

التطور التكنولوجي للعمارة وأثره على التصميم الداخلي التفاعلي للحيزات The development of architectural technology and Impact on the interior design of interactive spaces

د. مي أحمد فخرى فرحات موسى

دكتوراه في الفنون الجميلة - قسم ديكور شعبية عمارة داخلية، كلية الفنون الجميلة - جامعة الإسكندرية، الإسكندرية - جمهورية مصر العربية،
Maijojo2010@hotmail.com

كلمات دالة Keywords:

التصميم التفاعلي
Interactive Design
الأسطح التفاعلية
Interactive Surfaces
المواد الذكية
Smart Materials
الانظمة الافتراضية
Virtual Systems

ملخص البحث Abstract:

تناقش ورقة البحث هذه تأثير التطور التكنولوجي للعمارة وظهور (العمارة التفاعلية) كأتجاه من إتجاهات العمارة الحديثة و أثرها في تشكيل حيزات داخلية ذكية تفاعلية ، وذلك لتفاعل و تجاوب محددات الفراغ الداخلي مع الإنسان ، وتأثيرها على العمارة الداخلية بالإيقاع العلمي والتكنولوجي لهذا العصر، وأن المصمم هو الذي يقوم بتركيب العناصر وربطها مع بعضها البعض مستندا لأساليب ونظريات تكنولوجية ليخرج لنا في النهاية تصميم يرتبط فيه الشكل بالوظيفة . وبالرغم من أن التصميم الداخلي يهيئ البيئة الداخلية لتلبي متطلبات الفرد إلا أن شعور الإنسان بنوع من عدم التجاوب مع هذا التصميم بمرور الوقت ينتج عنه إحساس بالرتابة والملل كذلك فإن تغيير الغلاف المعماري الخارجي نظرا لظهور التقنيات الحديثة يؤدي بدوره إلى تغيير في طبيعة الفراغ الداخلي للمنشأ وبالتالي طبيعة إدراكه والاستجابة معه ومن هذا ينبثق الأتجاه إلى تصميم اغلفة أو فراغات داخلية تستجيب تبادليا أو تتكيف مع الإنسان قاطن الحيز . ويظهر اتجاه التصميم الداخلي التفاعلي Interactive Interior Design وجدت حلقة الوصل وذلك من خلال التجاوب الحسي لمحددات الفراغ الداخلي ، فظهرت السطوح ذاتية التنظيف والحوائط الغير مرئية والتراكيب ذاتية الاستنشاخ وهذه التقنية أوجدت جيل كامل من المواد الذكية والتي تتميز بالقوة وخفة الوزن وأيضا هذه التقنية بدورها تخلق فراغ داخلي خالي من الأسلاك Wireless وهذه المواد الذكية The smart material فهي عبارة عن مواد تتغير لتتجاوب مع البيئة المحيطة فأصبحت بعض المواد تحتوي على حاسبات متناهية الصغر يمكنها إرسال إشارات أو الطلاء الذي يقاوم الميكروبات وما إلى ذلك من مواد تقنية حديثة تواكب هذا الإتجاه الحديث في العمارة، ومن خلال تطبيق هذا الإتجاه الحديث في تصميم الداخلي نجد أنه أحدث ثورة هائلة في مجال التصميم الداخلي وذلك من خلال تطبيقات المواد الذكية المستحدثة والتي تعمل على التجاوب مع مستخدم الحيز الداخلي فهذا الإتجاه حول استعمال التقنية على مستوى اجتماعي متكامل في التصميم يستكشف حاجات انسانية ضمن سياق التقنيات المتجاوبة

Paper received 5th April 2020 Accepted 27th May 2020, Published 1st of July 2020

مقدمة Introduction:

إن هدف مصمم العمارة الداخلية هو الوصول الى أقصى درجات الراحة بالنسبة لمستخدم الحيز الداخلي وذلك من خلال تحقيق عنصرين أساسيين هما الشكل والوظيفة ومن خلال تحقيق هذين العنصرين لانجد الحيز الداخلي حقق أقصى درجات الراحة المطلوبة للإنسان داخله وذلك لوجود حلقة وصل مفقودة وهي التجاوب فأصبحت محددات الفراغ في صورة جامدة لا تتجاوب مع فلسفة التصميم في الإرتكاز على الرغبة البشرية في التعامل مع محددات الحيز الداخلي في صورة أكثر إيجابية و أكثر تجاوبا مع متطلبات الفرد داخل الحيز الداخلي .

إن التصميم المعماري طوال القرون الماضية حتى نهاية القرن ال 20 وذلك عندما حدثت تلك الثورة الهائلة في عالم الإلكترونيات وماتبعها من تطور في وسائل الاتصالات كما قد أدى التطور في عالم الإلكترونيات التي تطور سريعا سواء على مستوى تطور أجيال أجهزة الحاسب الآلي من حيث القدرات والسرعات (سعة تخزين المعلومات الهائلة في جهاز صغير الحجم - السرعة الهائلة في البحث عن المعلومة - سهولة الإستخدام) وتطور برامج التشغيل (operation system) والآن بدأ العالم في إستخدام الألياف الضوئية (fiber optics light) محل الأسلاك النحاسية مما سبب في زيادة حجم وسرعة إنتقال المعلومات فظهرت مفاهيم فراغية معمارية ومصطلحات لم تكن نداولها من قبل .

أما في مجال العمارة والتصميم الداخلي فقد أحدثت تلك التقنية ثورة في هذا المجال ولمعرفة مدى التطور ومقدار التحولات الحادثة كان لابد لنا من معرفة الدور الذي تلعبه " النانوتكنولوجي " في تطوير تكنولوجيا المواد والذي أدى بدوره إلى تطوير أسلوب الإنشاء وشكل البناء خارجيا وداخليا مما منح المصمم حلول وتأثيرات لم تكن مطروحة قبلا ألا في إطار الخيال ، فظهرت السطوح الذاتية التنظيف ، الحوائط الغير مرئية التراكيب الذاتية

الاستنشاخ إلخ وهذا بالطبع هو بمثابة نقطة بداية سيظهر أثرها الضخم خلال العقدين القادمين ، وسيشهد ذلك في ظهور بعضالاتجاهات الحديثة في هذا المجال، ولقد أسهمت تكنولوجيا النانو في التأثير على المحيط التفاعلي الحسي للفراغ الداخلي بما قدمته لنا من تطور في مجال تكنولوجيا المواد وما طرحته من خيارات ما بين العديد من المواد الذكية السالفة الذكر ، مما شجع المصمم الداخلي على دمج الأسطح التفاعلية المتغيرة ضمن منظومة التصميم الداخلي.

مشكلة البحث Statement of the problem:

إن محددات الفراغ لا تتجاوب بصورة فعالة مع فلسفة التصميم لتلبية احتياجات الفرد المتخصصة داخل في الحيز الداخلي .

هدف البحث Objective:

وصول المصمم إلى أقصى درجات الراحة و الأمان لمستخدم المبنى وذلك من خلال التعامل مع محددات الفراغ الداخلي في صورة أكثر مرونة مليئة احتياجاته داخل الحيز و ذلك من خلال تطبيق الإتجاهات الحديثة في التصميم الداخلي .

أهمية البحث Significance:

تحقيق تصميم يحقق إستراتيجيات التصميم التفاعلي و تلبية المتطلبات التصميمية للحيزات الداخلية و كذلك تحقيق أقصى درجات الراحة و الأمان للفرد مستخدم الفراغ، ويهدف البحث إلى محاولة الوصول إلى تأسيس دليل ارشادي (Guidance line) يرتكز على مبادئ التصميم المتجاوب ليكون مدخلا رئيسيا أثناء عمليات تصميم المباني و المنشآت مما يدعم من أدائها بتوفير بيئة تفاعلية للإنسان داخلها و يحافظ على البنية خارجها ، مما يرسخ مفاهيم تصميمية تساهم في إنشاء مباني تراعي التفاعل و تعزز من اساليب خفض استهلاك الطاقة ، مع تحاشي المخاطر التي تتوالد في المستقبل.

منهج البحث Methodology :

بضخم الخبرة المكانية the Experience of the space فنظام الحركة kinetic system تم تطبيقه في فن العمارة لسبب معين وهو خلق مستوى من التفاعل مع العلاقة المستقلة للإنسان والبيئة التي يعيش فيها .

فمعظم الأبنية كما نعلم هي كتل معمارية ثابتة بدون حركة Architectural objects without Movement ، وترى هذه الأبنية صامتة وثابتة ولكن الأشياء المتحركة kinetic objects يتم النظر إليها بشكل مخالف حيث لا يمكن توقعها في كل مرة وهي ليست ثابتة بل في حركة مستمرة ، لذا يتم تعريف فن العمارة الحركية ذات التصميم الديناميكي Kinetic Architecture على أنها ابنية أو مكونات بنائية تحمل متغيرات ، وإن تطبيقاتها الخاصة متنوعة وتشمل تطبيقات جديدة وتنشأ عن نماذج متغيرة للتفاعل البشرى مع البيئة المنشأة .

ويمكن للبيئة ان تتفاعل مع الإنسان من خلال ثلاث طرق:

- انظمة تفاعلية تصف البيئة التي يستغلها الإنسان .
- انظمة تعرف وتبدل المكان وفقا لاحتياج الإنسان .
- انظمة تتواصل مباشرة مع الإنسان وتسمح بالتواصل بين الأفراد .

ففن العمارة التفاعلية اصبح ممكن من خلال إستخدام وحدات التحكم الدقيقة MICRO- CONTROLLERS والمجسات Sensors والمركبات actuators ، فالتقدم في الهندسة الميكانيكية والكهربائية والتحديد في المواد واساليب التصنيع مثل التحكم في تصنيع الكمبيوتر جعل العديد من الأفكار الموجودة في مجال عمارة الحركية Kinetic architecture سهلة التنفيذ وقيد الاستخدام فالأنظمة التفاعلية التي ترسم البيئة وتطورها يمكن أن تكون من إحدى الجمليات المضافة للهيكل المعماري ، وتوصل هذه الانظمة مساحة واسعة من المعلومات عن البيئة المحيطة بالبناء أو مكونات البناء وتتعرف معظم هذه الأنظمة على أماكن تواجد الناس وتعرضها إلى حد ما على الملء .

لذلك فإن هذا النظام the interactive system يهتم بتحديد أماكن تواجد الناس، وانشطتهم فنظام الـ interactive facade أو الواجهات التفاعلية على سبيل المثال الذي انشاه مايكل فوكس Michael fox واكسل كيليان Axel Kalian يعد مثل رائع على رد فعل البيئة للأنظمة يتم التحكم بها عبر نموذج بشرى، ويعتمد على المعلومات التي تختزنها للعرض العام، ونظام الـ interactive facade يعزز التفاعل المباشر بين فن العمارة architecture والإنشاء installation والأنشطة في الشارع فعلى سبيل المثال المجموعه المكونه من 160 موجه الملنقة حول بناء معمارى في وسط ولاية مانهاتن ، فحينما يركز الرائي على الهيكل المعماري فإنه سيرى تداخل الأفراد في حين تحركهم خلال المبنى ، وهذا المشروع ينتمى الى نظام kinetic الحركى الذى يصف البيئة .

1. المنهج الاستقرائى لفهم أساسيات العمارة التفاعلية فى التصميم والقواعد والاتجاهات المرتبطة به.
2. المنهج التحليلى و المقارن لدراسة كيفية تطبيقات الاتجاهات الحديثه فى التصميم الداخلى التفاعلى.

مفهوم التصميم الداخلى التفاعلى

بالرغم من أن التصميم الداخلى هو عملية تهيئة كيان تشكيلي وظيفي يلجأ الإنسان إليه بكل حواسه ومتطلباته ومعه القوى البيئية المحيطة به إلا أن شعور الإنسان بنوع من عدم التفاعل مع هذا التصميم بمرور الوقت ينتج عنه إحساس بالرتابة والملل كذلك فإن تغيير الغلاف المعمارى الخارجى نظرا لظهور التقنيات الحديثة يؤدي بدوره إلى تغيير فى طبيعة الحيز الداخلى للمنشأ وبالتالي طبيعة إدراكه والتفاعل معه ومن هنا انبثق الإتجاه لتصميم اغلفة envelopes كذلك فراغات داخلية interior spaces تتفاعل تبادليا أو تستجيب أو تتكيف مع الانسان مستخدم الحيز ولقد اسهمت تكنولوجيا النانو فى التأثير على المحيط التفاعلى الحسى للحيز الداخلى بما قدمته لنا من تطور فى مجال تكنولوجيا المواد وما طرحته من خيارات ما بين العديد من الخامات الذكية ، مما شجع المصمم الداخلى على دمج الأسطح التفاعلية المتغيرة (سواء عن طريق الحرارة – الضوء – الموجات الصوتية- الحركة – أو الأنفعالات) ضمن منظومة التصميم الداخلى ، وسندرس ذلك بالتفصيل لاحقا فى سياق دراسة تكنولوجيا النانو.

تصميم الانظمة الافتراضية

إن معظم ابحاث التفاعل المكانى تمت على يد غير المماريين فاصحاب التكنولوجيا فى معامل الأبحاث المتخصصة أو التجارية يعملون على تطوير الأنظمة المستجيبة Responsive systems والتي تسمح للأفراد بالتفاعل مع المساحات spaces وعلى سبيل المثال هناك الحوائط التي تعرض عليها الصور interactive walls والوحدات التي يمكن التحكم فيها عن بعد عن طريق وحدات الاستشعار الذكية intelligent sensors وهذا التطور يبرز سؤال حول دور المصممين حيث أن المستخدمين وأدوات الإستجابة فى البيئة التفاعلية تسمح للأفراد أنفسهم بتولى دور البطولة فى تصميم وخلق مساحاتهم .

إزالة حاجز الاتصال بين الانسان والبيئة المنشأة ... مدخل العمارة التفاعلية :

إن الطبيعة تعد حالة ثابتة من التدفق والتغير Flux فالغالبية العظمى من البيئة المنشأة ثابتة تماما، ومعاكسة للتغيرات المتواصلة فى البيئة الطبيعية ، وبالمقارنة بالطبيعة فإن الطفل دائما فى حالة متحركة وديناميكية فهو يتحرك ويتغير ويشعر ويرد على الأشياء المحيطة،و هو فى حالة نشاط دائم .

وتختلف الخصائص البشرية للطفل والخصائص العامة للأبنية التي يشغلها الأفراد، مما يخلق حاجز بين الاثنين (الانسان – الطبيعة) وهذا الحاجز يعوق مستوى التواصل والاستجابة بين الإنسان والبيئة الصناعية المنشأة فإن كان لابد من إلغاء هذه المعوقات فإن هذه البيئة المنشأة تستطيع التكيف مع الإنسان وإحتياجاته مما



(مخطط ١) يوضح الدراسات السابقة لتطبيقات التفاعل

ومن خلال إستخدام المجسات sensors فإن واجهة النظام لها | المقدرة على كشف الحركات الموجبة الرقيقة بالاسفل ومحاكاتها

ليقوم بدوره بتنظيم القطع الخشبية لتعطي انعكاس الجسم المتواجد أمام الكاميرا تماما كتأثير المرآة. مرآة الخشب تتفاعل مع الأجسام الموجودة أمامها وتعكس صورته مشابهة لها تمكن المصمم الداخلي من استخدام العديد من المواد في الأسطح المشكلة للحيز الداخلي التفاعلي، ما كان يمكن استخدامها لولا تقنية النانو التي مكنته من ذلك ، فكان باكورة ما قدم في هذا المجال ، ابتكار المصمم دانيال روزين Daniel Rosen عام 1999م ، المرأة خشبية " Wooden Mirror " والفكرة الأساسية في هذا التصميم تعتمد على تحويل الأسطح من مواد عادية لأسطح رقمية ، بعد تطوير خصائصها عن طريق النانو تكنولوجيا والتحكم فيه بتوصيلها بخلايا إلكترونية دقيقة .

لخلق شكل بياني والذي يصور منشأة مانهاتن وللتعمق أكثر في دراسة التصميم التفاعلي وفهم ماهية الحيزات التفاعلية وابعاد التحكم بها يتوجب علينا أولا التعرض للدراسات السابقة ، والنظريات التي قام بها المصممون في مجال التصميمات التفاعلية .

المرآة الخشبية

المرآة الخشبية – إبتكار وتصميم الفنان (Daniel Rozen) المتخصص في التصميم التفاعلي الذي جمع ما بين التقنية وما بين الفن التشكيلي في كل أعماله الفنية تتكون هذه المرآة الخشبية الرائعة من ٨٣٠ قطعة خشبية صغيرة يتحكم بها بواسطة محرك صغير وتوجد كاميرا في وسط المرآة تجمع معلومات عن الأشكال المتواجده أمامها وترسلها إلى معالج مضمن داخل العمل الفني



(شكل 1) مرآة الخشب تتفاعل مع الأجسام الموجودة أمامها

"unit" والتغير الذي يطرأ على شكل السطح في النهاية نتيجة تفاعله مع المؤثر هو المخرجات "the outputs" .

المظلة المتجاوبة

إن التصميم الذي نفذه المصمم " مايكل فوكس Michael Fox " هو إحدى تطبيقات التصميم الداخلي التفاعلي ، والذي أطلق عليه " المظلة المتجاوبة Responsive Awning " و تعتمد فكرة عملها على حركة متسلسلة لبعض الأنابيب التي تندفع من سطح الحائط و تتحرك عن طريق " Micro Motors " في كل من الإتجاه السيني والصادي وتكمن أهمية هذا التصميم كونه يستخدم كوحدة لعرض بعض الأجهزة و الآلات في المعارض أو كاسرات لأشعة الشمس وتحديد أبعادها وإتجاه حركتها يتوقف على المساحة التي تظللها على حسب طبيعة إستخدامها .

وقد إستخدم المصمم 144 كتلة من الخشب المعالج بتقنية النانو متصلة بـ "Cells Micro Controllers" مع تسليط مصدر ضوء عامودي على هذه المرآة وتتحرك كل كتلة منها على محور دائري حسب كمية الضوء التي تستقبلها أو التي تقع عليها، فتحول السطح الخشبي وكأنه مصفوفة رقمية كما يوضح (شكل 1) .

ولقد طور بالفعل هذا التصميم فيما بعد بإستخدام مواد أخرى على أبعاد ومساحات أكبر في التصميم الداخلي ، وبعض الواجهات الخارجية على حد سواء ومن الملاحظ أن التصميم الداخلي التفاعلي هو بمثابة عملية معالجة "Processing" والمدخلات فيها "the inputs" هي المؤثرات التي تعمل على تغيير شكل السطح كالحرارة ، الضوء ، الموجات الصوتية ، الحركة أو الأنفعالات ، والأسطح التفاعلية تمثل وحدة المعالجة " The Processing



(شكل 2) يوضح فكرة عمل الحركة المتسلسلة لبعض الأنابيب التي تندفع من سطح الحائط و تتحرك عن طريق " Micro Motors "

ومصدر اضاءة علوى وعندما يتحرك أو يقترب مستخدم الفراغ من هذا السطح فإن ظلاله تسقط على السطح كصورة " Image " فتندفع المكابس بمساعدة الـ " Micro Controllers Cells " الى الأمام (ضمن فراغ المستخدم وليس العكس) فتتحرك بدورها الرقائق المعدنية المرنة موحية للواقف أمام المسطح وكأنه يتجاوب و يتفاعل معه.

السطح الفائق

لقد قام المصمم " مارك جوثورب Mark Gaul Thorpe " بتطوير هذا التصميم بتنفيذ مسطح رأسى كحائط تفاعلي " Inter Active Wall " و أطلق عليه " The Hypo Surface " وفي تصميمه هذا يعتمد على سلسلة من المكابس يثبت في نهايتها معدن مرن وتتصل تلك المكابس بـ " Micro Controllers Cells "



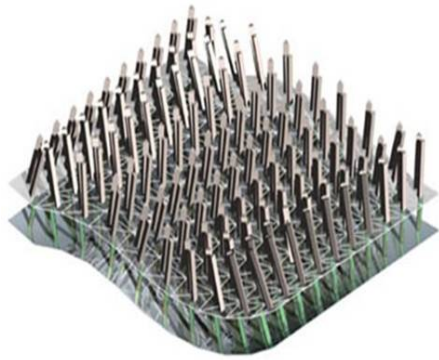
(شكل 3) يوضح مجموعة من الشاشات التفاعلية التي تعيد تشكيل نفسها بناء على الحركة أو الصوت

وحاسة الأبصار دون اللمس سواء لدقة الأجزاء في تصميم المرآة الخشبية " Wooden Mirror " أو للخطورة الناجمة عن لمس المكابس أثناء اندفاعها في تصميم الـ " The Hypo Surface " أو لبعد الأجزاء كما هو عليه الحال في تصميم " المظلة المتجاوبة Responsive Awning " وهو ما دفع المصمم لتطوير تلك التطبيقات كي يتمكن المتلقي من إستخدام الحواس الأخرى كحاسة السمع وحاسة اللمس التي يميل كل من المبصر و الكفيف لإستخدامها في تفاعله مع الأسطح المحيطة به .

وهو حائط تفاعلي فائق هو إعادة التشكيل الشاشة بشكل حيوي حيث ينتشر بسرعة حساب الكمبيوتر لمصفوفة من المحركات (المكابس الهوائية 896) وهو يستجيب إلى أي مدخلات رقمية (الصوت والحركة، والإنترنت، الخ) كما يوضح (شكل 3)، كما يوجد مصدر إضاءة اعلاه .

الجلد ذو الأهداب الفائقة

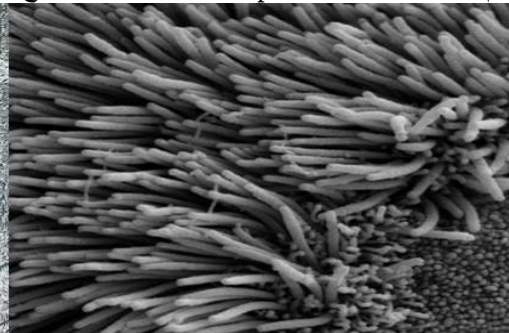
وبالرغم من أن تلك التصميمات أثبتت نجاحها في كثير من التطبيقات في مجال التصميم الداخلي إلا أنه ظل هنالك ما يشوبها حيث أن التفاعل الحسي بينها وبين مستخدم الفراغ يعتمد على



(الشكل 4) يوضح صفوف " Super Cilia Skin " وتتكون من الشعر أو اللباد

المنحية حيث أن طبيعة تثبيتها تجعل حركتها حرة بالنسبة للجاذبية الأرضية . ومن هذا المنطلق وضع " هايس رافل Hayes Raffle " ابتكاره " The Super Cilia Skin " الجلد ذو الأهداب الذي صممه و طوره بعد أن اقتنسه من العالم البيولوجي المحيط به محققا فيه التفاعل الحسي في التصميم عن طريق اللمس وفكرة التصميم تعتمد على محاكاة تأثير الرياح عندما تهب على الحقول ، كذلك فإن الفكر التصميمي لـ " هايس رافل " تأثر بإهتزاز الأهداب والشعيرات داخل أغشية الأذن نتيجة الموجات الصوتية ، وكان أحد معايير التصميم الذي يريد تحقيقه هو تعدد وسائل التفاعل الحسي مع هذا التصميم .

وتتكون " The Super Cilia Skin " من صفوف من الشعر أو اللباد محشوة داخل غشاء رقيق مرن ويوجد أسفل كل منها مغناطيس صغير و هذه الرؤوس تمثل الأهداب " The Cilia " وهي مثبتة على " Computer Controlled Electro Magnets " صفوف من المغناطيس الكهربى الذى يمكن التحكم فيه عن طريق حواسب دقيقة تعمل على تعديل وتغيير المجال الكهرومغناطيسى عند تعرضها لمؤثر خارجى كاللمس أو الموجات الصوتية حسب برمجة الحاسب و وهذا المجال الكهرومغناطيسى المتغير يؤدي بدوره تغير إلى حركة الأهداب في اتجاهات مختلفة ، ونظرا لمرونة الغشاء الرقيق المكون للأهداب فيمكن إستخدام الـ " The Super Cilia Skin " فى الأسطح



(شكل 5) يوضح أرضية الـ " S.C.S " التي يمكنها أن تسجل خطوات السير فوقها

وبالرغم من التركيب المعقد للـ " The Super Cilia Skin " | إلا أن سطحها ذو اللمس المخملي شجع المصمم " هايس رافل "

قائمة ببساطة على لوحين من الزجاج الشفاف بينهما فراغ يحوى كرات "Matrix" صغيرة من الفوم الأبيض وتوجد على إحدى لوحين الزجاج من الداخل مصفوفة تنظر لشفافية مادة الزجاج فكانت تلك المصفوفة والأسلاك "pixels" ١ "X" أبعادها المتصلة بها في بادئ الأمر تحدث نوعاً من التشويه كما في (شكل 6) ولكن بظهور النانوتكنولوجيا "تصنيع المصفوفة من مادة بلاستيكية شفافة جيدة التوصيل للكهرباء ويتم تغطية لوح الزجاج الآخر من الداخل بالكامل بنفس المادة البلاستيكية الموصلة للكهرباء بينما يوصل السطح الخارجي من لوح الزجاج بالأرضي.

وعند توصيل أحد نقاط المصفوفة بتيار كهربائي مقداره (١, ٢ فولت) تتولد كهرباء ساكنة ما بين لوحين الزجاج تعمل على إثارة كرات الفوم الأبيض فتنتشر في كل إتجاه وكأنها قطع ثلجية تتساقط بصورة عشوائية وبمساعدة الجاذبية الأرضية تستمر التيارات الداخلية من أسفل إلى أعلى وفي جميع الاتجاهات، ومن الممكن تزويد تلك الشاشات بمراوح صغيرة تعمل على انطلاق تلك الكرات على شكل تجمعات تنثر رذاذ الثلج أو دمج مصفوفة لكتابة كلمة محددة كما في الشكل رقم (شكل 6).

على استخدامها في الأرضيات التفاعلية "Interactive Floor" بعدما أوحى له الآثار التي تتركها المكينة الكهربائية على نسيج السجاد أثناء تنظيفه بفكرة، حيث أعتبر أن أى مسطح للأرضية هي خريطة تسجل النشاط البشري بصورة دورية أثناء السير عليها، وبناء عليه فإن أرضية ال "S.C.S" يمكنها أن تسجل خطوات السير فوقها وتتفاعل معها كمدخلات "Inputs" وتتم المعالجة من خلال المجال الكهرومغناطيسي "Processing" ويمكن أن تكون المخرجات هنا "The Outputs" على هيئة ترددات موجية، وسيليا هو غشاء لمسي للتفاعل بين الإنسان والحاسوب يمكن للإنسان تحريك أهداب بأيديهم، والتي يمكن أن تكون تجربة مثيرة للاهتمام في حد ذاتها عن طريق اللمس عند دمجها مع نظام الكمبيوتر، ويمكن لكل هذب التحرك من تلقاء نفسها فضلاً عن ردود الفعل للمستخدم.

واجهات المحال التجارية التفاعلية

وأيضاً لا يمكننا إغفال دور العمارة التفاعلية في العديد من التطبيقات الهامة بالنسبة لواجهات المحال التجارية التفاعلية والتي يكثر استخدامها في واجهات المحال التجارية كوسيلة عرض "The Snow Screen" سبيل المثال لا الحصر "شاشات الثلج والفكرة



(شكل 6) يوضح واجهات المحال التجارية التفاعلية

عرفت النظريات السابقة أربع مساحات مختلفة حيث تستقر فيها التفاعلات البشرية وهي:

1. المساحة المقربة: وهي المنطقة المحيطة مباشرة بجسم الإنسان، وهي منطقة خاصة جداً وتشمل تداخلات جسدية وعاطفية.
2. المساحة الشخصية: وهي مساحة يختار فيها الإنسان الصديق أو الزميل ليحتلها حيث تكون هناك حوارات أو مناقشات خاصة.
3. المساحة الاجتماعية: وفيها يتوقع للفرد بأنه يقوم بالإتصالات الاجتماعية في إطار مؤقت.
4. المساحة العامة: وهي منطقة لا يسمح فيها للفرد بالإتصال المباشر مع الآخرين فكما قربت المساحة من جسد الإنسان كلما رفض الفرد أن يخترق هذه المساحة فالعوامل المكانية الشخصية مهمة في تأسيس متطلبات الخصوصية في التصميم الداخلي، كما هو الحال في الساحات العامة والممرات للمراكز التجارية كنموذج للابنية العامة.

- **الاقليمية:** وتعني الوصول إلى المستوى المطلوب من الخصوصية وتشمل الإحكام على مساحة الفرد أو المجموعه هذا الإحكام يطلب مزايًا وربما يشمل حركات عنيفة كرد فعل، وبالنسبة للفرد فإن الإحكام الإقليمي يزود الحماية والهوية.
- **التزام:** يحدث عندما تعمل المساحة الشخصية والآلية بشكل غير فعال مما يترتب عليه اتصال إجتماعي غير مرغوب فيه إجتماعيا تختلف ردة أفعال الأفراد حول التزامهم وذلك تبعاً للموقف فبعض الأفراد تتعامل بشكل

ماهية الحيز التفاعلية

إن الحيز التفاعلي وهو بيئة تتفاعل مع الناس الموجودين بها كما ذكرنا في المقدمة حيث أن تلك البيئات تحس بنشاط الناس وتتفاعل أو "تتصرف" من خلال عروض متنوعة: سمعية، وبصرية، وحركية، ولمسية، وتأتهد البيئات تحت أسماء مختلفة: الحيزات المهجنة، والبيئات الحساسة، والواقع المزدوج، ومنازل المستقبل، وإن الحيز التفاعلي "interactive space" هو تركيبة من الحيز الحقيقي، وكائنات حقيقية ذات عرض إفتراضي (ناتج من الكمبيوتر) بدلاً من الناتجة كلياً بواسطة الكمبيوتر كما في الواقع الافتراضي، (فبالإضافة إلى الدور الذي كان يقوم به الكمبيوتر في تصميم وإنتاج الأشكال الجديدة، فإن الكمبيوتر والتكنولوجيات المساعدة ذات الصلة بالحيز التفاعلية (المجسات والمحركات sensors and actuators) قد جعلت فن العمارة أكثر سلاسة ودمج مواد ديناميكية مثل الصوت والضوء والأبنية الحركية)، وكما نلاحظ في الشكل السابق: أن عملية التفاعل الحادثة على الأسطح هي عملية معالجة processing حيث يقوم بمعالجة المدخلات inputs مثل الضوء - الحركة - اللمس، لتحويلها إلى مخرجات outputs مثل تغير الألوان - روائح - إضاءة - حركة.

درجات التفاعل:

تعد أحادية وتستخدم في الوصول للمستوى المطلوب من الخصوصية، وبالإضافة إلى وجود إحتياج لمساحة كافية يقوم فيها الطفل بالتحرك وأداء الأنشطة المختلفة فإن كل إنسان يتحرك في مساحة تتسع وتصيق وفقاً لإحتياجاته والظروف الإجتماعية، فمساحة المنطقة تحدد الإدراك والخبرة والإستخدام لتلك المساحة فالأشخاص تتعامل مع بعضها وفقاً للبعد والمساحة بينهم، ولقد

الداخلية المختلفة في ظل بيئة محسنة وفراغات داخلية تتم دراستها والتعامل معها جيدا من الناحية التصميمية وذلك يتحقق من خلال : الأضاءة الكافية لكل مهمة – بيئة سماعية مناسبة تسمح بسهولة التواصل وتداخل ضوضائي محدد ووجود حماية من الإضاءة السمعى – تسهيلات مصممة للاستخدام خلال التجول – خصائص ملموسة لتسهيلات التي تتناسب مع توقعات الفرد – وجود خطة تصميمية تحاكي النشاط والطاقة عند الأفراد ، وهذا بالفعل هو ما حققته البيئة التفاعلية interactive environment للأشخاص مستخدم الحيز كلاهما معا .

مراحل العملية العقلية " الإدراك الحسى " ومالها من دور واضح فى بيئة التفاعل التبادلى ما بين الحيز الداخلى والمستخدم له :

الإدراك الحسى

هى العملية العقلية التى تمكن الإنسان بشكل عام من التوافق مع البيئة المحيطة به ومحاولات التعرف عليها فى وجود كل من دوافعه الإنسانية وإتجاهاته فى الحياة ، وتأثير الزمن والتعليم والثقافة على سلوكه الإنسانى وذلك من خلال مقدرة وإمكانات جهازه العصبى فى مقابلة إحتياجاته اليومية والبيئة الإنسانية والطبيعية والتأثيرات المختلفة للقوى المادية والمعنوية المحيطة به وردود فعله تجاهها وهو ما يعتمد عليه المصمم الداخلى فى تصميمه وكذلك مقدرة الفرد مستخدم الحيز للتكيف مع تلك المؤثرات .

الإدراك الحسى والتجاوب مع الأسطح المحيطة:

دور العناصر المرئية فى عملية الإدراك الحسى

يقوم العقل بعمليات فرز وتصنيف وتفسيرات نشطه لسبل المعلومات والبيانات الحسية للفراغ الداخلى ، مميزا بين الأحاسيس التى تتعلق بالإحتياجات الجارية التى يحفظها بالذاكرة بحيث يمكن إسترجاعها ، وإدراك المصمم للفراغ يمر بعدة مراحل :-

- المرحلة الوصفية Description
- مرحلة التوقع Expectations
- مرحلة التأثير Influential

متأثرا بعوامل تقوم عليه عملية الإدراك البصرى للفراغ الداخلى .

عوامل ذاتية : متعلقة بالمصمم وتشمل الآتى (الخبرة السابقة – الاستعداد العام – الانتباه – الميول الفطرية – المكتسبة – الانفعالية العامة – العواطف – قدره على التخيل – الحكم العقلى).

عوامل موضوعية : وتختص بالظروف المحيطة بالفراغ الداخلى نفسه ، فالصفات المؤثرة للعناصر المرئية تحدد درجة تقبلها لها أو رفضها ، فإن جاءت هذه الصفات المؤثرة للعناصر المرئية متوافقة مع مخزون المصمم لتقبلها ، و إذا جاءت مغايرة فإنها تحدث مايشبه الصدمة التى تتطلب التوقف وإعاده التفكير مره أخرى ، فالفكر التصميمى مرتبط بمدى تحديث البيانات وتصنيف الإشارات المنبه أو إضافة رموز جديدة تنشط التوقعات وتقترح نقط إرتكاز جديدة غير تقليدية .

العوامل المؤثرة فى عملية الإدراك :

1- عوامل داخلية :

◦ القيم والميول والاتجاهات :-

ارجع العالم كارل يونج Carl Jung فى كتابه "Man and his symbols" مشاكل العالم الحديث فقد العلاقة بين الإنسان ورموزه واساطيره واحلامه مما جعله يعتمد على فرديتها التى اسماها عملية التحول التفردى "the proceed of individuation" وأبرز دور اللاوعى فى إعادة إثراء هذه العلاقة وبالتالي التأكيد على عدم التكيف مع الخبرات التى تتنافى مع ميوله .

◦ الثقافة الذاتية :-

تساعد تلك الثقافة على تأويل ما يدركه الفرد من مفردات داخل الحيز .

◦ التهيؤ ذهنى او التوقع :-

لائق مع التزامح لمعرفتهم أنه شئ مؤقت ، ويعد التزامح فى بعض الأوقات من الأشياء المحببة كنوع من التسلية وفى بعض الأوقات ينتج عنه عدم إرتياح إذا كان التزامح شديد مثل ما يحدث فى الأماكن العامه حيث كثافة الزائرين لها .

الاستجابات النفسية :

ومنها الخصوصية البصرية والخصوصية السمعية وعوامل الجمليات التى تعد مفاتيح محددة للاستجابة للبيئة الداخلية :-

1. الخصوصية البصرية :

وهى تخاطب القدرة على تحديد رؤية ما يخزنه الإنسان بداخله وكمثال حى على ذلك محاولة تجنب المواقف التى يتم فيها النظر لشخص ما بدون أن يدرك أنه مراقب ، ويمكن تحقيق الخصوصية البصرية بإستخدام الأثاث والحوائط فى المساحات الخاصة والمكاتب سنضع المكتب فى مواجهة المخرج الرئيسى ليصل إلى الخصوصية البصرية فى ناحية واحدة من نواحي المكتب .

2. الخصوصية السمعية :

يتم التعامل معها من حيث علاقتها المتداخلة مع العديد من المكونات مثل الأسقف والتقسيمات والأثاث والأرضية فالنظام السماعى المتكامل سيحقق خصوصية للحديث بصورة مناسبة ، وتتوفر هذه الخصوصية حينما يكون النظام السماعى لا يجعل هناك مجال لسماع الأحاديث فخصوصية الحديث عالية الجودة سوف تساهم بشكل فعال فى وجود مستوى مطلوب للتواصل فإن العلاقة المناسبة بين الضوضاء الموجودة فى الخلفية وتلك الناشئة من خلال مساحة النشاط تودى إلى خصوصية الحديث .

فإن تقدير الجمليات يتم التعبير عنه والتأثير فيه عن طريق البيئة ، ولتعريف خصائص الجمليات فإن المصمم يحتاج إلى فهم أن فكرة الجمال تختلف من حيث الوقت والمكان والغرض والسياق فالقيم المدرجة تحت عنوان الجمليات يمكن ببساطة فهمها ، فخصائص التصميم يمكنها أن تمتد بعيدا عن الاعتبارات الوظيفية والبنائية ، فالمصمم يستخدم شيئا لسد إحتياج ، فعندما ننظر إلى شئ ما فإن مظهره الملموس يسبب لنا خبرة حسية بعيدة عن نفعه وقيمته الفعلية وذلك يتوقف على تقدير المصمم وخبرته التى تساعده على التواصل وفهم إحتياج الطفل مستخدم الحيز .

الاستجابات الجسدية :

تتعلق بالإحتياجات الملموسة للفرد مستخدم الحيز والعوامل التى يتم إتخاذها فى الاعتبار أثناء مرحلة التخطيط وهى التى تتعامل مع الاستجابات الملموسة مثل الاعتبارات الصحية وسلامة الحياة والوظيفة ومنها :-

1- الكفاءة الوظيفية :

ترتبط بدرجة الإحتياج الملموس الذى يدعم خطة التصميم الداخلى وهذه الإحتياجات التى تعد ملموسة فى طبيعتها تتعلق بإحتياجات الجسم فالبيئة الداخلية يجب أن تستجيب لإحتياجات الفرد الرئيسية مثل الرؤية والسمع والتوازن والتجول للوصول للراحة الكافية ، فالقدرة على فهم بيئة الإنسان ما وتادية المهام تعتمد على الرؤية ، فالمتغيرات الحساسة فى الفرد هى الرؤية visibility ، والوضوح legibility ، والتعرف recognition .

2- السمع :

تعد نقطة شائكة لأنها لا تؤثر فقط على القدرة على التواصل بل على القدرة على أداء المهام فالمتغيرات الشائكة فى حاسة السمع البشرية هى الأستماع والوضوح ومقدار الضوضاء .

3- التوازن :

يشير إلى العوامل التى تدعم الأشخاص خلال تجوالهم أو أدايتهم للمهام ويمكن النظر لهذه المهام فى إطار التجوال التى تشمل اتساع رقعة المشى فى الممرات الرئيسية والفرعية كذلك عمق درجات السلم وإرتفاع الابواب ، فكل الإحتياجات الحسية تؤثر على إدراك وإستجابة الفرد للبيئة المحيطة . فالدراسات تؤكد على كيفية سهولة حركة مستخدمى فراغات

منهما على إضعاف صفة المعلومة الأخرى .

• نظرية " الجشتاليت " "Gestalt Laws of perceptual"

يميل النظام البصرى إلى تجميع مثيرات الإدراك الحسى فى أنماط منظمة فتدرس هذه النظرية كيفية التى يتجه بها النظام البصرى إلى تنظيم ذاتى للعناصر المختلفة للحيز فى أبسط شكل ، للحفاظ على الأحساس بالتوازن .

وتقوم نظرية " الجشتاليت " على أن النظام البصرى يميل إلى تجميع مثيرات الإدراك الحسى فى أنماط منظمة حيث تدرس هذه النظرية " ميل النظام البصرى " إلى تنظيم ذاتى للعناصر المختلفة للحيز فى أبسط شكل للحفاظ على الإحساس بالتوازن عند رؤية مناظر يمكن اعتبارها حملاً بصرياً زائداً متجاوزة الأجزاء المقررة إلى " نظرية الكلية وتنظيم التكوين " حيث يتم إدراك التفاصيل الخاصة بالتصميم واسلوبه ومفرداته كحواجز بصرية فى أنماط ، وتشكيلات تخضع للتنظيم " الجشتاليت " كجزء من جهاز الإبصار فى الإنسان وعلاقة طبيعية بين العقل والعين وتحتوى على أربع قوانين :

قانون التشابه	law of similarity
قانون الإغلاق	law of closure
قانون التقارب	law of proximity
قانون الإستمرار الجيد	law of continuity

1- قانون التشابه The law of similarity:

تتصل العناصر التى لها خصائص بصرية متشابهة فى شكلها عن العناصر غير المتشابهة وينظر إليها عادة كمجموعة كإدراك صفوف من الدوائر المظلمة وأخرى بيضاء والميل القوي لرؤية مجموعات متبادلة من الصفوف وارى على هيئة صفوف رأسية وأخرى أفقية فى الشكل وكذلك الخطوط والمربعات وتجميعها فى شكل مجموعات رأسية .

استعداد العقل لإدراك موضوع معين لا يتوقع سواء فى كثير من الأحيان .

• الذاكرة :-

الخبرة السابقة لنفس الشئ من أهم العوامل التى تسهل للفرد إدراك هذا الحيز .

• الحالة النفسية والصحية :-

تؤدى تلك الحالة النفسية والصحية لعدم تكيف الفرد مع هذا الحيز وقت وقوع عملية الإدراك .

• الإيحاء :-

تعكس مفردات التصميم الداخلى من ملمس ولون وضوء وحركة - وما تتطوى عليه تلك المفردات من فكر للوصول بالحيز الحيزى إلى ما يمتنى المصمم تحقيقه .

2- عوامل خارجية :

تتوافر العوامل الخارجية فى موضوعات العالم المحيط بالمتلقى دون تدخل للعوامل الإنسانية الداخلية ومنها :

• عامل الوضوح والبقاء Clearance Factor :

حيث يتوقف المثيرات الحسية على مدى حدتها ونقائها فالمثيرات البصرية ذات الحدود الواضحة ترى بصورة اكبر وهكذا بالنسبة لمختلف المثيرات طبقاً لطبيعتها وطبيعة المستجيب .

• عامل الخلفية Background factor:

يختلف تأثير أى معلومة حسية طبقاً للمحتوى أو الخلفية التى تقع هذه المعلومة عليها حيث تتوقف شدة هذا التأثير على العلاقة بين المعلومة نفسها وخلفيتها وبصفة عامة فإنه لزيادة التأثير الحسى للمعلومة يجب أن تكون الخلفية ذات حجم اكبر وإلا فسوف يحدث ما يسمى إنعكاس التأثير الحسى بين الشكل والخلفية .

• عامل التداخل Fusion Factor:

يؤدى تداخل معلومتين حسيتين أو اكثر إلى تولد معلومة جديدة تحمل صفات المعلومتين الاصليتين ويؤدى إختلاف شدة تأثير أى

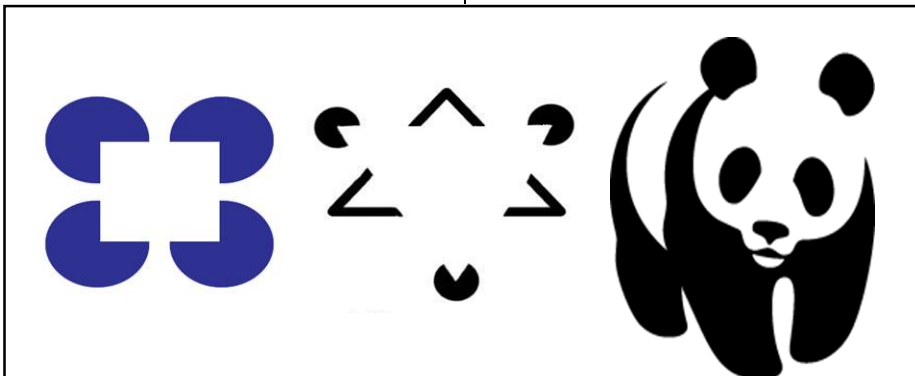


(شكل 7) هذا التصميم الداخلى لروضة اطفال مثال للقانون الجشتاليتي التشابه المستخدمة فى التصميم الداخلى.

طالما كانت منظمة حسب هذا الشكل فالعقل يكمل على الفور الأجزاء الناقصة .

2- قانون الأغلاق law of closure :

يقوم على أن أجزاء الشكل الكلى فقط هى اللازمة لإدراك الشكل

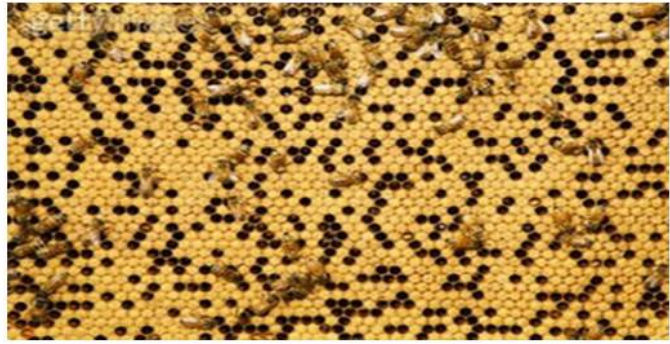
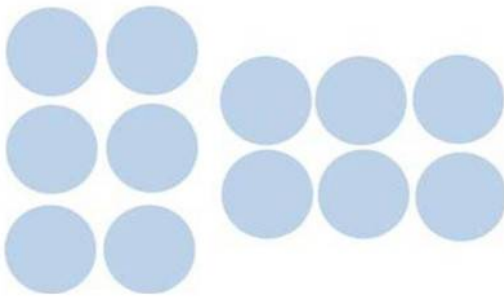


(شكل 8) يوضح قانون الأغلاق الذى فيه نميل إلى النظر إلى الأجزاء الكاملة

يساعد عامل المسافة على إدراك تلك الأشكال كمجموعة منفصلة .

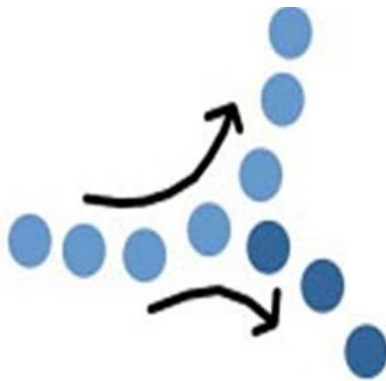
3- قانون التقارب law of proximity :

تظهر العناصر المتجاورة على شكل مجموعة فرعية , حيث



(شكل 9) يوضح قانون التقارب لوحدة بالقرب من بعضها البعض لتتشكل كمجموعة

أنها تجمع نفسها كخطين مستمرين لأربعة خطوط مركزية في (أ) وتجميع الخطوط في (ب).



4- قانون الاستمرار الجيد : law of continuity :

يميل التنظيم الإدراكي للعقل إلى المحافظة على الإستمرارية بدلا من إحداث تغيرات مفاجئة كميل رؤية النقاط كخطوط مستقيمة كما



(شكل 10) يوضح تطبيق قانون الاستمرارية بالسقف وتعتبر النقاط التي ترتبط بها الخطوط المستقيمة أو المنحنية في الطريقة التي

تتبع المسار بأسلوب سلس التحرك

مثل التعليم والخدمات التجارية.

المواد الذكية

إن من أهم ما قدم في مجال مواد البناء هو المواد الذكية ، والتي تعتمد على مبدأ مقتبس من الإنسان و طبيعته البيولوجية حيث يتميز الإنسان بالحياة والعقل و هما خاصيتين متكاملتين ، وهاتين الصفتين تم إستغلالهما لعمل نوعية جديدة من مواد البناء أطلق عليها " الذكية " ففي جسم الإنسان توزع العضلات و الأعصاب في جميع أنحاء الجسم بشكل يمكنها من الاستجابة للمتغيرات الخارجية بطريقة تلقائية ، هو نفس المبدأ المتبع في المواد الذكية. المواد الذكية هي نتاج تداخل المواد التقليدية مع الأنظمة الإلكترونية الدقيقة ، وهذا التداخل هو ما أحدث ثورة في المواد جعلها تستجيب للمتغيرات الحادثة من حولها و التفاعل معها بما يلزم الوظيفة التي أعدت من أجلها ، وذلك عن طريق توزيع بعض المشغلات والمجسات الإلكترونية خلال المادة ، وبالتالي يصبح أداء المادة غير تقليدي " ذكي " فالمواد الذكية لها القدرة على التقييم و الإصلاح الذاتي .

إن هذه المواد تخضع لتغيرات كبيرة في الشكل استجابة للمؤثرات الخارجية مثل الأجهاد والحرارة والرطوبة أو المجالات المغناطيسية أو الكهربائية وذلك عن طريق أجهزة دقيقة جدا مدمجة بهذه المواد مثل أجهزة الأحساس و الرقائق الإلكترونية بالغة الصغر ، وتتمكن هذه الأجهزة من رصد المتغيرات في البيئة الخارجية مثل تغير درجة الحرارة أو شدة الضوء ، و من ثم التأثير في المادة الذكية بحيث تنكمش أو تتمدد لتتوافق مع هذه المتغيرات البيئية سواء الطبيعية أو غير الطبيعية كالتعرف على أشخاص بعينهم ، و التغير لتوفير بيئة أفضل لهؤلاء الأشخاص .

و قد يظهر هذا التفاعل على شكل تغير في اللون، الشفافية، اعتم أو تغير في الحجم ومن هنا يظهر أن المواد الذكية يظهر بها الفعل و رد الفعل فمن خصائصها :

- القدرة على التغير و التحول بما يلزم الظروف المحيطة .

ومن هنا تفيد " نظرية الجشالت " في إنشاء وتنظيم تكوين التصميم الداخلي ولكن يصعب إدراك تلك القوانين السابقة عند تعقد المجال البصري لتلك الأسطح الخاصة بمفردات التصميم حيث أنه كلما زاد تعقيد الأنماط التشكيلية للسطح ضعف تأثير حدوده والملاحظ أن أبسط سطح يمكن رؤيته هو السطح الذي يحتوى على أقل كمية من التفاصيل وهو ما يفيد في تصميم وإختيار الملامس لتمييز السطح وجماله .

الحيزات الداخلية الذكية :-

لقد تم الربط بين مفهوم المبنى الذكي وبين قدرة المبنى على التحكم في العوامل البيئية المختلفة ، بما يحقق الراحة لمستخدميه ، بينما أشارت تقارير الصناعة الإنشائية العالمية إلى ثلاث ميزات يجب أن يمتلكها المبنى الذكي و هي :

- أن يتعرف المبنى على ما يحدث داخله وخارجه .
- أن يقرر المبنى الأسلوب الأكثر كفاءة لتحقيق البيئة المناسبة و المنتجة للمستخدمين .
- أن يحتوى المبنى الذكي على أنظمة تمكنه من الإستجابة للظروف و العوامل الخارجية و التحكم و المتابعة للبيئة الداخلية و تخزين المعلومات المولدة لمعرفة أداء المبنى في نظام الحاسب المركزى .

أما المعمارى جودامسك Jedamsik فقد ركز على كل من التحكم و المعلومات المتاحة للمستقبل و إقراض أن المبنى الذكي يشتمل على أربعة مكونات و هي :

- تفاعل المستخدم .
- المجال التقنى (التحكم فى الإضاءة والحرارة والمناخ والمياه الخ) .
- مجال المعلومات حيث يعمل المبنى الذكي فى هذه الحالة لقاعدة معرفية تتناول أمور الصحة والحسابات التعديدية والجدولة .
- مجال الخدمات والذي يضم الربط مع الخدمات الخارجية

السمعية و الشم ذلك التميز لدى الإنسان مستخدم الحيز الداخلي التفاعلي .

المراجع:References

1. Eames, Charles and Ray.2003. *A Computer Perspective: Background to the Computer Age*. Harvard University Press, Cambridge.
2. Gombrich, E.H. 1998.*The Sense of Order: A Study in the Psychology of Decorative Art*. Cornell University Press, Ithaca, New York.
3. Hayward Gallery. 2000. *Force Fields: Phases of The Kinetic*. Exhibition Catalogue. Actor and MACBAM use d'Art95 - Contemporarily de Barcelona.
4. Jackson, Lesley. 2002. *Twentieth-Century Pattern Design: Textile and Wallpaper Pioneers*. Princeton Architectural Press, New York.
5. James Tichenor , 2004, *Electronically Modulated Materials: Effects and Context* :Bachelor of Architecture New Jersey Institute of Technology
6. Stroud, Marion Bolton. 2003. *New Material as New Media: the Fabric Workshop and Museum*. MIT Press, Cambridge.
7. <http://www.nano tech/Energy Coating.htm>
8. <http://www.nano tech/www-hypo surface-com.htm>
9. <http://www.nano tech/Sustainable Nano composite Materials from Cellulosed Plastics.htm>
10. <http://www.alltouchtablet.com/touchscreen-tablet-news/pictionaire-interactive-table-the-successor-to-microsoft-surface-1173>
11. www.interactivearchitecture.org/kinecity-com
12. مجلة صحة- العدد 17 – فبراير 2007 - بترخيص من AS & A للنشر - توزيع مؤسسة الأهرام .
13. اللحيان ،حمد بن ابراهيم ، 2007. المنازل الذكية . كرسى الرياض البحثي .-

- سهولة الاحلال و التبديل .
 - سهولة الفك و التركيب .
 - القدرة على الإلتئام .
 - خفة الوزن و قوة الاحتمال .
 - إمكانية التحكم فى هذه المواد عن بعد .
 - القدرة على العمل خلال منظومة إلكترونية .
 - القدرة على الأحساس بالطاقة (كتخزينها وقت إرتفاع درجات الحرارة وإطلاقها عند إنخفاض درجات الحرارة) .
- و يمكن كذلك أن تضاف المواد الذكية عند تشييد المباني بحيث لا تنهار إذا تعرضت لزلزال بل تميل فقط ثم تعود إلى حالتها الطبيعية .

التوصيات:Recommendations

وفى ختام هذا البحث لزاماً علينا أن نعرف أن كل هذه التطبيقات " العمارة التفاعلية " فى مجال التصميم والعمارة الداخلية ماهى إلا نقطة لبداية تطوير وظهور تقنيات و اتجاهات حديثة لاحتصرها وربما نعتبرها الآن دربةً من الخيال ، فقبل سنوات لم يكن " العمارة التفاعلية " إسهامات أو إنجازات ولكن بمرور الوقت واتساع دائرة الاهتمام بتلك التكنولوجيا وهذه الأمور المذهلة تؤكد أن العالم يجري بخطوات سريعة جداً وأنها يجب أن نلحق به.

النتائج: Results

1. التصميم الداخلي التفاعلي يعمل على تنمية المهارات الحسية للإنسان (حاسة السمع – حاسة الشم – حاسة اللمس).
2. يجب دمج محددات الفراغ الداخلي التفاعلي فى التصميم الداخلى للمبنى وذلك لجذب انتباه الإنسان مستخدم الحيز الداخلى وجعل الفرد متفاعل داخل الحيز و ليس متلقى فقط .
3. البساطه المطلقه فى التعبير عن افكار التصميم و رشاقه النسب و الجراه فى التصميم فى صوره تلبى الوظائف و المتطلبات .
4. تفضيل إستخدام المساحات النقيه و المناسبه للأسطح التفاعليه.
5. الأتجاه الى تصميم فراغ داخلى يستجيب ويتكيف مع الإنسان.
6. ضرورة التجانس بين الفراغ و الكتله فى تصميم.
7. تعد التجربة البيئية الحقيقه بالعلاقة مع تعدد الإستجابات الحسية عاملا أساسيا و فعالا فى إحساس الفرد و إدراكه لمكونات الحيزات الداخليه ، و خصائصها و ترسيخ ملامح الصورة الذهنية فى ذاكرة الإنسان عن المبنى .
8. توصل البحث إلى أهمية الاستجابة البصرية و اللمس فى تكوين صورة ذهنية مميزه، فى حين لم تحقق الاستجابة