهيكلية، الجمالية) مع استخدام التقنيات والاساليب التكنلوجيا المختلفه لتكون قدرة المبنى عالية للتكيف مع السياقات الثقافية والبيئية والتطورات التكنولوجية إذ تحتاج اولاً ذكاء في التصميم وبعدها دعم بأستخدام التقنيات الذكي.

١٢. لكل نظام من النظم (الوظيفيه، هيكليه، جماليه) بنيه ديناميكية خاصة به تحدد هيكلتهُ وسلوكهُ ومكوناتهُ واساليب ارتباطه مع النظم الذكية (أتمتة ، تحكم ، الاستجابة) وفق اجراءات واليات لتكوين بنيه سريعة الاستجابه للتغيرات الغير متوقعه.

١٣. تحدد الاستراتجيات الثانويه قابلية تكيف المبنى مكانياً فاما يكون التكيف مرتبطاً بالمستخدم ولا يؤثر على السياق، او أن يكون تكيف مرتبط بعلاقة المبنى مع سياقه.

١٤. دمج النظم الذكية مع تصميم المبنى ادى الى أعلى مستوى من التكيف المكاني باستخدام المواد والاساليب التكنولوجية الذكية التي تشمل: نظم التحكم ، والتمتع المناسب بالمساحة والمرونة ، والتكيف التكنولوجي والأداء البيئي وما إلى ذلك ، ليكون المستخدم والفضاء والمكان والبيئة وحدة متماسكة .

١٥. مناهج التصميم الذكية و التقنيات تندمج ضمن نطاقات التكيف الكلية والجزئية لتحقيق الأهداف إجراءات التكيف المتخذه لكن يغلب على النطاق الجزئي (اجراءات التكيف المكاني وفق مناهج التقنيات الذكية) اما النطاق الكلي(إندماج المناهج لتحقيق أهداف البيئيه والجمالية والوظيفية).

١٦. حالة الدمج بين الاستراتجيتين(الذاتية,الفعاله) مع تكامل النظم تحدد مستوى التكيف المكاني الذكي للمبنى فأما يكون (مرن، نشط، ديناميكي، التفاعلي، الذكي (Intelligent)، اما عدم القدرة على تكامل النظم والدمج بين الاستراتجيتين يعد اهم معوق امام التكيف المكاني.

١٧. يرتبط التكيف المكاني في نظم العمارة بالمرونة الناتجه من تكامل الاستراتيجيتين الذاتية و الفعالة وعلى كلا المستويين لتعزيز كفاءة وتماسك المبنى .

(٦-٤-٢) استنتاجات الدراسة العملية Conclusions of the Empirical Study

يرتبط هذا الجانب بتطبيق مؤشرات الاطار النظري للبحث ومنهجية الاطار العملي في بيئات معمارية منتخبة، وتم التوصل الى بعض الاستنتاجات التي أنطوى عليها التطبيق كما يأتي:

١. المباني التي صممت على أن تكون متكيفه لها القدرة على تكيف مع تغييرات المستقبلية بسهولة وفي الحد الأدنى من النفقات لتلبية الاحتياجات المتطورة لشاغليها كما في عينات الفئة الاولى على عكس المباني التي تم تجديدها كما تم ملاحظته في عينات الفئة الثانية.

٢. يمكن تطبيق افكار العمارة المتكيفة مكانياً على بيئات متنوعة وعلى أنواع مباني متعددة الوظائف تتراوح بين ترفيهية وسكنية وبيئات عمل وعامة، فيمكن توظيفها في المكاتب كما في عينة (B) والمتاحف كما في عينة (A) والمباني الادارية كما في العينة المحلية و غيرها.
٣. يكون المبنى متكيفاً مكانياً عندما تتكامل ثلاث نظم او على الاقل إذا تكامل نظامين يكون النظام الثالث نتيجه لهم مع استخدام الاستراتيجية الذاتية (الذكاء التصميمي) مع الاستراتيجية الفعالة (الذكاء التقني) بنسب متساوية.
٤. تقنيات العمارة الذكية لها الدور الاكبر في المباني لخلق أبنية متكيفة ذات أقل تأثير سلبي على البيئة، من خلال كفاءة نظم التصميم وتماسك النطاقات المكانية واستخدام مصادر الطاقة الطبيعية المتجددة، وزيادة كفاءة النظم الفعالة ، وقد تستخدم في النظام الوظيفي لزيادة كفاءة وتكيف الفضاءات الداخلية لوظائف متعددة، وايضاً تستخدم في النظام الجمالي والهيكلي للمبنى من أجل جذب الزائر أو لتنشيط السياق المحيط والتكيف معه كما في عينة (F).
٥. المبانى المتكيفه مكانياً ذات النظم الذكيه يقتصر تنوع النظام الوظيفي فيها على جنس وظيفي واحد مهيمن ووظائف اخرى تدعمه كما في عينات الفئة الاولى ، بينما الابنية المتعرضة لتجديد وتعديل واعادة استخدام تجمع بين اكثر من جنس وظيفي مختلف كما في عينات الفئة الثانية، بينما التنوع في المستوى الجزئي يقتصر على تنوع الحجوم وتنوع المساحات والارتفاعات وعناصر تكيف غلاف المبنى ويرتبط مع النظام الهيكلي والجمالي .
٦. تمنح العمارة المتكيفة مكانياً ذات النظم الذكيه المصممين امكانية خلق افكار جديدة متنوعة ومبتكرة من خلال مرونة النظم لتقديم افكار بشكل لم يسبق لها مثيل في العمارة التقليدية، او افكار تجمع بين التقليد والحداثة، ومن خلال الاستعارات التصميمة المختلفة منها الاستعارة من التراث والاستعارة من الطبيعة المتنوعة الاشكال كما في عينة (A).
٧. المباني ذات التصميم الذكي (الفئة الاولى من هذا البحث) تحقق التكيف بشكل متكامل من خلال الدمج بين كلتا الاستراتجيتين، بينما في المباني التي خضعت للتجديد (الفئة الثانيه) في اغلب الاحيان تتفوق استراتجيه على الاخرى ويكون التكيف جزئي وليس كلي كما هو في المباني ذات التصميم الذكي.
٨. اجراءات الاستراتيجية الذاتية (الذكاء التصميمي) المتخذه في خدمة النظام الوظيفي تكون على المستوى الكلي اكثر مما هي على المستوى الجزئي للمبنى لأن المرونه احد مؤشراتها الاساسيه. بينما اجراءات الاستراتيجية الفعالة فيكون على المستوى الجزئي اكثر مما هو عليه في المستوى الكلي للمبنى.
٩. تعمل اجراءات التكيف المكاني المتخذه في النظام الهيكلي والجمالي على تكامل النطاق المكاني على المستويين (الكلي ،الجزئي) لتكيف المبنى مع السياق ويكون جزءاً من المحيط كما في عينة (D,B).
١٠. التناسب طردي بين عدد العقد والمسافة المقطوعة من المدخل نحو مركز الوظيفة الاساسية للمبنى لكي تكون النفاذية عالية، وعندما يكون التنوع قليل والنظام التصميم هو النظام المفتوح تكون النفاذية عالية اي التناسب يكون عكسي.
١١. تدمج التقنيات الذكية مع التصميم في البيئة المعمارية وتقدم حلولا متعددة، فقد تكون على المستوى الجزئي مثل الجدران والقواطع القابلة للفك والتركيب كما في عينة (B,C) او غلاف المبنى المتفاعل كما في عينة (F)، اما على المستوى الكلي تتمثل بتقنيات التحكم والاستشعار، أو قد تمثل نظام ثانوي داعم للنظم الاساسية ومدمج معها كالالواح الشمسيه المدمجه في تصميم السطوح كما في عينة (F,C.B) او عناصر مفردة تخدم النظام الوظيفي او الجمالي وقد تظهر كجزء من النظام الهيكلي
١٢. الاعتماد على الأستراتيجية الذاتية بشكل خاص لتحقيق كفاءة النظم، بالإضافة إلى دمج التقنيات الذكية مع التصميم لتحقيق جودة البيئة الداخلية و تماسك مستويات النطاق المكاني ، كما في العينة المحلية.

١٣. التكيف المكاني على المستوى الكلي يتطلب تواصلاً مع السياق وان يكون المبنى جزءاً لا يتجزء من محيطهُ كما في عينة (A) وعلى العكس في العينة المحلية أظهرت تواصلاً مع السياق العالمي وليس المحلي كما تم ملاحظتهُ من خلال محاكاتها مع العينات التي تم دراستها.

(٦-٥) التوصيات Recommendations

١. الاستفادة من التجارب العالمية في تصميم المباني المتكيفة ذات النظم الذكية واختيار ما يناسب البيئة المحلية .
٢. دعم وتزويد العملية التصميمية بالوسائل والاساليب المتخصصة في مجال نظم العمارة الذكية وطرق استخداماتها وامكانياتها في مجال العمارة لتوفير المناخ المناسب في المبنى وتحسين الوظيفة وتحقيق راحة المستخدمين.
٣. تعزيز استخدام المباني الحديثة بنظم العمارة الذكية و التقنيات ذات التكلفة المنخفضة مع تعزيز استخدام مواد أكثر ذكاء في غلاف المبنى والفراغات الداخلية.
٤. استخدام برامج النمذجة والتحليل الهندسي في التصميم لتقليل استخدام الطاقة في جميع مراحل دورة حياة المبنى .
٥. اعتماد إمكانات وأساليب واجراءات التكيف المكاني المرن في المباني المصممه حديثاً، لتتكيف مع التغيرات المستقبليه والتي تأخذ في الاعتبار أساليب مختلفة لتحقيق جودة اداء النظم في الابنية، واعادة تطبيق هذه الاجراءات على المباني التي تعرضت للتغير، لتحسين ملاءمة النظم في المبني مع الوظائف الجديدة.
٦. تصميم المبنى بأسلوب يعزز مرونة وديناميكية الفضاءات وبتماسك النطاق المكاني، وتزويدهُ بما يحتاجه من الوسائل التي تجعل المبنى متكيف مع التغيير في المناخ والسياق المحيط مع تجنب الحاجة الى هدم المباني او تجديدها في المستقبل
٧. التركيز على الدراسات في مجال جعل المشاريع القادمة في العراق (عالية الكلفه خاصة) أن تكون متكيفة ومزوده بالنظم وتقنيات الذكية وتعزيز فكرة تصميم المبنى على اساس تكامل النظم وكفاءتها مع تماسك النطاقات المكانيه .

(٦-٦) مجالات البحث المستقبلية Future Fields of Research

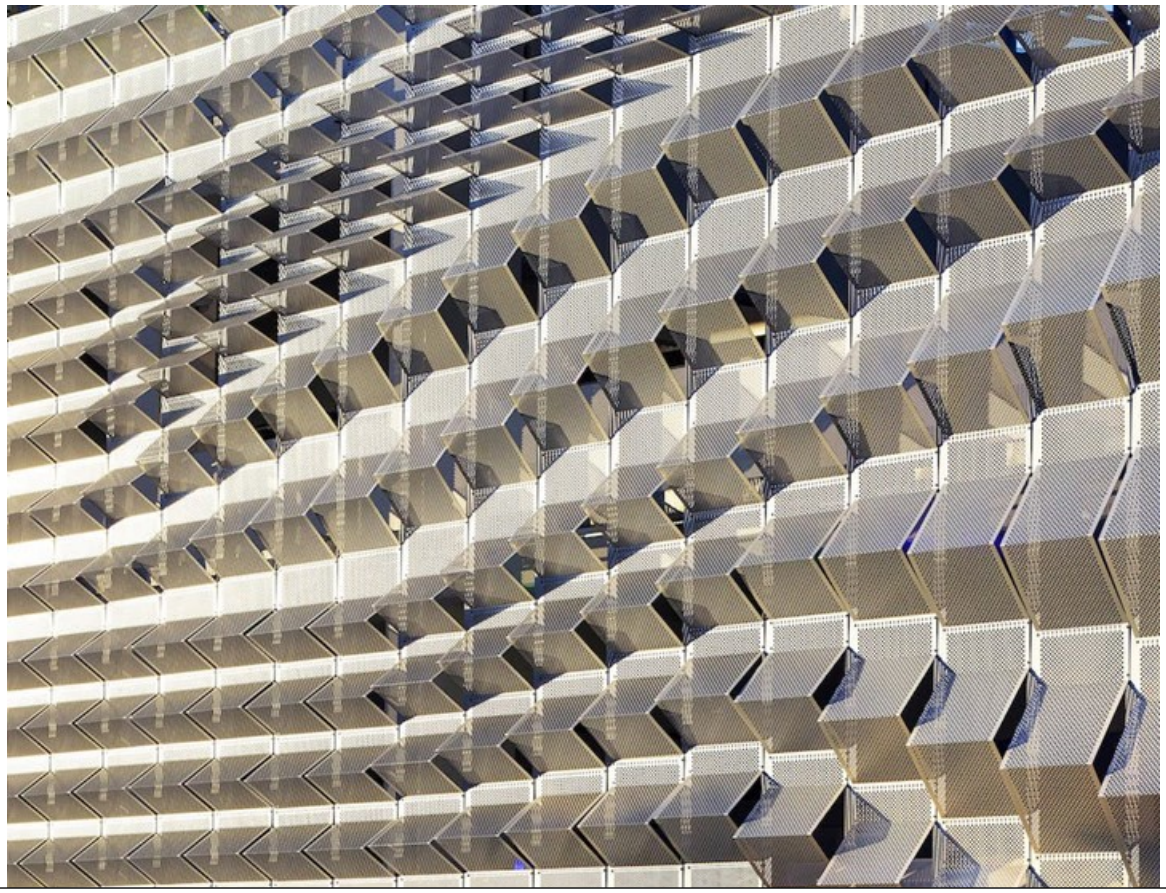
- إعداد دراسات مختصة بالتركيب الشكلي لكتل المباني بأستخدام البرامج الاتمتة لجعلها متكيفة مكانياً .
- إعداد دراسات تختص بالتنوع الوظيفي وتأثيره على التكيف المكاني .
- البحث في تأثير النظام الجمالي على تكيف المبنى مكانياً.
- إعداد دراسه تختص بالمستوى الجزئي (غلاف المبنى والمواد والعناصر التكيفيه) ودورها في التكيف
- دراسه تختص بنوع معين من الوظائف ودراستها بشكل اوسع واستخراج مؤشراتها ومقايسها.

(٦-٧) الجهات المستفيدة Beneficiaries

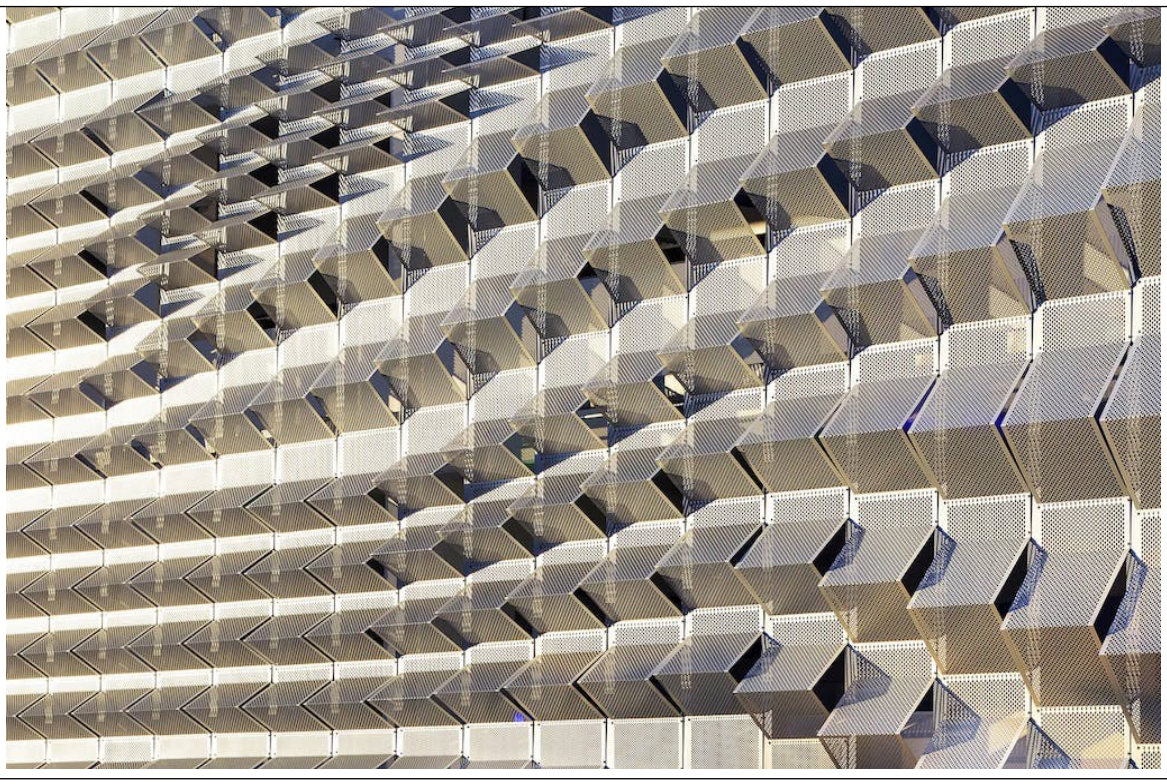
- أقسام الهندسة المعمارية في الجامعات العراقية.
- طلبة الدراسات العليا في اقسام العمارة.
- المكاتب الإستشارية المعمارية.
- المختصون والباحثون في مجالات التكيف والذكاء المعمارية.
- وزارة العلوم والتكنولوجيا.
- وزارة الاعمار والاسكان.

تم بعون الله

٢٠٢٢



المصـــــــــادر



(١) المصـــــادر العربيه

• الكتب العربية:

١. القرءان الكريم.
٢. ابن منظور، لسان العرب المحيط . (١٩٦٠). ، ترتيب يوسف خياط ونديم مرعشلي ، دار المعارف ، القاهرة ، بيروت، صـ٤٢٢.
٣. مصطفى فهمي. (١٩٧٨). التكيف النفسي في مصر، دار الطباعة الحديثة، القاهرة ، صـ ١٠.

• الرسائل والأطاريح العلمية باللغة العربية:

١. البكري ، ايناس حسن. (٢٠٢١). تكيف المبنى والمواءمه البيئية في العماره المعاصره ، اطروحة دكتورا، قسم هندسة المعمارية في جامعة بغداد / كلية الهندسة.
٢. البهادلي، شذى فالح. (٢٠١٤). التكيف بإعادة الاستخدام في الابنيه ذات القيمة. رسالة ماجستير, الجامعة التكنولوجية.
٣. حمدان ، خليل محيي الدين. (٢٠١٨) . أسس تصميم المباني الذكية حالة دراسية البنية الوزارية في دمشق، رسالة ماجستير ، قسم هندسة المعمارية في جامعة دمشق / كلية الهندسة.
٤. خلود صادق. (٢٠١٣). مناهج تخطيط المدن الذكية، رسالة ماجستير، قسم التخطيط والبيئة، كلية الهندسة المعمارية. جامعة دمشق, صـ٦.
٥. ذنون ، احمد عبدالواحد. (٢٠٠٨). دور التكيف في تطور عمارة المساجد ، اطروحة دكتوراه ، قسم الهندسة، المعمارية ، الجامعة التكنولوجية، صـ١٤.
٦. عمر، احمد مختار. (٢٠٠٨). معجم اللغة العربية المعاصرة.، صـ٧٤٨.
٧. فاضل ، اسماء مجدي. (٢٠١١). العمارة الذكية و أنعكاسها التكنولوجي على التصميم دراسة حالة المباني الإدارية ، رسالة ماجستير ، قسم هندسة المعمارية في جامعة القاهره / كلية الهندسة.
٨. مجيد ،علي سعيد. (٢٠١٥),.التكنلوجيا الرقميه وتطبيقاتها في الهياكل المنشئيه العضويه، رسالة ماجستير ،قسم هندسة العماره في جامعة بغداد/كلية الهندسه,صـ١١٦.
٩. محمد حسان حسن. (٢٠٠٤)، تأثير الأحتياجات الأنسانية على تصميم الفراغات الحضرية، رسالة ماجستير ، قسم الهندسة المعمارية ، كلية الهندسة ، جامعة جنوب الوادى ، مصر ، صـ ١٢٢.
١٠. محمود، رضاب. (٢٠٠٩), ألبنية الادارية الذكية"، دراسة اثر التكامل البيئي - التقني في تقليل كلفة المبنى الانشائية والتشغيلية. رسالة ماجستير، الجامعة التكنولوجية، بغداد/ جمهورية العراق, صـ١-١٩٢.

(٢) المصـــــادر الاجنبية

• الكتب الأنكليزية:

1. Agha, R.H.,(2018). Intelligent Systems in Buildings: *Traditional Courtyard Houses in Baghdad as a Case Study*. Cambridge Scholars Publishing.
2. Bax, L. Cruxent, J.& Komornicki, J., (2013). *Innovative chemistry for energy efficiency of buildings in smart cities*. suschem & smart cities and communities,p.44. https://books.google.iq/books/about/Energy_Efficiency.html?id=4uKdDwAAQBAJ&redir_esc=y
3. Blyth, A. & Worthington, J.,(2010). *Managing the brief for better design*. Hoboken, p10. https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9780203857373/managing-brief-better-design-alastair-blyth-john-worthington
4. Boswell, K.,(2013). *Exterior building enclosures: design process and composition for innovative façades*. John Wiley & Sons, p.45. https://books.google.iq/books/about/Exterior_Building_Enclosures.html?id=bPCtZ1vBZVQC&redir_esc=y

5. Brownell, B. ed., (2010). Transmaterial 3: *a catalog of materials that redefine our physical environment. Princeton Architectural Press*, Chronicle Books, p31.
6. Clements-Croome, D. & Croome, D.J. eds.,(2004). *Intelligent buildings: design, management and operation*. Thomas Telford, DA Books and Journals,j ICE Publishing, pp.1-145.
7. Dearstyne, H., (2014). *Inside the Bauhaus*. Elsevier,p168. https://www.elsevier.com/books/inside-the-bauhaus/dearstyne/978-0-85139-863-1
8. Decker, M. & Zarzycki, A., (2014). *Designing resilient buildings with emergent materials*, Chapter in Book/Report/Conference proceeding ,p.183.
9. Douglas, J., (2006). *Building adaptation*. Routledge,book.
10. Fox, M. ed., (2016). *Interactive architecture: adaptive world*. Chronicle Books,pp.160-164.
11. Friedman, A., (2002). *The adaptable house.* McGraw-Hill, Inc,p4. https://books.google.iq/books/about/The_Adaptable_House.html?id=BqVb__HjxUC&redir_escy
12. Good, C.V. & Merkel, W.R., (1973). *Dictionary of education*. McGraw-Hill,. p525.
13. Hagenlocher, M., Schneiderbauer, S., Sebesvari, Z., Bertram, M., Renner, K., Renaud, F., Wiley, H. & Zebisch, M., (2018). *Climate Risk Assessment for Ecosystem-based Adaptation– A guidebook for planners and practitioners*,pp.1-120.
14. Hensel, M.U. & Nilsson, F. eds., (2016). *The changing shape of practice: integrating research and design in architecture*. Routledge, p.75.
15. Kanaani, M. & Kopec, D., (2016). *The Routledge companion for architecture design and practice*. New York, NY: Routledge,p.40. https://www.taylorfrancis.com/books/edit/10.4324/9781315775869/routledge-companion-architecture-design-practice-mitra-kanaani-dak-kopec
16. Katsikakis, D., (2017). *Flexible Architecture for Evolving Work Practices*. Book from Architectural Design library, pp.68-75.
17. Kronenburg, R., (2013). *Transportable environments. Taylor & Francis*,pp.142-150. https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9780203023853/transportable-environments-robert-kronenburg
18. Lehman, M.L., (2016). *Adaptive sensory environments: an introduction*. Routledge.p87. https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9781315630519/adaptive-sensory-environments-maria-lorena-lehman
19. LYONS, A., (2014). *Materials for architects and builders. USA: Taylor & Francis*, pp.244-255. https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9781315768748/materials-architects-builders-arthur-lyons
20. Schmidt, R. & Austin, S.,(2016). Adaptable architecture: *Theory and practice*. Routledge, pp. 1-318. https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9781315722931/adaptable-architecture-robert-schmidt-iii-simon-austin
21. Sinopoli, J., (2010). *Smart Building Systems for Architects, Butterworth-Heinemann is an imprint of Elsevier*,p.80. https://www.elsevier.com/books/smart-buildings-systems-for-architects-owners-and-builders/sinopoli/978-1-85617-653-8
22. Wang, S.,(2010) ,"*Intelligent Buildings and Building Automation*", Spon Press,An Imprint Of Taylor & Francis Group, Oxon, USA, pp.1-17.
23. Wen, J.T. & Mishra, S., (2018). *Intelligent Building Control Systems*. In A Survey of Modern Building Control and Sensing Strategies (Advances in Industrial Control), p.1-10. https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-68462-8

24. Wheelerm & Beatleyt .,(2004)."*The Sustainable Urban Devpmeelont Reader*", Imprint of the Taylor &Francis Group , New York , P 90.
25. Wingginton, M & Harris, J., (2002), "*Intelligent Skins*", Architectural Press, An imprint of Elsevier, , Linacre House, Jordan Hill , Oxford, UK , p. 157 .
26. Winkelsesser, K., (2021). *Elbphilharmonie, 2017 Hamburg, Germany: Architect, Herzog & de Meuron. In Modern Theatres 1950–2020*. Imprint of the Routledge, pp. 527-529.

• الرسائل والأطاريح العلمية باللغة الأنكليزية:

1. Agha, R.H.M., (2016). The role of intelligent systems in traditional courtyard houses in Baghdad, Iraq (Doctoral dissertation, Newcastle University),p.71.
2. Alhashem.S,(2019). Applications of Fractal Geometry in Architecture. A thesis in Architectural Design for Damascus University .p22.
3. Danziger, S., (2004). Adaptable Design in Five Housing Projects in North Vancouver: Client Use and Satisfaction (Doctoral dissertation, Department of Gerontology-Simon Fraser University),pp.1-192.
4. Jaskiewicz, T., (2013). Towards a methodology for complex adaptive interactive architecture, PhD thesis.pp.1-399.
5. Lelieveld, C.M.J.L., (2013). Smart materials for the realization of an adaptive building component. Doctoral Thesis, p6.
6. Loonen, R.C.G.M., (2010). Climate adaptive building shells what can we simulate. Architecture, building and planning. Eindhoven, Technische Universiteit Eindhoven. Master of Science,p64.
7. Maglic, M.J., (2012). Biomimicry: using nature as a model for design. Master Thesis,pp.1-88.
8. Matulevičius, K., (2012). Conversion of industrial areas in Vilnius and Berlin, a comparative analysis Master thesis,pp.1-136.
9. Mehrolhassani, M., (2015). Archaeological museum design in re-used historical Buildings (Master's thesis, Eastern Mediterranean University (EMU)-Doğu Akdeniz Üniversitesi (DAÜ)),p.48.
10. Ruskeepää, L.A.D., (2011). Adaptation and adaptability: expectant design for resilience in coastal urbanity (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology), p47.
11. Samuels, W., (2011). Performance and Permeability: An investigation of the Mashrabiya for Use within the Gibson Desert (Doctoral dissertation, Open Access Te Herenga Waka-Victoria University of Wellington).
12. Schnädelbach, H., (2010). Adaptive architecture-a conceptual framework. proceedings of Media City, DipArch MArch PhD, pp.1-538.

• البحوث العلمية باللغة الأنكليزية:

1. Aatty, H.M. & Al Slik, G.M., (2019). Iconic architecture and sustainability as a tool to attract the global attention. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 518, No. 2). IOP Publishing, pp.1-12.
2. Abo-Elazm, F. & Ali, S., (2017). The concept of local smart architecture: An approach to appropriate local sustainable buildings. International Journal of Cultural Heritage, pp.1-12.
3. Adnan, A., Nawaz, S., Mujtaba, A. & Ahsan, M., (2018). Smart Grid tied Low Energy Smart Building. [1]st International Conference on High Performance Energy Efficient Buildings and Homes (HPEEBH 2018), Lahore, Pakistan,p.3.
4. Agenda, I., (2017). Shaping the Future of Construction Inspiring innovators redefine the industry. World Economic Forum®,p.29.

5. Ahmed, A.N., (2019). Office Building Adaptability through Buildings' Layers. Zanco Journal of Pure and Applied Sciences, pp.104-120.
6. Akkhakraisi, P., Sawangjaroen, C., Khampanya, R. & Busayarat, C., (2019). The Development of the Automatic Furniture Changing System Based On Universal Design Case Study: Wheelchair User. Journal of Architectural/Planning Research and Studies (JARS), pp.173-184.
7. Alawsey, W.S. & Al-Dulaimi, H.A., (2020). Architectural Mimetism Between Heritage and Technological Advancement. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 671, No. 1, p. 012128). IOP Publishing,p.9.
8. Al-Khafaji, A. & Al-Salam, N., (2018). Measurement of urban. sprawl and compactness characteristics Nasiriyah City—Iraq as case Study. Int. J. Civil Eng. Technol, pp.335-343.
9. Almaamouri, A.S., (2019). Ethical Responsibility in the Practice of Architecture. Engineering and Technology Journal, pp.488-495.
10. Al-Muqaram, A.M., Al Dabbagh, S.M. & Al-Bahadly, S.F.H., (2016). Adaptive Reuse in Valuable Building Through The Adoption of Change in the Circulation Configuration. Engineering and Technology Journal, (6 Part (A) Engineering), pp.181-182.
11. Ameur, M., Kharbouch, Y. & Mimet, A., (2020), June. Optimization of passive design features for a naturally ventilated residential building according to the bioclimatic architecture concept and considering the northern Morocco climate. In Building Simulation (Vol. 13, No. 3). Tsinghua University Press.pp. 677-689
12. Amrousi, M.E., Elhakeem, M. & Paleologos, E., (2018), October. International museums and transcultural impact on gulf states: the Louvre Abu Dhabi as a case study. In International Conference on Human Systems Engineering and Design: Future Trends and Applications . Springer, Cham, pp. 148-153
13. Arge, K. (2005), Adaptable office buildings: theory and practice, Facilities, Emerald Group Publishing Limited (Vol. 23 No. 3/4), pp. 119-127.
14. Augousti, A.T., Atkins, N., Ben-Naim, A., Bignall, S., Hunter, G., Tunnicliffe, M. & Radosz, A., (2021). A new diversity index. Physical Biology, IOP Publishing, pp.2-7.
15. Ayead, M.H. & Al-Tameemi, O.A., (2022). Technologies of sustainability in large banks buildings. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 961, No. 1, p. 012099). IOP Publishing,p.8.
16. Bacha, C.B. & Bourbia, F., (2016), October. Effect of kinetic facades on energy efficiency in office buildings-hot dry climates. In 11th Conference on advanced building skins (Vol. 1), pp. 458-468
17. Ball, A., (1998). Smart Structures & Materials, B. Culshaw, Artech House Books, Portland House, Stag Place, London SW1E 5XA. (1996). pp. Illustrated.£ 49. The Aeronautical Journal, pp.178-178.
18. Batov, E.I., (2015). The distinctive features of "smart" buildings. Procedia Engineering, pp.103-107.
19. Bee, B.A., (2016). Power, perception, and adaptation: Exploring gender and social–environmental risk perception in northern Guanajuato, Mexico. Geoforum, pp.71-80.
20. Belay, D. & Fekadu, G., (2021). Influence of social capital in adopting climate change adaptation strategies: empirical evidence from rural areas of Ambo district in Ethiopia.
Climate and Development Journal, pp.857-868.
21. Benárd, A., (2018). Hallgrímskirkja, Reykjavík. A Late Example of Expressionist Church Architecture. YBL Journal of Built Environment, pp.86-102.

22. Boeke, J., Knaack, U. & Hemmerling, M., (2019). Superposition matrix for the assessment of performance-relevant adaptive façade functions. Journal of Facade Design and Engineering, pp.1-20.
23. Böke, J., Knaack, U. & Hemmerling, M., (2020). Automated adaptive façade functions in practice-case studies on office buildings. Automation in Construction journal, p.1.
24. Bowie, N., (2019). Corporate Personhood v. Corporate Statehood. Harvard Law Review, p.2009.
25. Bryan, V.M. & Mayer, J.D., (2021). Are people-centered intelligences psychometrically distinct from thing-centered intelligences? A meta-analysis. Journal of Intelligence, p.48.
26. Bullen, P.A., (2007). Adaptive reuse and sustainability of commercial buildings. Facilities, (Vol. 25 No. 1/2, 2007) ,pp. 20-31 .
27. Cave, S., (2019). Lost in the house of tomorrow: Berlin's newest museum. Nature Journal, pp.204-206.
28. Celadyn, W., (2014). Durability of buildings and sustainable architecture. Technical Transactions/Czasopismo Techniczne Journal, pp.10-20.
29. Cerrahoglu, M. & Maden, F., (2020). A review on portable structures,p155.
30. Chaillou, S., (2020). Archigan: Artificial intelligence x architecture. In Architectural intelligence. Springer, Singapore, [1]st International Conference on Computational Design, pp. 117-127.
31. Chipperfield, D., Fernández-Galiano, L., Irace, F. & Schulz, B., (2013). David chipperfield architects. London: Thames & Hudson.p.121.
32. Clement –Croom, D. J. , (2013). Sustainable healty intelligent buildings for people, in Intelligent buildings: design, management, and operation (Ed.) by Clement –Croom, D. London, Thomas Telford, ICE Publishing. P.26.
33. Coëffé, V. & Morice, J.R., (2020). The Parisian department store as a paradigmatic place for interactions between tourism and shopping: the production of a heterotopia. Belgeo. Revue belge de géographie Journal,p.3.
34. Council, L.C., Council, T.S. & Council, W., (2010). Climate change adaptation action plan. Council, L.C.. Leicester, environment/climate-change UK.,p6.
35. Daisuke, T. & Kaoru, Y., (2019), September. Towards a Seat Search System for Hot-Desking. In Design Modelling Symposium Berlin. Springer, Cham, pp. 752-765
36. Dave, M., Varshney, A. & Graham, P., (2012). Assessing the climate change adaptability of buildings, Accarnsi discussion Paper,p.3.
37. De Esteban Garbayo, J., (2018). Actualizaciones en el superbloque: De Rotterdam, Elbphilharmonie y la dimensión urbana de la arquitectura Updatings in the Superblock: De Rotterdam, Elbphilharmonie and the urban dimension of architecture. Ciudad y formas urbanas, pp.45-53.
38. Dewidar, K., Mahmoud, A., Magdy, N. & Ahmed, S., (2010). The role of intelligent façades in energy conservation. In International Conference on Sustainability and the Future: Future Intermediate Sustainable Cities (FISC 2010) (Vol. 1),p.4.
39. Dickerson, C.E., Wilkinson, M., Hunsicker, E., Ji, S., Li, M., Bernard, Y., Bleakley, G. & Denno, P., (2020). Architecture definition in complex system design using model theory. IEEE

Systems Journal, pp.1847-1860.

40. Ding, L., (2018), September. A Preliminary Study of the Architektonischer Garten as a Post-perspectival Concept. In ARCC Conference Repository,p3.
41. Dogne, N. & Choudhary, A., (2017). Smart Construction materials and techniques. In AICMT: National Conference ON Alternative & Innovation Construction materials and Techniques,p15.
42. Douglas,James, (2006) , "Building Adaptation",2nd edition,Linacre,Jordan Hill,pp 1-680.
43. Du, K.K., Wang, Z.L. & Mi, H.O.N.G., (2013). Human machine interactive system on smart home of IoT. The Journal of China Universities of Posts and Telecommunications, pp.96-99.
44. Edwards, R., (2011). Intelligent Buildings and Building Automation. Construction Management and Economics journal, pp.216-217.
45. Elattar, S.M.S., (2013). Smart structures and material technologies in architecture applications. Scientific Research and Essays, pp.1512-1521.
46. Ephraim, P.E., (2019). Louvre Abu Dhabi: Social media in marketing culture. In Proceedings of the 5th World Conference on Media and Mass Communication (Vol. 5, No. 1). pp. 49-57
47. Estaji, H., (2017). A review of flexibility and adaptability in housing design. International Journal of Contemporary Architecture, pp.37-49.
48. Fabbri, R., (2022). The contextual linkage: visual metaphors and analogies in recent Gulf museums' architecture. The Journal of Architecture, pp.1-26.
49. Felger, C., (2019). Amorepacific Headquarters, Seoul. CTBUH Journal, pp.12-19.
50. Fisher-Gewirtzman, D., (2016). Adaptive reuse architecture documentation and analysis. Journal of Architectural Engineering Technology, pp.1-8.
51. Fouad, S.M.A.E., (2012). Design methodology: Kinetic architecture. Architectural Engineering, Alexandria University, pp.1-142.
52. Franchini, C., (2021). Resiliency in Geometric Aggregation and Social Connectivity: Anna Bofill Levi and the Taller de Arquitectura. In Faces of Geometry . Springer, Cham. pp. 115-127
53. Frighi, V., (2021). Smart Architecture-a Sustainable Approach for Transparent Building Components Design. Springer Nature journal.pp.44-46.
54. Geraedts, R.P., (2008), Design for change; flexibility key performance indicators. In 1st International Conference on Industrialised, Integrated, Intelligent Construction,pp. 1-11.
55. Gosling, J., Naim, M., Sassi, P., Iosif, L. & Lark, R., (2008), September. Flexible buildings for an adaptable and sustainable future. In Proceedings of 24th Annual ARCOM Conference ,pp. 1-3.
56. Gosling, J., Sassi, P., Naim, M. & Lark, R., (2013). Adaptable buildings: A systems approach. Sustainable Cities and Society, pp.44-51.
57. Gu, R., Shao, Z., Chen, H., Wu, X.N., Kim, J., Sjöberg, V. & Costanzo, D., (2016). {CertiKOS}: An Extensible Architecture for Building Certified Concurrent {OS} Kernels. In 12th USENIX Symposium on Operating Systems Design and Implementation (OSDI 16) ,pp. 653-669.
58. Harley, M., Horrocks, L., Hodgson, N. & van Minnen, J., (2008). Climate change vulnerability and adaptation indicators. ETC/ACC technical paper, p.12.
59. Hasan, M.I., Murtini, T.W. & Sari, S.R., (2016). Sustainable Architecture Responsed by Islamic Architecture for Better Environment. International Journal of Advances in Agricultural and Environmental Engineering, p.214.

60. Hashem, H., Yazdanfar, S.A., Heidari, A.A. & Nazgol, B., (2013). Between sense and attachment: Comparing the concepts of place in architectural studies. Geografia OnlineTM Malaysia Journal of Society and Space, p97.
61. Heatherwick, T., (2020). Shanghai bund: the impact of context. Architectural Design, pp.92-99.
62. Heidrich, O., Kamara, J., Maltese, S., Cecconi, F.R. & Dejaco, M.C., (2017). A critical review of the developments in building adaptability. International Journal of Building Pathology and Adaptation, pp.284-303.
63. Herthogs, P., Debacker, W., Tunçer, B., De Weerdt, Y. & De Temmerman, N., (2019). Quantifying the generality and adaptability of building layouts using weighted graphs: the SAGA method. Buildings, pp.1-92.
64. Howedi, A., Lotfi, A. & Pourabdollah, A., (2020). An entropy-based approach for anomaly detection in activities of daily living in the presence of a visitor. Journal of Entropy MDPI, p.6.
65. Hraska, J., (2018). Adaptive solar shading of buildings. International Review of Applied Sciences and Engineering, pp.107-113.
66. Iddianozie, C. & Palmes, P., (2020). Towards smart sustainable cities: Addressing semantic heterogeneity in Building Management Systems using discriminative models. Journal of Sustainable Cities and Society, p.1.
67. Ilgın, H.E., Karjalainen, M. & Pelsmakers, S., (2022). Contemporary tall residential timber buildings: what are the main architectural and structural design considerations?. International Journal of Building Pathology and Adaptation, p11.
68. Imbert, F., Frost, K.S., Fisher, A., Witt, A., Tourre, V. & Koren, B., (2012), December. Concurrent geometric, structural and environmental design: Louvre Abu Dhabi, pp. 77-90.
69. International Transport Forum, (2019). Benchmarking Accessibility in Cities: Measuring the Impact of Proximity and Transport Performance. OECD Publishing, pp.1-83.
70. Iwuagwu, U. & Iwuagwu, M., (2014), May. Adopting intelligent buildings in Nigeria: the hope and fears. In ^{2}nd international conference on emerging trends in engineering and technology (Vol. 10, No.). pp. 160-163
71. Jafar, A.K., Hassan, N.A. & Jawad, I.K., (2022). The continuity of the architectural output of the new Iraqi Central Bank building for the architect (Zaha Hadid) according to Jacobson's1 communication theory,p.4.
72. Jafari, L., Khyrossadat, A. & Mirhosseini, S.M., (2017). Performance Assessment of Double Skin Façade in Optimizing Building Energy Consumption (Case Study in Shiraz). International Journal of Applied Arts Studies (IJAPAS), p.12.
73. Jalia, A. & Ramage, M., (2018).The Edge, Research at University of Cambridge Amsterdam,p.8.
74. Johnstone, P., Adamowicz, R., de Haan, F.J., Ferguson, B. & Wong, T., (2012). Liveability and the water sensitive city-science-policy partnership for water sensitive cities. Melbourne, Australia: Cooperative Research Centre for Water Sensitive Cities, pp.1-68.
75. Jost, L., (2006). Entropy and diversity. Oikos library research, pp.363-375.
76. Kamara, J.M., Heidrich, O., Tafaro, V.E., Maltese, S., Dejaco, M.C. & Re Cecconi, F., (2020). Change factors and the adaptability of buildings. Sustainability Journal, pp.1-9.
77. Kang, J.E., Ahn, K.U., Park, C.S. & Schuetze, T., (2015), June. A Case Study on Passive vs. Active Strategies for an Energy-Efficient School Building Design. In 8th Conference of the

International Forum on Urbanism (IFoU). Multidisciplinary Digital Publishing Institute,pp.765-775.

78. Kenrick, D.T., Griskevicius, V., Neuberg, S.L. & Schaller, M., (2010). Renovating the pyramid of needs: Contemporary extensions built upon ancient foundations. Perspectives on psychological science Journal, pp.292-314.
79. Key, S. & Gross, M.D., (2021). From architects' terms to computable descriptions of spatial qualities. Spatial Cognition & Computation Journal, pp.173-196.
80. Khetani, K.P., (2020). Quest for the Aesthetics of Sustainability and Sustainable Architecture in the Digital Age. Technium Journal,p.173.
81. Kibert, C. J., (2016). "Sustainable and Adaptable Construction", 4th Edition, WILLEY,p.11.
82. Kim, B.R., Shin, J., Guevarra, R.B., Lee, J.H., Kim, D.W., Seol, K.H., Lee, J.H., Kim, H.B. &Isaacson, R.E., (2017). Deciphering diversity indices for a better understanding of microbial communities. Journal of Microbiology and Biotechnology, pp.2089-2093.
83. Kirkegaard, P.H. & Foged, I.W., (2011). Development and evaluation of a responsive building envelope. In Adaptive Architecture: 3-5 Marts 2011, The Building Centre London, Conference Papers. University of Nottingham, p4.
84. Konieczna, D., (2018). Modern trends in the formation of adaptive architecture. Czasopismo Techniczne, 2018(Volume 9), pp.19-32.
85. Koopman, S., (2022). Heritage as part of the Palimpsest: Rethinking heritage at risk In London through an approach that is driven by the context. Research, pp.38-39.
86. Koyaz, M., (2017). Adaptability Level of Facade Systems Regarding Facade Performance. ICBEST Istanbul Conference Paper,p.4.
87. Kozikoğlu, N. & ÇEBİ, P.D., (2015). Thinking and designing with the idea of network in architecture. A| Z ITU Journal of the Faculty of Architecture, pp.71-87.
88. Lee, D., Kietisaksopon, P. & Anh, N.L., (2021). Future Outlook of Gaming Tourism in Vietnam: Local Residents' Perspectives. In Future of Tourism in Asia . Springer, Singapore, pp. 123-139.
89. Lee, K.S., Lee, J. & Lee, J.S., (2013). Low-energy design methods and its implementation in architectural practice: Strategies for energy-efficient housing of various densities in temperate climates. Journal of Green Building, pp.164-183.
90. Lee, S., (2021). A Study on the Trends for Expression in Korean Contemporary Architectural Facade Design: Focusing on Large Buildings in the City Center. Journal/buildings, pp.1-274.
91. Legatiuk, D. & Smarsly, K., (2018), July. An abstract approach towards modeling intelligent structural systems. In Proceedings of the 9th European Workshop on Structural Health Monitoring, Manchester,p.3.
92. Lei, Y., Wang, J.A., Yue, Y., Zhou, H. & Yin, W., (2014). Rethinking the relationships of vulnerability, resilience, and adaptation from a disaster risk perspective. Natural hazards Journal, pp.609-627.
93. Letana, P.H.M., (2018). Adaptive Acoustics Applications in Multi-Purpose Auditoria and Similar Structures, A Journal of Architecture, Landscape Architecture and the Designed Environment,University of the Philippines College of Architecture.p.2.
94. Li, P., Lu, Y., Yan, D., Xiao, J. & Wu, H., (2021). Scientometric mapping of smart building research: Towards a framework of human-cyber-physical system (HCPS). Automation in Construction, p.103776.

95. Loonen, R.C., Trčka, M., Cóstola, D. & Hensen, J.L., (2013). Climate adaptive building shells: State-of-the-art and future challenges. Renewable and sustainable energy reviews, pp.483-493.
96. Loonen, R.C.G.M., Rico-Martinez, J.M., Favoino, F., Brzezicki, M., Ménézo, C., La Ferla, G. & Aelenei, L., (2015), November. Design for façade adaptability–Towards a unified and systematic characterization. In Proc. 10th Energy Forum-Advanced Building Skins, Bern, Switzerland (Vol. 1274) , p. 1284
97. Malekizadeh, B., Nili, H.R. & Piri, S., (2014). Architecture Building Sustainability Regarding Smart Materials. Journal of Civil Engineering and Urbanism, pp.461-466.
98. Manewa, A., Pasquire, C., Gibb, A., Ross, A. & Siriwardena, M., (2013). Adaptable buildings: striving towards a sustainable future. Whole or in part, must be clearly attributed to author. Conference: Transforming the Future, RMIT University, Melbourne, Australia, p6.
99. Manewa, A., Siriwardena, M., Ross, A. & Madanayake, U., (2016). Adaptable buildings for sustainable built environment. Built Environment Project and Asset Management,p140.
100. Marcos, C.L., Fernández–Álvarez, Á.J. & McCormick, L., (2019). Semperian digitally woven mythologies. On grids, warps, wefts and skins in the computer age. XY, journal / Rivista scientifica semestrale, p.55.
101. Marcus, L. & Colding, J., (2014). Toward an integrated theory of spatial morphology and resilient urban systems. Ecology and Society journal, p7.
102. Marigi, S.N., (2017). Climate change vulnerability and impacts analysis in Kenya. American Journal of Climate Change, p.52.
103. Martins, A.M.T. & Rodrigues, T., (2019), September. Deconstruction: Between Icon and Architectural Landmark, Two Spanish Examples. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 603, No. 2, p. 022055). IOP Publishing, pp.1-9.
104. Maru, Y.T., Smith, M.S., Sparrow, A., Pinho, P.F. & Dube, O.P., (2014). A linked vulnerability and resilience framework for adaptation pathways in remote disadvantaged communities. Global Environmental Change journal, pp.337-350.
105. Meagher, M., (2015). Designing for change: The poetic potential of responsive architecture. Frontiers of architectural Research, pp.159-165.
106. Megahed, N.A., (2018). An exploration of the control strategies for responsive umbrella-like structures. Indoor and Built Environment, journals sagepub, pp.7-18.
107. Meilleur, S., (2020). Building Calgary's New Central Library. Journal of Library Administration, pp.175-186.
108. Mendizabal, M., Heidrich, O., Feliu, E., García-Blanco, G. & Mendizabal, A., (2018). Stimulating urban transition and transformation to achieve sustainable and resilient cities. Renewable and sustainable energy reviews journal, pp.410-418.
109. Meybeck, A., Rose, S. & Gitz, V., (2019). Climate change vulnerability assessment of forests and forest-dependent people: A framework methodology. FAO Forestry Paper, p.6.
110. Milwicz, R. & Pasławski, J., (2018). Adaptability in buildings–housing context–literature review. In MATEC Web of Conferences (Vol. 222, p. 01011). EDP Sciences,pp.1-8.
111. Moffatt, S. & Russell, P., (2001). Assessing the adaptability of buildings. IEA Annex, p.31.
112. Morris, E.K., Caruso, T., Buscot, F., Fischer, M., Hancock, C., Maier, T.S., Meiners, T., Müller, C., Obermaier, E., Prati, D. & Socher, S.A., (2014). Choosing and using diversity indices: insights for ecological applications from the German Biodiversity Exploratories. Ecology and evolution journal, pp.3514-3524.

113. Morselli, E., (2019). Eyes that hear. The synesthetic representation of soundspace through architectural photography. Ambiances. Environnement sensible, architecture etespace urbain, pp.11-23.
114. Murray, S., (2019). The politics and economics of technology: Bankside Power Station and the environment, 1945–81. The London Journal, pp.113-132.
115. Musfy, K., Sosa, M. & Ahmad, L., (2021). The Public Interior Space within Louvre Abu Dhabi Dome: A Visual Reflection. Interiority, Zayed University's research, p.147.
116. Naim, M.M., Potter, A.T., Mason, R.J. & Bateman, N., (2006). The role of transport flexibility in logistics provision. The International Journal of Logistics Management, p.299.
117. Nakib, F., (2010). Fractal geometry: a tool for adaptability and 'evolutionability'. WIT Transactions on Ecology and the Environment Journal, pp.39-47.
118. Nakib, F., (2010). Toward an adaptable architecture guidelines to integrate adaptability in building. In Building a Better World: CIB World Congress, pp.1-7.
119. Napoléon, H., (2014). Louvre Abu Dhabi, Context, an Architectural Design and Ambition,p.5.
120. Negnevitsky, M., (2005). Artificial intelligence: a guide to intelligent systems. Pearson education,p6.
121. Nelson, D.R., Adger, W.N. & Brown, K., (2007). Adaptation to environmental change: contributions of a resilience framework. Annual review of Environment and Resources, pp.395-419.
122. Nicol, L.M., (2021), November. Senate Building of Canada Case Study: Seismic Rehabilitation. In 12th International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions (SAHC).pp.1-12.
123. Nute, K. & Weiss, A., (2016). Outside In: Using The Animation Of The Weather To Improve Building Occupants' Well-Being And Raise Awareness of Passive Energy and Rainwater Saving. The International Journal of Architectonic, Spatial and Environmental Design, pp.41-56.
124. Oguchi, K., Quiquerez, M. & Toyota, Y., (2018), October. Acoustical design of Elbphilharmonie. In Proceedings of the 10th International Conference on Auditorium Acoustics, Hamburg, Germany, pp. 4-6.
125. Oke, A., Omole, O. & Aigbavboa, C.O., (2019), November. Barriers to the Adoption of Industrialised Building Systems in Developing Countries. In International Symposium on Advancement of Construction Management and Real Estate . Singapore, pp. 865-878.
126. Okeil, A., (2010). A holistic approach to energy efficient building forms. Energy and buildings Journal, pp.1437-1444.
127. Omayio, D. & Mzungu, E., (2019). Modification of Shannon-wiener diversity index towards quantitative estimation of environmental wellness and biodiversity levels under a non-comparative Scenario. Journal of Environment and Earth Science, pp.46-57.
128. Panchalingam, R. & Chan, K.C., (2021). A state-of-the-art review on artificial intelligence for Smart Buildings. Intelligent Buildings International, pp.203-226.
129. Park, J.S., Guevarra, R.B., Kim, B.R., Lee, J.H., Lee, S.H., Cho, J.H., Kim, H., Cho, J.H., Song, M., Lee, J.H. & Isaacson, R.E., (2019). Intestinal microbial dysbiosis in Beagles naturally infected with canine parvovirus, Journal of Microbiology and Biotechnology (EMB),pp.1-15

130. Park, S.W. & Yoon, S.W., (2020). Proposal and Design Application of High-Rise Structural System for Combining Autonomous Vehicles and Architecture. Journal of Korean Association for Spatial Structures, pp.31-40.
131. Parsaee, M., Motealleh, P. & Parva, M., (2016). Interactive architectural approach (interactive architecture): An effective and adaptive process for architectural design. HBRC journal, 12(3), pp.327-336.
132. Peyre, N., (2020). La mondialisation des marques muséales et la diplomatie d'influence. Le Centre Pompidou Málaga. Culture & Musées. Muséologieet recherches sur la culture, pp.209-213.
133. Phillips, M.A. & Ritala, P., (2019). A complex adaptive systems agenda for ecosystem research methodology. Technological Forecasting and Social Change, pp.1-34.
134. Pinder, J.A., Schmidt, R., Austin, S.A., Gibb, A. & Saker, J., (2017). What is meant by adaptability in buildings?. Facilities, Vol. 35 No. 1/2, pp. 2-21.
135. Plaza, B. & Haarich, S.N., (2015). The Guggenheim Museum Bilbao: Between regional embeddedness and global networking. European Planning Studies,pp.1456–1475
136. Plaza, B., Galvez-Galvez, C. & Gonzalez-Flores, A., (2011). Research note: Testing the employment impact of the Guggenheim Museum Bilbao via TSA. Tourism Economics, pp.223-229.
137. Pérez-Claros, Juan A , (2002). First and Second Orders of Suture Complexity in Ammonites: A New Methodological Approach Using Fractal Analysis. Mathematical Geology, Vol. 34, No. 3. 456 pages
138. Qin, Y., Yao, M., Shen, L. & Wang, Q., (2021). Comprehensive Evaluation of Functional Diversity of Urban Commercial Complexes Based on Dissipative Structure Theory and Synergy Theory: A Case of SM City Plaza in Xiamen, China. Sustainability journal , p.9.
139. Rhyu, B.G. & Kim, J.H., (2018). Construction of Amorepacific Headquarters. Journal of the Korea Institute of Building Construction, pp.24-30.
140. Rockow, Z.R., Ross, B. & Black, A.K., (2018). Review of methods for evaluating adaptability of buildings. International Journal of Building Pathology and Adaptation, p.20.
141. Saad, B., Al-Einen, A. & Abo El-Azm, F., (2016). The Impact of Using Smart Architecture on Architectural Creativity. Port-Said Engineering Research Journal, pp.1-11.
142. Sadafi, N., Zain, M.F.M. & Jamil, M., (2014). DESIGN CRITERIA FOR INCREASING BUILDING FLEXIBILITY: DYNAMICS AND PROSPECTS. Environmental Engineering & Management Journal (EEMJ), p408.
143. Sadeghi, M.J., Masudifar, P. & Faizi, F., (2011). The Function of Smart Material's behavior in architecture. In International Conference on Intelligent Building and Management, LACSIT press (Vol. 5), p.319.
144. Salingaros, N.A. & Masden, K.G.,(2017). The science of intelligent architecture. Teka Komisji Urbanistyki Architektury Oddział PAN w Krakowie, 45. https://www.semanticscholar.org/paper/The-Science-of-Intelligent-Architecture-Salingaros
145. Salvo, S.D., (2020). New Technologies for Adaptive Architecture. In Urban and Transit Planning . Part of the Advances in Science, Technology & Innovation book series (ASTI) Springer, Cham, pp. 457-465
146. Schmidt III, R., Eguchi, T., Austin, S. & Gibb, A., (2010). What is the meaning of adaptability in the building industry. Open and Sustainable Building journal, pp.1-233.

147. Schmidt, R. & Dainty, A., (2015). The influence of practice culture on designed artefacts. Arq: Architectural Research Quarterly, pp.397-409.
148. Schmidt, R., Sage, D., Eguchi, T. & Dainty, A., (2012). Moving architecture and flattening politics: examining adaptability through a narrative of design. arq: Architectural Research Quarterly, pp.75-84.
149. Serin, B., (2018). Cross disciplinary review of placemaking literature, p.25.
150. Sezegen, a., & aksoy, y,. (2018).investigation of the adaptive facade concepts in terms of shading elements. International journal of architecture and urban studies, pp. 21-32.
151. Shahi, S., Esfahani, M.E., Bachmann, C. & Haas, C., (2020). A definition framework for building adaptation projects. Sustainable Cities and Society journal, pp.102345.
152. Shin, Y.K., (2013). A study on the skin construction of [Prada Aoyama Tokyo] through the functional relation of structure-skin. Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, pp.5206-5214.
153. Shulman.C., (2022). Art in La Samaritaine pump in Paris in the 1600s. One family, two generations, one success. Tel Aviv University,pp.1-8 .
154. Simpson, F., (2021). The Senate. Canadian Parliamentary Review, pp.73-76.
155. Song, H., Elgammal, A., Nallur, V., Chauvel, F., Fleurey, F. & Clarke, S., (2015), May. On architectural diversity of dynamic adaptive systems. In 2015 IEEE/ACM 37th IEEE International Conference on Software Engineering (Vol. 2). IEEE. , pp. 595-598
156. Soussi, M., Balghouthi, M. & Guizani, A., (2013). Energy performance analysis of a solar-cooled building in Tunisia: Passive strategies impact and improvement techniques. Energy and Buildings journal, pp.374-386.
157. Stankovic, D., Tanic, M. & Cvetanovic, A., (2019). The impact of intelligent systems on architectural aesthetics. In E3S Web of Conferences (Vol. 110). EDP Sciences. p. 01044
158. Sterk, T., (2003. Using actuated tensegrity structures to produce a responsive architecture. Research for School of The Art Institute of Chicago, USA ACADIA, p.8.
159. Sun, B., (2015). Smart materials and structures. Lecture at Swiss Federal Institute of Technology Zurich (ETH), Zurich. Published by Cape Peninsula Univeresity of Technology, Cape Town, South Afica,p.22.
160. Swift, J., Ness, D., Kim, K., Gelder, J., Jenkins, A. & Xing, K., (2017), September. Towards adaptable and reusable building elements: Harnessing the versatility of the construction database through RFID and BIM. In Proceedings of the UIA Seoul World Architects Congress, Seoul, Korea ,pp. 3-10.
161. Taddonio, S. and Aydeniz, E.N.K., (2020). Adaptive Reuse Proposals for the Former Electricity Factory in İzmir (Turkey). Contemporary Interventional Approaches for the 'City Factory Project'. Uluslararası Peyzaj Mimarlığı Araştırmaları Dergisi (IJLAR) E-ISSN: 2602-4322, pp.1-30.
162. Talee, S.M., (2019). Using Intelligent Techniquesin Sustainable Buildings. Al-Rafidain Engineering Journal (AREJ), pp.39-55.
163. Trubiano, F., (2013). Performance based envelopes: A theory of spatialized skins and the emergence of the integrated design professional. Buildings journal/Review , pp.689-712.
164. Tubielewicz-Michalczuk, M., (2019), September. Fences Application of the CATIA Program in Architecture and Construction. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 603, No. 2, p. 022014). IOP Publishing,p.5.

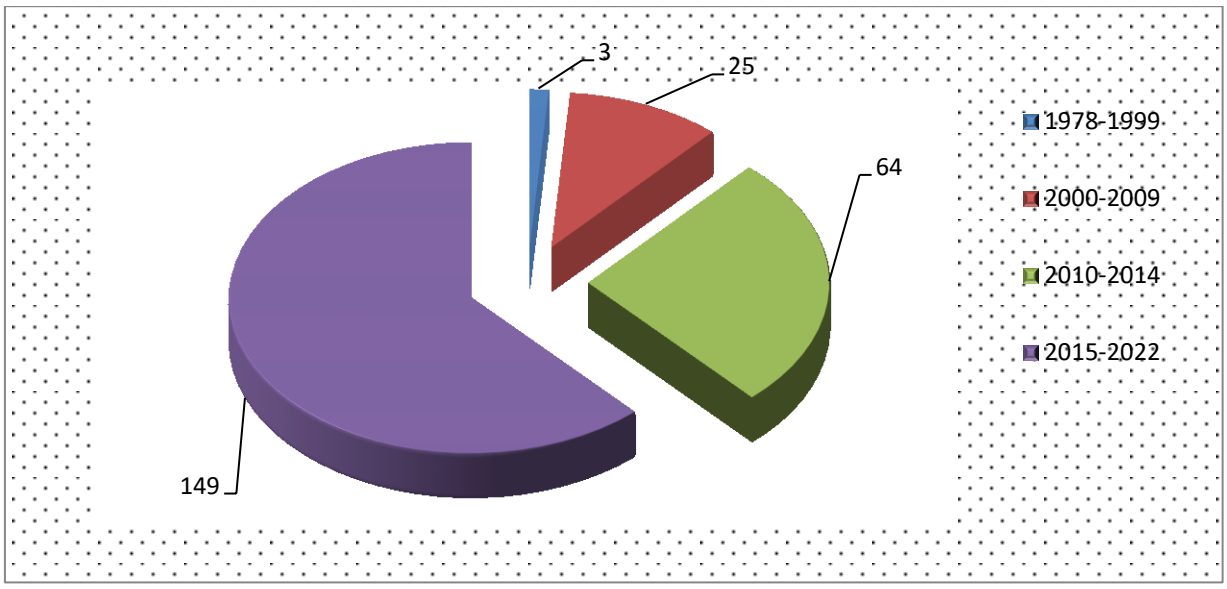
165. Vasaturo, R., van Hooff, T., Kalkman, I., Blocken, B. & van Wesemael, P., (2018). Impact of passive climate adaptation measures and building orientation on the energy demand of a detached lightweight semi-portable building. In Building Simulation (Vol. 11, No. 6, pp. 1163-1177). Tsinghua University Press,p1166.
166. Wang, C., Zhou, M., Chen, X. & Gu, K., (2020). Research on Realization of Automatic Control in Intelligent Buildings,pp.1-6.
167. Wang, J., (2017). Spatial organization and structure. International encyclopedia of geography: people, the earth, environment and technology journal, p.1.
168. Wang, S., Yuan, Y., Wang, X., Li, J., Qin, R. & Wang, F.Y., (2018), June. An overview of smart contract: architecture, applications, and future trends. In 2018 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV). IEEE. pp. 108-113
169. Watkiss, P., (2015). A review of the economics of adaptation and climate-resilient development,p14.
170. Willis, J., (2015). Fast Forwards: 10 Years of Sustainable Initiatives in the Gulf Region. Architectural Design journal, pp.114-119.
171. Wit, A.J., (2014). Towards an Intelligent Architecture "Creating Adaptive Building Systems for Inhabitation", Research present in 18th Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics,pp.328-332
172. Wong, J.K., Li, H. & Wang, S.W., (2005). Intelligent building research: a review. Automation in construction, pp.143-159.
173. Wonoraharjo, Surjamanto, (2012), Metode Penilaian Bangunan Hijau, disaampaikan dalam diskusi TeknisMetode Penilaian Bangunan Hijau di Puslitbangkim Cileunyi,p4.
174. Yavuz, A. & Kuloğlu, N., (2014). Permeability as an indicator of environmental quality: Physical, functional, perceptual components of the environment. World Journal of Environmental Research,pp.32-33.
175. Youssef, A.K.A., (2005), March. The Conflict of Architectural Intelligence: Towards an Integrated Profile of Intelligent Architecture. In Sixth international architectural conference in assiut university ,pp. 15-17.
176. Yu, Z., Gou, Z., Qian, F., Fu, J. & Tao, Y., (2019). Towards an optimized zero energy solar house: A critical analysis of passive and active design strategies used in Solar Decathlon Europe in Madrid. Journal of Cleaner Production, pp.8-12.
177. Žáček, M., (2016), June. Knowledge formalization of intelligent building. In AIP Conference Proceedings (Vol. 1738, No. 1, p. 120005). AIP Publishing LLC,p.3.
178. Zhao, L., Zhang, J. & Zhang, Z.H., (2011). Technique Analysis of Renovation and Re-Use Design of Berlin Neukölln District Water Pumping Station Building. In Applied Mechanics and Materials (Vol. 99). Trans Tech Publications Ltd. pp. 10-15

(٣) المواقع الألكترونية

1. American Heritage dictionary of the English language , (2013) http://www.yourdictionary.co
2. Bloomframe, (2022). Bloomframe® homepage. Web: http://www.bloomframe.com.
3. Eldredge,B., (2016). Hamburg's $870M concert hall completes after over a decade. https://archive.curbed.com/2016/11/11/13554560/hamburg-elbphilharmonie-concert- hall-opens

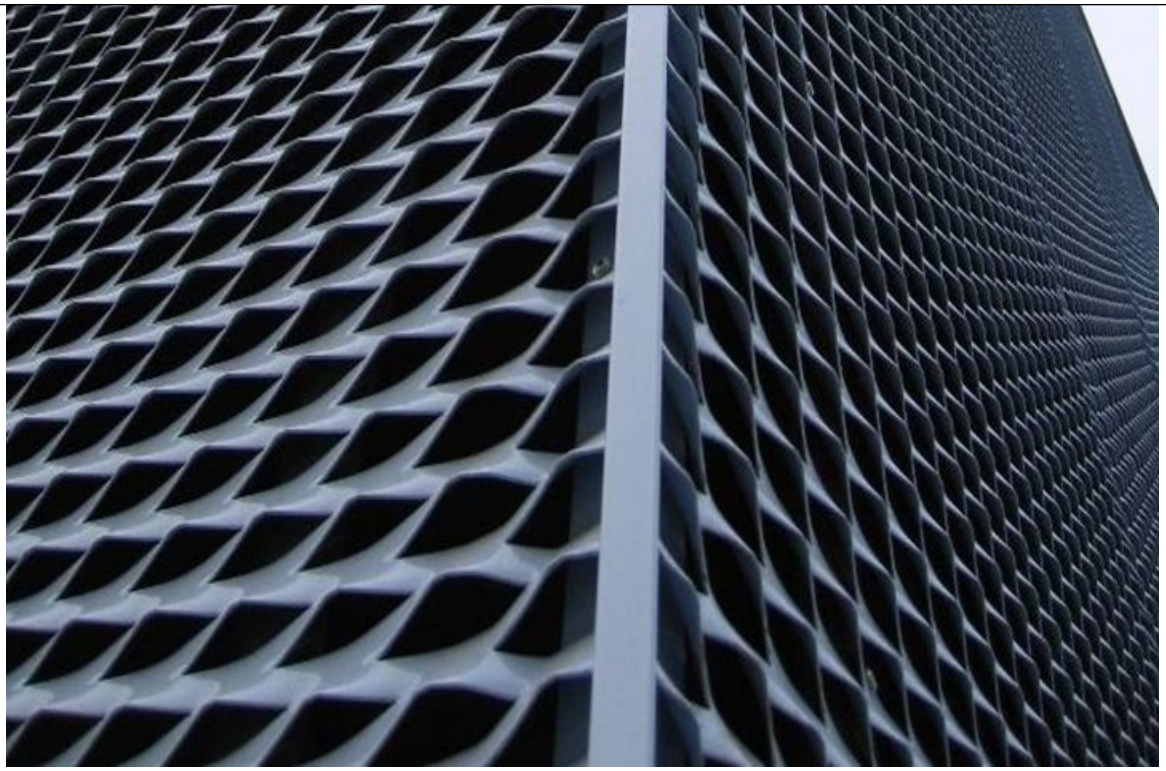
4. Frearson,A., (2016). Herzog & de Meuron's Elbphilharmonie Hamburg announces completion in lights. https://www.dezeen.com/2016/11/01/herzog-de-meuron-elbphilharmonie-hamburg-completed-lights/
5. https://divisare.com/projects/256128-ricardo-bofill-taller-de-arquitectura-corso-i-karlin
6. https://pt.extensible-and-efficient-system-architectures
7. https://www.archdaily.com/963774/la-samaritaine-sanaa-plus-lagneau-architectes-plus-francois-brugel-architectes-associes-plus-sra-architectes
8. https://www.archdaily.com/968792/plumstead-centre-hawkins-brown
9. https://www.archiweb.cz/b/corso-karlin
10. https://www.civictrustawards.org.uk/winners/the-plumstead-centre
11. https://www.londonplanning.org.uk/lp_planning/portland-house-bressenden-place/
12. Karl, van Es., (2021). SANAA complete historic La Samaritaine department store in Paris. https://www.avontuura.com/la-samaritaine-sanaa/
13. Shah, D., (2021). The historic department store La Samaritaine. https://www.stirworld.com/see-features-the-historic-department-store-la-samaritaine-reopens-its-doors-in-paris
14. Smith, J., (2020). Plumstead Centre opens soon – info on pricing released. https://www.fromthemurkydepths.co.uk/2020/01/30/plumstead-centre-opens-soon-info-on-pricing-released/

(٤) نسبة حداثة المصـــــــــادر



٢٠٢٢

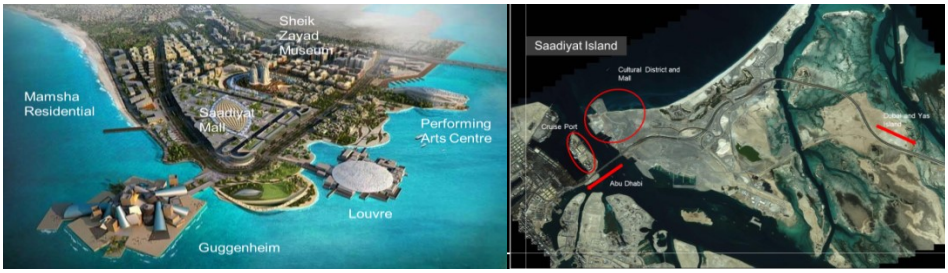
الملاحق



ملحق (١) تفاصيل الدراسه العملية

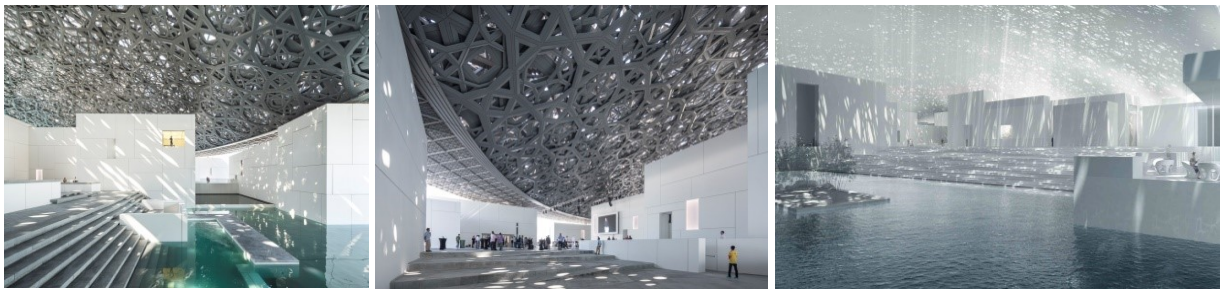
(١-١) متحف اللوفر أبوظبي Louvre Abu Dhabi

متحف مصمم لربط الحضارات والثقافات في جزيرة السعديات ، ويعد متحف اللوفر أبوظبي أول متحف "عالمي" ، يحكي قصة الحضارة العالمية .



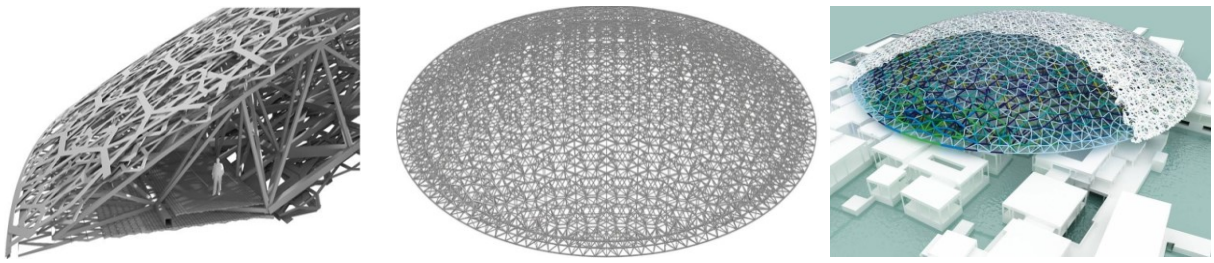
الشكل (١) يوضح الموقع الرئيسي للمتحف اللوفر وعلاقته مع السياق. المصدر : (Ephraim, 2019,p52) .

"مطر الضوء" في متحف اللوفر ، يبدو أن أعمدة الضوء تتساقط من السماء عبر النسيج الفولاذي للقبة



الشكل (٢) يوضح الاضاءه في الفضاء الداخلي لمتحف اللوفر ابو ظبي . المصدر:(Fabbri, R., 2022,p.5).

تتجسد رؤية متحف اللوفر أبوظبي الفريدة في القبة الفولاذية الضخمة تطلبت هندسة ذكية وغريزية واستخدامًا مبتكرًا لـ BIM (إدارة معلومات البناء) لمراجعة التصميم وتحسينه.



الشكل (٣) يوضح القبه الرئيسيه لمبنى متحف اللوفر ابو ظبي. المصدر: (Napoléon, H., 2014, p.5).

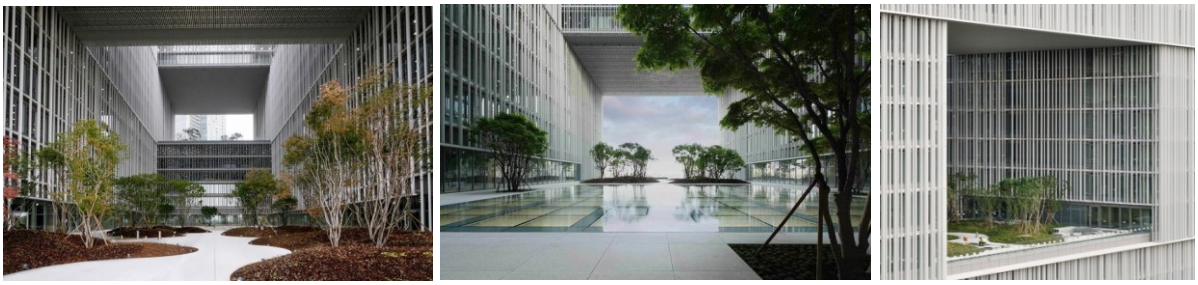
الشكل (٤) يوضح التصميم الداخلي لمبنى متحف اللوفر ابو ظبي.

المصدر :(Musfy, Sosa & Ahmad, 2021,p.174).

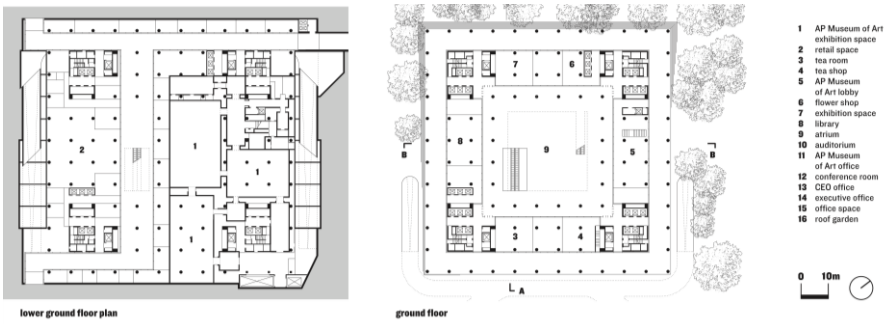
(٢-١) المقر الرئيسي لشركة David
Amorepacific Headquarters / David Chipperfield Architects

شركة Amorepacific في سيول. صممه مكتب ديفيد تشيبرفيلد في برلين ، يقع الموقع داخل وسط المدينة ، على مقربة من منطقة عسكرية أمريكية سابقة ، والتي سيتم تحويلها إلى حديقة ومنطقة أعمال.

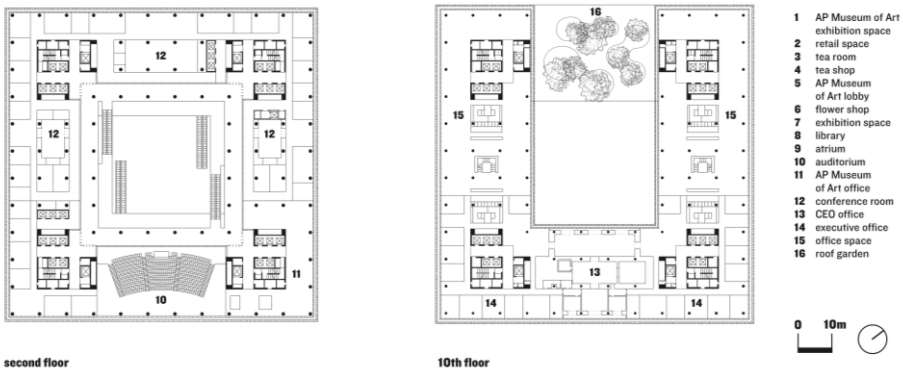
الشكل (٥) يوضح موقع وتفاصيل كتلة المبنى.المصدر: (Lee, 2021,p.207).



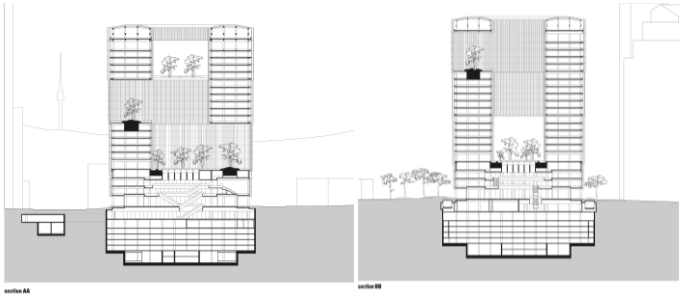
الشكل(٦) يوضح الفتحات البموراميا للمبنى. المصدر: (.Rhyu & Kim, 2018,p.26).



مخطط(١) الطابق السفلي والارضي لمبنى **المقر الرئيسي لشركةDavid** . **المصدر :(Felger, 2019, p.14)**.



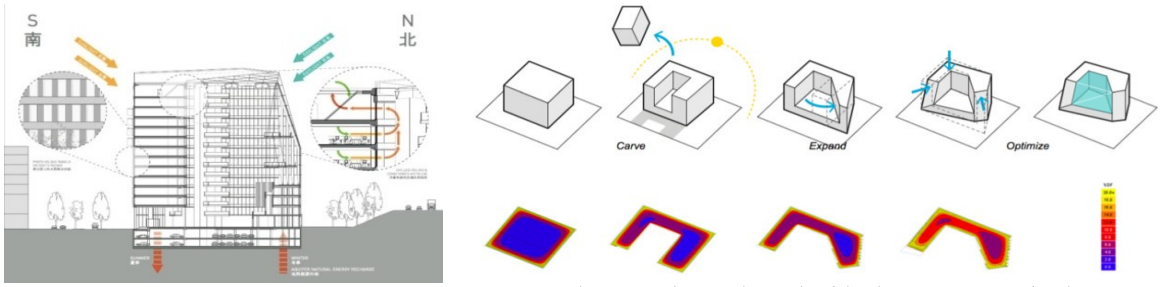
مخطط(٢) الطابق الثاني والعاشر لمبنى **المقر الرئيسي لشركةDavid.** المصدر: (Felger, 2019, pp.15.).



شكل (٧) يوضح مقاطع لمبنى المقر الرئيسي لشركةDavid . المصدر: (Felger, 2019, pp.15.).

(١-٣) مبنى مكاتب Edge The Edge

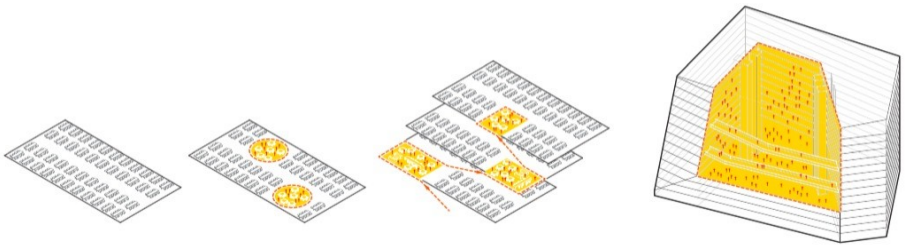
يقع The Edge في وسط حي Zuidas التجاري بأمستردام ، مبنى طموحًا يضع معايير جديدة لتصميم المكاتب في مجالات متعددة ، بما في ذلك الاستدامة والتكنولوجيا وتصميم مكان العمل.



الشكل (٨) يوضح التحليل البيئي لمبنى المكاتب. المصدر:(Jalia, & Ramage, 2018,p.8) .

الشكل (٩) يوضح التصميم الداخلي لمبنى المكاتب . المصدر:(Daisuke & Kaoru, 2019,p.757) .

الشكل (١٠) يوضح التقنيات الذكيه لمبنى المكاتب . المصدر: (Hensel & Nilsson, 2016,p.75.).



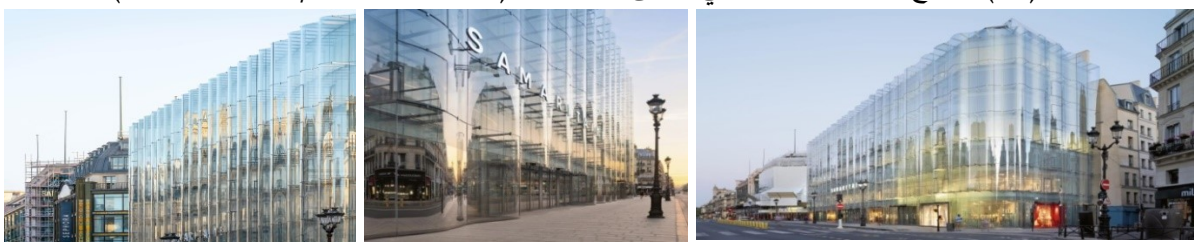
الشكل (١١) يوضح الفراغ الاجتماعي في مبنى المكاتب. المصدر :(Katsikakis, 2017,p.72).

(١-٤) مبنى مركز ليسمارتين La Samaritaine

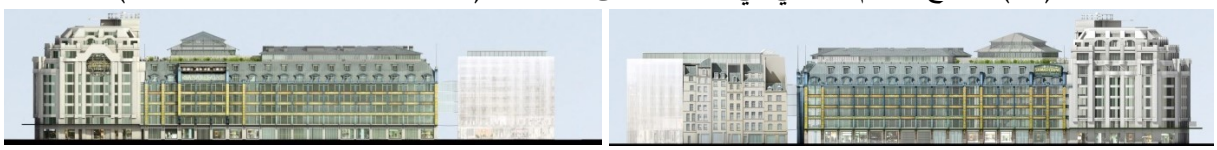
إعادة بناء وإعادة تشكيل وتجديد La Samaritaine في باريس. يؤدي تجديد المتجر الباريسي متعدد الأقسام إلى إنشاء ممر يمر عبر الكتلة الحضرية.تم ترميم السقف الزجاجي الكبير لعام 1907، والمقاطع المنحدرة الموضوعة على مستويين، و تم تغطيت المبنى بزجاج ذكي يتغير لونه عند مرور الضوء.

الشكل (١٢) يوضح ربط بين الكتلتين على مستوى النظام الهيكلي. المصدر:(Shulman, 2022,p.2).

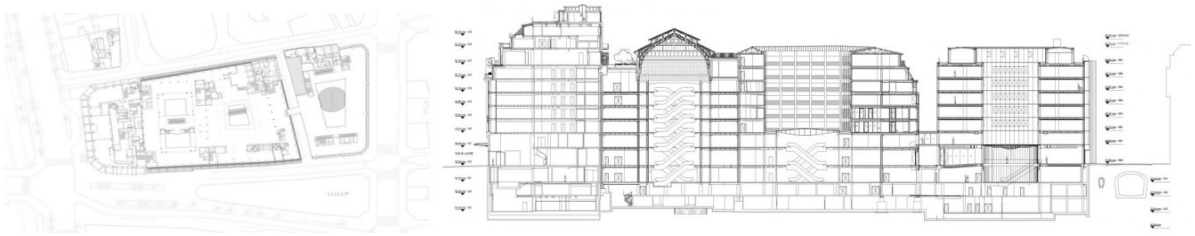
الشكل (١٣) يوضح الفناءات الداخليه في المبنى . المصدر:(archdaily.com/la-samaritaine) .



الشكل (١٤) يوضح النظام الجمالي في غلاف المبنى. المصدر:(Coëffé & Morice, 2020,p.3) .



الشكل (١٥) يوضح تكامل وتكيف واجهة المبنى. المصدر :(Shah, 2021, stirworld.com) .



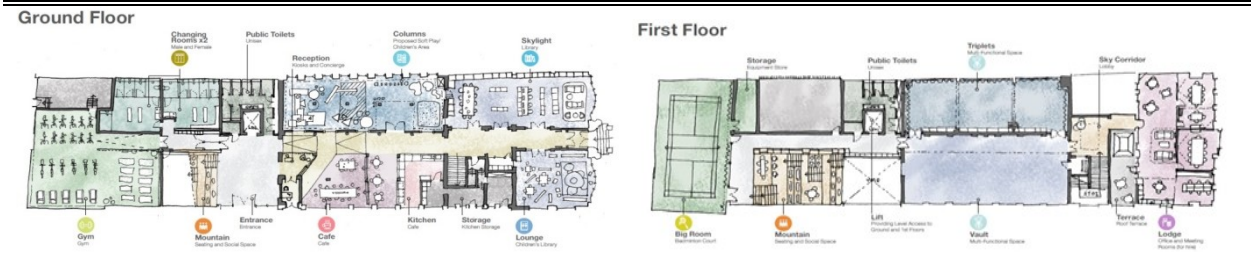
الشكل (١٦) يوضح مقطع المبنى. المصدر : (Shah, D.,2021, stirworld.com) .

(١-٥) مبنى مركز بلومستد Plumstead Library

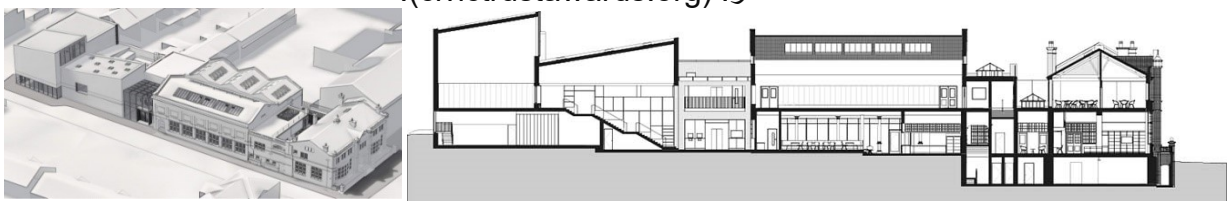
أدت عملية التجديد الرئيسية لمكتبة Plumstead المدرجة من الدرجة الثانية إلى تحسينات للمبنى بالإضافة إلى هدم الامتداد الخلفي في الثلاثينيات ، مما أتاح إنشاء مرفق مجتمعي حديث متعدد الاستخدامات.من خلال تطبيق المخطط الذي يحمي الجزء المدرج من مبنى المكتبة .

الشكل (١٧) يوضح النظام الجمالي للمبنى. المصدر:(Koopman, 2022,p39).

الشكل (١٨) يوضح مرونة التصميم الداخلي. المصدر:(Koopman, 2022,p39).



مخطط (٣) يوضح المخطط الارضي والاول للمبنى على مستوى النظام الهيكلي والوظيفي.
المصدر: (civictrustawards.org).



الشكل (١٩) يوضح مقطع المبنى . المصدر :(archdaily.com/plumstead) .

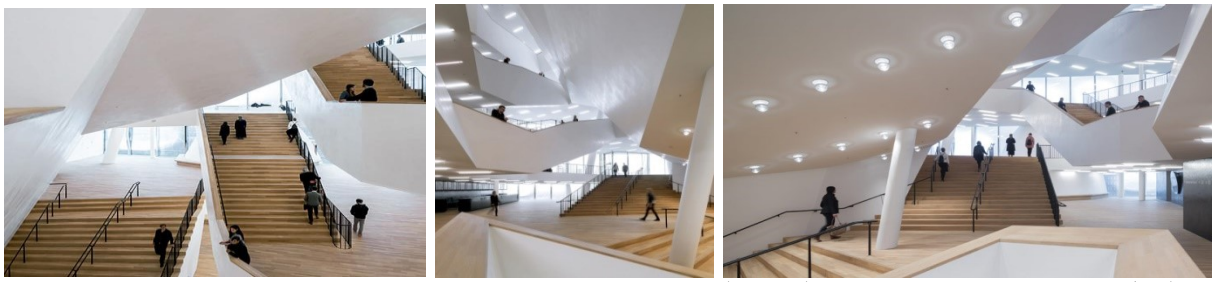
الشكل (٢٠) يوضح واجهة المبنى. المصدر :(archdaily.com/plumstead) .

(٦-١) مبنى مركز الفلهارمونك Elbphilharmonie Hamburg

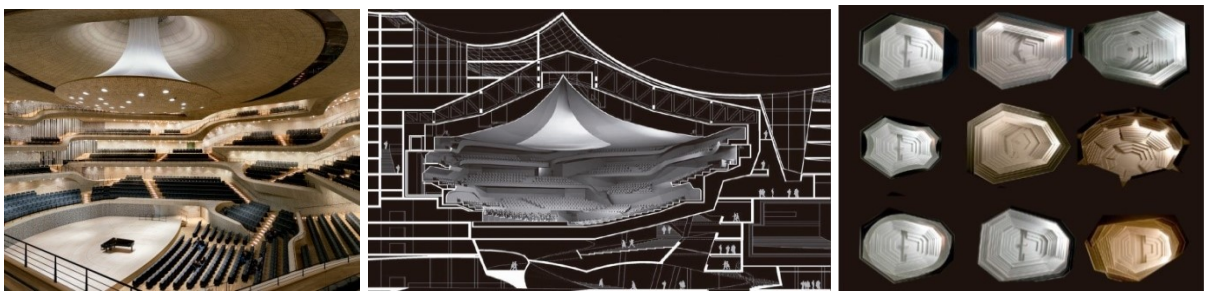
كتلة من الطوب تتميز بصرامة استثنائية وتجريد. يرتفع الفيلهارموني الجديد، على قاعدة ضخمة موجودة في زاوية بارزة من ميناء المدينة المتجدد. يحدد الشكل الرأسي للقاعة هيكل المبنى بأكمله.

الشكل (٢١) يوضح تشكيل كتلة المبنى . المصدر: (Winkelsesser, 2021. Elbphilharmonie,p.728).

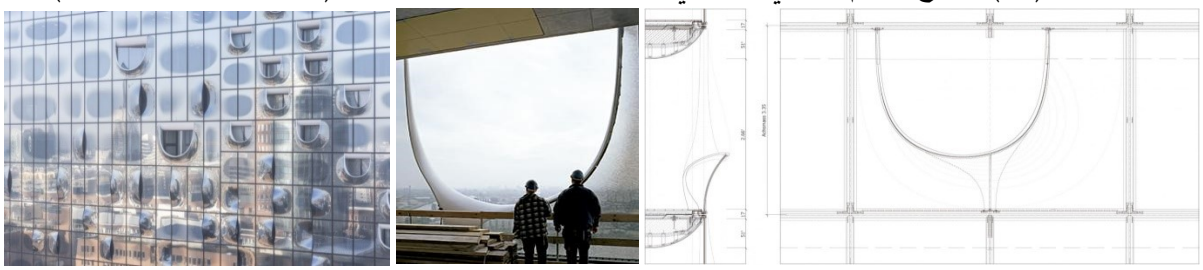
الشكل (٢٢) يوضح مرونة مداخل المبنى. المصدر:(Letana,2018,p2) .



الشكل (٢٣) يوضح انفتاحية طوابق المبنى. المصدر: (Winkelsesser, 2021. Elbphilharmonie,p.729).

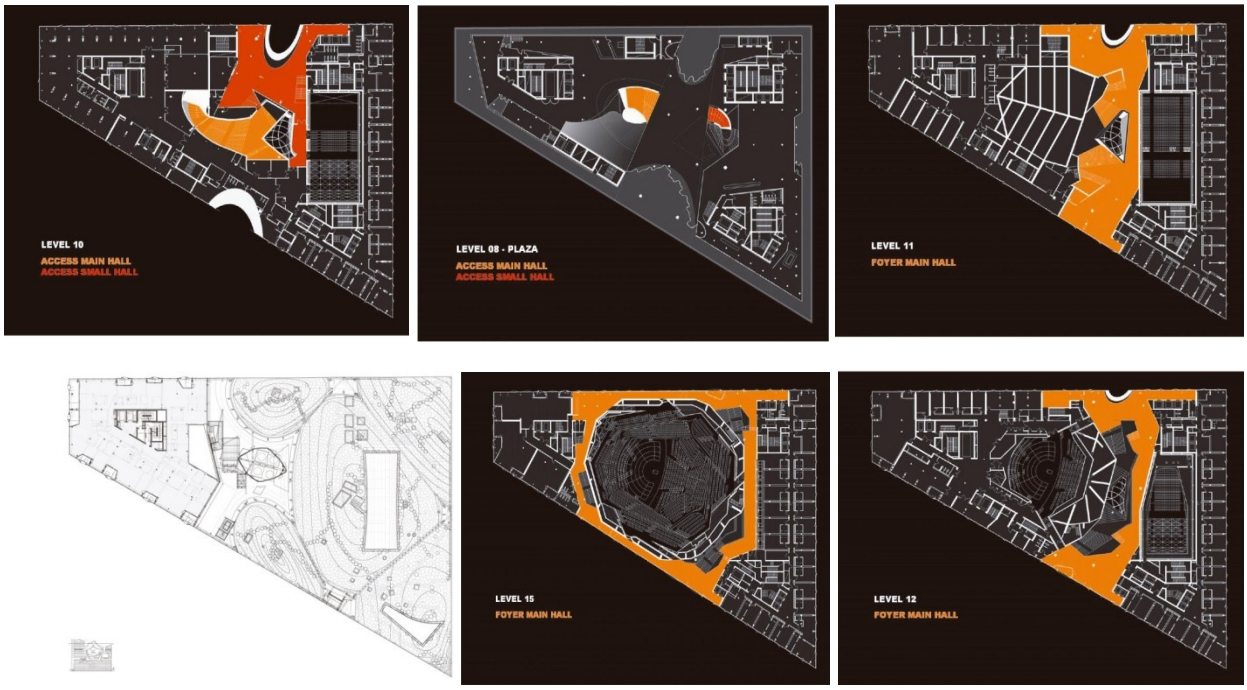


الشكل (٢٤) يوضح النظام الهيكلي والجمالي لقاعة المبنى الرئيسيه . المصدر:(Morselli, 2019, p.18).



الشكل (٢٥) يوضح تفاصيل النظام الجمالي لقاعة المبنى الرئيسيه .

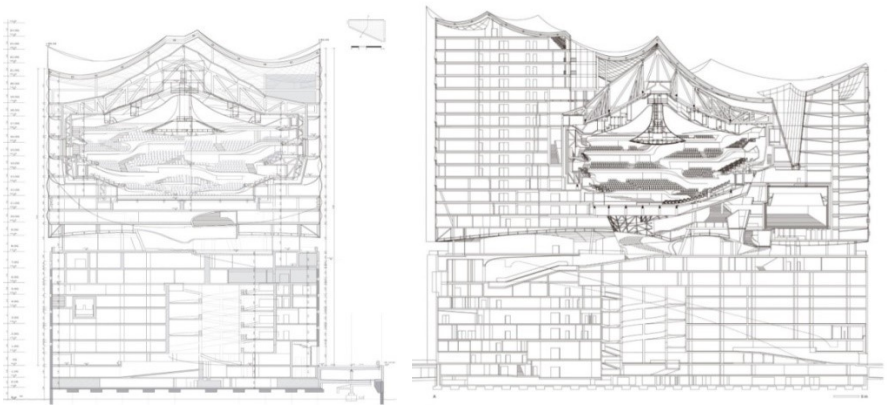
المصدر: الباحثة بالاعتماد على(de Esteban Garbayo, 2018,p53).



مخطط (٤) يوضح مخططات مبنى مركز الفلهارمونك. المصدر:(Morselli, 2019,p.18).

الشكل (٢٦) توضح مقاطع المبنى توزيع النظام الوظيفي على طوابق.

المصدر: (Oguchi, Quiquerez & Toyota, 2018, p.5).

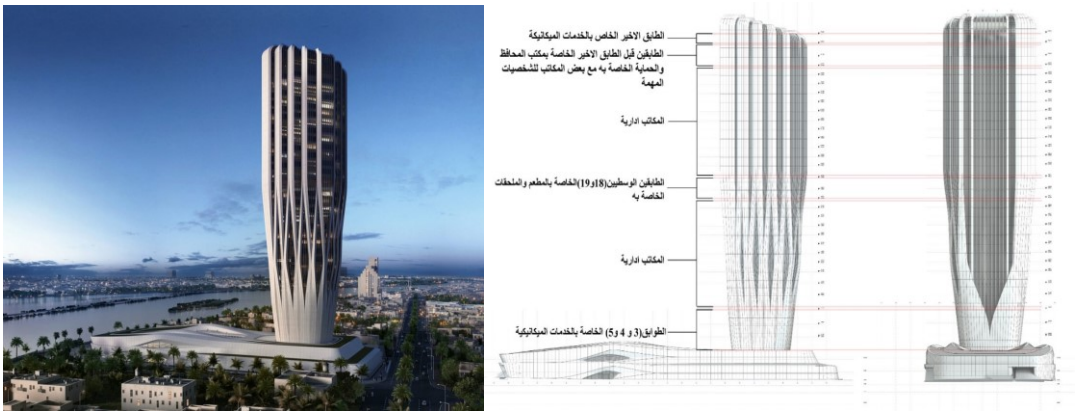


الشكل (٢٧) يوضح مقاطع المبنى.المصدر:(Morselli, E., 2019, p.16).

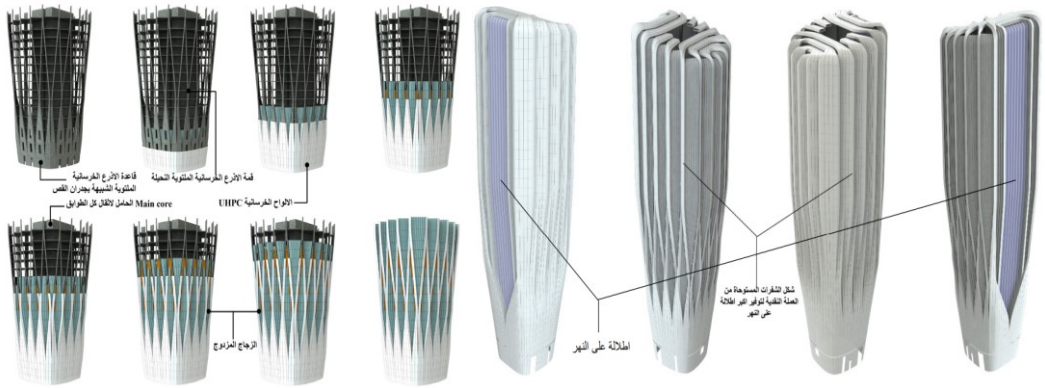
ملحق (٢) مبنى البنك المركزي العراقي Central Bank of Iraq

انطلاقاً من الضفاف المنحدرة لنهر دجلة في بغداد ، ينقل تصميم المقر الجديد للبنك المركزي العراقي (CBI) القيم الأساسية في قلب المؤسسة: الصلابة والاستقرار والاستدامة.

الشكل (١) يوضح موقع مبنى البنك المركزي العراقي. المصدر:(Almaamouri, 2019 ,p.494).



الشكل (٢) يوضح واجهة البنك المركزي المصدر: (Jafar, Hassan & Jawad, 2022,p.4).

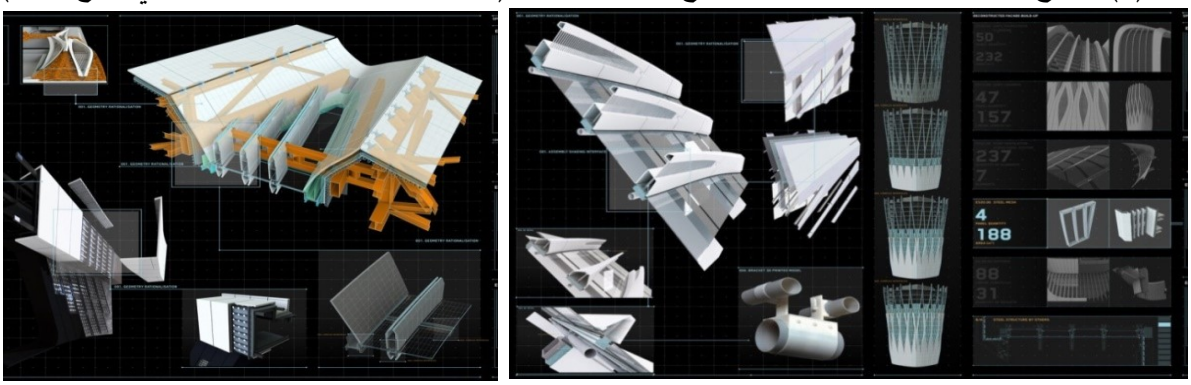


الشكل (٣) تفاصيل النظام الانشائي لكتلة برج مبنى البنك المركزي.المصدر: (جواد،٢٠١٥، صـ١١٦).

الشكل(٤) يوضح النظام الجمالي لغلاف كتلة مبنى البنك الملركزي وعلاقته مع سياق التقليدي.

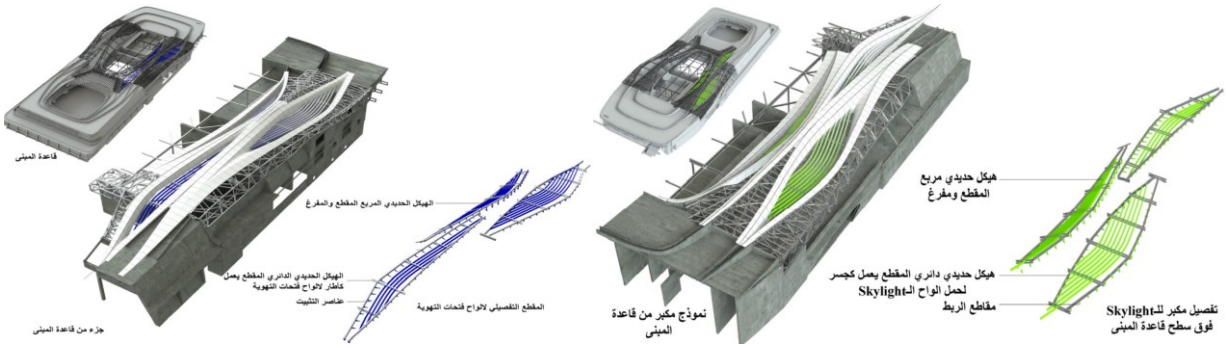
المصدر: (Ayead & Al-Tameemi, 2022,p8).

الشكل (٥) يوضح مراحل انشاء كتلة المبنى على واقع الحال.المصدر: (الباحثة من خلال المكتب المتوفر في موقع البنايه).



الشكل (٦) يوضح تفاصيل الانشائيه لقاعدة وبرج مبنى البنك المركزي العراقي.

المصدر:(Aatty & Al Slik, 2019, p.8) .



الشكل (٧) يوضح الهيكل الحديدي الحامل لكاسرات الشمس والاسطح الخضراء لسطح قاعدة المبنى .
المصدر: المصدر: (جواد،٢٠١٥، صـ١١٦).

Indicators of Spatial Adaptation in Intelligent Architectural Systems

Israa Mohsin Kadhim Al-Janabi Asst.Prof.Dr.Rashaa Malik Musa Al- Khafaji
israa.mohsin.engh282@student.uobabylon.edu.iq Eng.rasha.malik@uobabylon.edu.iq

Abstract:

The term adaptation is considered as a standard practice in the human world, however, it is often imposed because of the undesirable external changes. As a result some common problems in the intended building systems which concern with the functional, structural and aesthetic aspects appear. Owing to the rapid scientific progress, the trend towards intelligent design methods and the use of intelligence technologies, traditional architectural methods and solutions have become unable to tackle those changes. Accordingly, the need towards different directions and fields of adaptation has emerged. Some of these are related to the adaptation to the environment, which includes the behavioral and formal adaptations, adaptation to the functional re-use as well as the spatial adaptation which is the concern of the study. The separation of the newly designed buildings from their context leads to the appearance of unique structures characterized by their technical intelligence systems, and the buildings and their user behaviors are subjected to the machine control. Due to the scarcity of the studies that deal with the concept of the study under discussion, this study comes to light to focus on enhancing the relationship between man, architecture and the place which considers as a basic relationship in the process of design on one hand.

On the other hand, the study also concerns with the spatial adaptation by using intelligence systems, and the extent to which its effect on achieving harmony between design intelligence and smart technical intelligence. In light of this, the study focuses on clarifying the importance of overlapping the design intelligence with technical intelligence and their impact on the building structure in responding and adapting to the expected and unexpected changes. Additionally, the current study defines the framework for the indicators of the spatial adaptation by extrapolating a number of international buildings and measuring the degree of the spatial adaptation and building systems intelligence by relying on a set of mathematical equations and formulas.

Key words: Adaptation, Spatial Adaptation, Design Intelligence, Smart Technical.

Republic of Iraq
Ministry of Higher Education
and Scientific Research
University of Babylon
College of Engineering
Department of Architecture engineering

Indicators of Spatial Adaptation in Intelligent Architectural Systems

A Thesis
Submitted to the College of Engineering / University of Babylon in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master in Science Engineering / Architecture Engineering

By

Israa Mohsin Kadhim Muttaleb Al-Janabi

Supervised by

Asst. Prof. Dr. Rashaa Malik Musa Al- Khafaji

2022A.D. **1444 A.H.**