التحول نحو مجتمع المعرفة
وانعكاسات ذلك على الفضاء والتصميم المعماري

د.م/ عارف عبد الله الصباحي *

الملخـــص :

يتناول البحث جزأين رئيسين: الأول الحوسبة والذكاء الصناعي وأثرهما على هندسة المباني ووظائف عناصر الفضاءات. والثاني دور الحوسبة والذكاء الصناعي في التصميم المعماري. حيث تمكنت الثورة الرقمية من اختراق الخطوط الفاصلة بين السكن والتعليم والتدريب والإنتاج والترفيه, وكادت المعرفة الحاسوبية أن تكون بديلاً عن الثقافة البصرية واللفظية وليس مكملاً لها. ومعرفة اليوم ترى الفلسفة والعلم والفن والعمارة والتكنولوجيا في نسق معرفي متكامل ومتفاعل. وزادت أهمية الشبكة العنكبوتية كمكان لإنتاج ونشر المعرفة وصارت جامعة بلا فضاءات معمارية. وتسعى التجارب الأولية لتحقيق أن المسكن ليس مكاناً للراحة والسكون فقط, بل للدراسة والعمل والإنتاج والتواصل. فهل نتوقع تصاميم معمارية لمبانٍ مستقبلية رقمية متعددة الوظائف في بلدنا اليمن ودولنا العربية؟ وما أثر التحول إلى مجتمع المعلومات على عناصر الفضاء المعماري وأساليب التصميم المعماري؟ والتي اختزلت المسافات والزمن ووفرة المساحات والجهد والتكلفة. وما هي إمكانيات الإبداع البشري والصناعي في التصميم؟ وما أوجه التعاون بينهما؟

---

* أستاذ التصميم المعماري والنظريات المساعد – قسم العمارة –كلية الهندسة والعمارة – جامعة إب

يهدف البحث إلى دراسة أثر تطور واستخدام الحاسوب والذكاء الصناعي والواقع الافتراضي على عناصر الفراغ والتصميم المعماري. ويفترض البحث ضرورة مراعاة المتغير المعلوماتي الرقمي في التصميم المعماري. ويفترض أيضاً أن مستقبل التصميم المعماري ينبغي أن يكون بالتكامل بين الإبداع البشري والذكاء الصناعي. ولتحقيق فرضية البحث سيتم بلورة الإطار النظري لمفهوم الفضاء والتصميم المعماري والواقع الافتراضي والذكاء الصناعي. بعدها ستُدرس مراحل ومناهج التصميم المعماري المختلفة, ودور الذكاء الصناعي في التصميم المعماري, وكيفية تطويرهما بما يلائم متطلبات المجتمع المعرفي. ويخلُص البحث إلى بعض الاستنتاجات والتوصيات.

١. المدخل:

يقوم مجتمع المعرفة في الأساس على نشر المعرفة وإنتاجها وتوظيفها بكفاءة في مجالات التعليم والاقتصاد والسياسة والإدارة والتكنولوجيا والعمارة...الخ وتحقيق التنمية البشرية. والمعرفة هي " مزيج من المفاهيم والأفكار, والقواعد, والإجراءات التي تهدي الأفعال والقرارات. أي أن المعرفة عبارة عن معلومات ممتزجة بالتجربة, والحقائق والأحكام والقيم التي تعمل مع بعضها كتركيب فريد يسمح للأفراد والمنظمات من خلق أوضاع جديدة وإدارة التغير" (التكريتي, ٢٠٠٣, ص١٥). والقرارات الحديثة اليوم لا تعتمد فقط على المعلومات فحسب, بل على تقنيات التحليل والنمذجة والبحث عن الأمثلية في الحلول المقترحة. وهذا ما يستدعي الاستعانة بتقنيات المنظومات[١] والمعلوماتية والحوسبة (Sundaram,.2000.p.137). وقد تمكنت تكنولوجيا المعلومات من لم الشمل المعرفي وتميزت بخاصية "المؤالفة بين المتضادات", مثل

١ يعرف النظام بأنه " مجموعة معقدة من الأجزاء أو المكونات المختلفة ولكنها مترابطة في أداء أنشطتها باتجاه تحقيق أهداف محددة. والنظام هو كل يتكون من عناصر أو مكونات محددة تتصل بعلاقات متبادلة وأهداف وغايات مشتركة". (التكريتي, ٢٠٠٣)

المؤلفة بين المادي واللامادي والواقعي والافتراضي والحيوي والفيزيائي والإنساني والآلي (علي, ٨(٢٠٠٥) ص٢٤١). واستحدثت فروعاً معرفية جديدة مثل المعلوماتية الحيوية واللسانيات الحاسوبية, وفروعا من الهندسة اللينة والمرتكزة على المعلومات مثل هندسة اللغة وهندسة الصورة وهندسة الخيال **Imagineering**.

ويُدرس مستقبل الحوسبة ضمن أربعة محاور أساسية: التطورات التقنية في صناعة الكمبيوتر, ودمج الكمبيوتر بالإنسان, الإنترنت ونمو ثورة الاتصال بين البشر والآثار ومخاطر المستقبل (غزلان,١(٢٠٠٤) ص ١٩٤-١٩٦). ويُسعى إلى تطوير الحوسبة المخفية, والتي هي عبارة عن تكوين بيئة صناعية إلكترونية تحيط بالإنسان في كل مكان تتداخل مع كل نشاطاته وتتفاعل معها بذكاء. وبالتالي سيحتوي الفضاء المعماري على معالجات دقيقة غير مرئية تشعر به وتتوقع حاجاته ورغباته. وستتفاعل هذه المعالجات مع الحواسيب غير المرئية من خلال الإشارات والأصوات وحرارة الجسم والطيف الكهرومغناطيسي.

حدود الدراسة:

يتعرض اليوم التصميم والإبداع المعماري لهزات عنيفة بفعل التطور المعلوماتي. فيتوقع بأنه سيكون هناك تصاميم لمبانٍ سكنية ومكاتب ذكية تقوم عناصرها بمساعدة الحوسبة المتقدمة ببعض النشاطات بدلاً عن الإنسان مثل مراقبة وحماية وإدارة الفراغات والتعرف على الضيوف والتواصل...الخ. وبالتالي ستتأثر المباني وعناصر الفراغ المعماري. فضلاً عن أن التصميم المعماري ومراحله لن تبقى بمنأى عن هذا التطور. فما هو أثر الذكاء الصناعي على الفراغ والتصميم المعماري ومراحله.

في البداية سيتناول البحث دراسة بعض المصطلحات اللازمة للدراسة.

٢. مصطلحات الدراسة:

٢. ١. الفـــراغ المعمـــاري: "هـو الحجـم البنـائي المعـد لنشـاط إنسـاني معـين, والـذي شـيد مـن علاقـة بعـض العناصـر المعماريـة المحـددة (مثـل الجـدران والسـقف والأرضـية). ومـن خـلال نسـق معـين بـين هـذه العناصـر ينـتج تكـوين يتوقـف شـكله الـوظيفي والجمـالي علـى متطلبـات الإنسـان" **(Kadatz, 1988: p.222)**. فالفضـاء المعمـاري هـو الحيـز المخصـص لإيـواء فعاليـة أو عـدة فعاليـات مترابطـة مـع بعضـها الـبعض وباسـتخدام مـواد وتقنيـات معينـة وفي عصـر معـين. وهـو حيـز ذو ثلاثـة أبعـاد, ويشـكل المحتوى البعد الرابع. والأبعاد الثلاثة هي:

١- البعد المساحي: وهو الأبعاد القياسية للفضاء (الطول والعرض والارتفاع)
٢- البعـد الاجتمـاعي: ويعـني ملاءمـة الفـراغ للمسـتخدم, وقـد يكـون المستخدم فرداً أو جماعة
٣- البعـد المعمـاري: ويعـني التصـور الجمـالي للفضـاء وتشـكيله. (أحمـد, ١٩٩٥. ص ١٢١).

٢. ٢. التصميم المعماري:

التصـميم المعمـاري هـو عمليـة إبـداع وابتكـار وفقـاً لقواعـد ومنظومـات علميـة هندسـية وذوقيـة ناتجـة مـن قـيم وثقافـات متعـددة لهـا ارتباطـات حضـارية. ويعـبر عـن انبثـاق أفكـار نابعـة مـن قواعـد تهـدف إلى تشـييد البيئـة. أمـا العمليـة التصـميمية فهـي الوسـيلة الناضـجة لإثـراء العمـل المعمـاري, وهـي الإبـداع الـذي يعـني تـرك العنـان لخيـال وأحاسـيس الإنسـان في حـل مشـكلة تصميمية **(Van den Boom, 1994. p. 13)**. والتصميم يعني:

- التكامل الفني الذي يشمل العناصر الجمالية.
- التكامـل في الجانـب الـتقني ويشـمل الجوانـب الهندسـية واقتصـاديات الحلول المعمارية.
- التكامل في الجانب السلوكي والذي يعني مهمة استخدام المبنى بكفاءة.

وتشتمل العملية التصميمية حسب رأى **Zeisel** على ثلاث عمليات فكرية مهمة: التصور **Imaging** والإظهار **Presenting** والاختبار **Testing**. وهذه العمليات لها مميزات متشابهة:

- تتسم بالترابط وذات تغذية مرتدة في جميع مراحلها.
- محددة بزمن معين لإنجاز العملية التصميمية.
- يمكن استخدام أكثر من منهج في المرحلة الواحدة أو في كل مرحلة حسب المشكلة التصميمية (أحمد, ١٩٩٥ ص ٣٤).

وعملية التصور للشكل المعماري أثناء العملية التصميمية هي وسيلة للاتصال والمحاكاة مع البيئة وهي عملية استنباط تعتمد في الأساس على جميع العوامل المؤثرة: البيئة, والمكانية, والطبوغرافيا, والإنشائية, والتكنولوجية, وطبيعة المبنى, ونوعية الحل المطلوب. ويعتمد التصميم أيضاً على الفلسفة التصميمية للمعماري والتي تتبع من الاتجاهات والنظريات السائدة بالإضافة إلى قابليته الفنية والإبداعية وتصوراته وتحليلاته المختلفة مثل سلوكية المستخدمين. هذه العوامل مجتمعه تمكن المعماري من تصميم شكل معماري بمفردات معينة يلبي المطلب المعماري. ومن أهم المتغيرات التي تؤثر في شكل المبنى أيضاً:

- نوع وحجم التقنيات المستخدمة.
- تحديد الأسلوب مثل اختيار المفردات المعمارية والعناصر وكيفية تركيبها.
- القرارات المتعلقة بعملية تجاور وفصل الفضاءات ومنظومة الحركة. والتي تلعب دوراً في تحديد شكل المبنى. وتعتمد عدة عوامل مثل الوظيفة والتلوث والضوضاء (نفس المرجع).

٢. ٣. الذكاء الاصطناعي:

يعرف الذكاء بأنه القدرة على إدراك وفهم وتعلم الحالات الجديدة. أما الاصطناعي فتطلق على الأشياء التي تنشأ نتيجة النشاط أو الفعل تميزاً عن الأشياء والظواهر الموجودة بالفعل والتي ليس لها علاقة مباشرة

بتدخل الإنسان. ويعرف الذكاء الصناعي بأنة حقل علم الحاسوب المهتم بتصميم نظم حاسوب ذكية تعرض خصائص الذكاء في السلوك الإنساني. ويعرف مينسكي الذكاء الصناعي بأنه العلم الذي يمكن الآلات من تنفيذ الأشياء التي تتطلب ذكاءً في حالة تنفيذها من قبل الإنسان. أما مؤتمر دارتموث فعرف الذكاء الصناعي بأنه حقل دراسة يرتبط باستعراض الذكاء في الآلة والذي يتضمن القدرة على التفكير, التعلم, الفهم وتطبيق المعنى. ويستند هذا العلم على الحاسوب, علم النفس, اللسانيات, الرياضيات والهندسة. ويهدف علم الذكاء الصناعي إلى تطوير وظائف الكمبيوتر بصورة متوازية مع الذكاء الإنساني وتمكين الكمبيوتر من قدرات التعلم والإدراك وحل المشكلات. ومن بين استخدامات الذكاء الصناعي تصميم وخلق الواقع الافتراضي أو التخيلي وعرض الإبداع والتخيل ودمج الذكاء في الآلة وتحسين أدائها لتقارب السلوك الذكي (التكريتي, ٢٠٠٣ ص ١٧٧-١٨٠).

ويجري حالياً في مراكز بحثية عدة في العالم - كما في معهد ماساشوستس للتكنولوجيا تطوير إمكانية التحكم به عن بعد. وهنا يجب التفريق بين أجهزة الإنسان الآلي في المعهد وهي أجهزة حقيقية تعمل بشكل مستقل, وأجهزة الإنسان الآلي المبرمجة مسبقا الروبورت والموجودة في قطاع الصناعات مثل صناعة السيارات والأجهزة الالكترونية.

٢. ٤. الواقع الافتراضي: Virtual reality

ويسمى بالفضاء الرمزي **Cyberspace** وهو عبارة عن فضاء ينشأ عندما يستخدم الإنسان الحاسبة ويتحلل من واقعة المادي ويذوب في واقعة الجديد والذي تنتجه الشبكة العنكبوتية (بريفر, مايو٢٠٠٥ ص٤٠٥).

ويعني كل ما يحاكي الواقع أو يناظره لدرجة أنه يخيل لنا بأنه واقع (علي, ١(٢٠٠١) ص ١٠٣).

والصور الافتراضية هي صور تناظرية رقمية, وهي تشبه عمليات المماثلة والمحاكاة التي تمثل الشروط المثالية التي ينبغي إنشاؤها خيالياً من كونها تمثل الظروف الواقعية الخاصة بالصور. والفضاء الافتراضي ليس مجرداً للخيال والتسلية, وإنما له إمكانياته واقتصاده الداخلي وتاريخه وسيكولوجيته. حيث قد ركز مؤتمر "ارتياد المجتمع الرمزي" في محاوره الأربعة على المجتمع الرمزي, والسياسة الرمزية, والاقتصاد الرمزي والثقافة الرمزية. وصاغ مصطلح الواقع الافتراضي عالم الكومبيوتر جاردن لانير **J. Lanier** لوصف الحالة التي يعيشها مستخدمو الكومبيوتر عندما يشاهدون العوالم البصرية الواقعية الثلاثية الأبعاد التي يقوم الحاسوب بإنتاجها في العلم والألعاب والتسلية. والتي انتشرت منذ أواخر ثمانينيات القرن الماضي. ومن خلال استخدام أجهزة معينة لإدخال المعلومات كالخوذة أو القفازات وبذلة البيانات يتم توليد المحاكاة والمماثلة الخاصة بالعالم الثلاثي الأبعاد (عبدالحميد,١(٢٠٠٥). ص٢٧-٢٨).

وتتميز تقنية الواقع الافتراضي عن التلفزيون والسينما بأن المتلقي لا يقتصر دوره على السمع والمشاهدة فقط, وإنما تضعه بداخلها وتحاول أن تخلق لدى المتلقي الخبرات والتجارب التي يشعر خلالها كأنه يعيش أو يندمج جسدياً داخل ذلك الفضاء السيبرانيتي **Cyberspace**.

مما تقدم وبعد معرفتنا لمفاهيم وفحوى المصطلحات المتعلقة بالدراسة وإدراكنا للتطور الهائل والمطرد للذكاء الصناعي والواقع الافتراضي, والتي أثرت في جميع مجالات الحياة بما فيها محيط الإنسان المباشر الفضاء المعماري ونشاطاته وإبداعاته والتي منها مهارة التصميم المعماري. فيما يلي يقوم الباحث باستعراض أثر تطور الحوسبة والذكاء الصناعي وهندسة الواقع الافتراضي على العمارة وعناصر الفضاء المعماري وتوقعات الخبراء المستقبلية لهذه التكنولوجيات.

٣. أثر تطور الحوسبة والاتصالات على عناصر الفضاء المعماري.

تأثرت الفراغات المعمارية وعناصرها بالحوسبة والاتصال الرقمي. فأصبح من الممكن الحصول على المعلومات والتواصل مع الأشخاص وأجراء المشاريع المشتركة عن بعد وبدون التواجد في الحيز المكاني نفسه وبدون التقييد بزمان وحدود. فمثلاً تمكنت شركة موتورولا من تكوين فريق هندسي عالمي متواجد في ستة أقطار من العالم (أمريكا, اليابان, الصين, سنغافورة, أستراليا والهند) للعمل في مشروع يدعى **Third Generation Cellular System** (التكريتي, ٢٠٠٣ ص ٤٢-٤٥).

ـ السكن والغرف الذكية: صار اليوم المسكن ليس للسكون والراحة فقط, وإنما متعدد الوظائف حيث تمكنت الشبكة الرقمية من جعل فضاءات المسكن متعددة المهام لفرض التعلم والتلمذة عن بعد والمشاركات العلمية وزيارة المكتبات والطبيب والتسوق والتجارة والاتصال بمؤسسات أخرى. فعلى سبيل المثال يعمل ٧٠٠٠ موظف تابعين لشركة الاتصالات البريطانية **BT** من منازلهم. وتمكنت جامعة الإمارات مؤخراً من إنشاء الفصل الافتراضي, حيث يستطيع الطلاب والطلبات عن بعد من مشاهدة المحاضرة والمناقشة مع المحاضر وزملائهم عن طريق نظام "**videoconference**" (راشد, ٣(٢٠٠٥) ص ٥-٥٥).

وفي مختبر وسائط معهد ماساشوستس للتكنولوجيا تمكن العلماء والباحثون من تصميم غرفة ذكية, وهي عبارة عن فراغات معمارية مزودة بكاميرات صغيرة موضوعة في السقف وشاشة كبيرة. ويصف أحد الباحثين وهو الكس بنتلاند إمكانية هذه التجربة: " تصور منزلاً يعرف باستمرار وجود أطفالك, ويخبرك إذا كانوا يواجهون أي مشكلات, أو مكتباً يرى إذا كان لديك موعد مهم ويحميك مما يعطلك عن ذلك ..." (كاكو, ١(٢٠٠١) ص ٥٢).

وأظهرت التجارب في جامعة تامبر في فلوريدا مرونة استخدام الفراغات المعمارية من خلال تصميم وصنع جدران ضوئية ثلاثية الأبعاد. حيث

تتجسد صورة الجسم في الهواء وكأنها حقيقة. وذلك عن طريق برمجة أجهزة لصنع جدران وهمية من الضوء والضباب تشبه الجدران الحقيقية.
ويمكن لصاحبة المسكن أن تنشئها في المكان الذي تريد وحسب حجم الفضاء المطلوب عندما يكون هناك مدعوون. بالإضافة إلى إمكانية الحركة والسير خلالها (الجدران) وخلق مناظر طبيعية عليها.
ويعد منزل بيل جيتس على ضفاف بحيرة سياتل مثالاً للمبنى الرقمي **digital building** والذي يحتوي على ١٠٠ حاسبة تتحكم تلقائياً بفراغات وعناصر المنزل. فالمجسات تستشعر بقدوم الإنسان فتضيء له الأنوار وتصدر الموسيقى ورائحة عطره المفضل. وبفضل الكشافات الليزرية المخفية والمبرمجة يمكن خلق أحواض زينة افتراضية في الفراغات المرغوبة ومناظير لمشاهد طبيعية ثابتة ومتحركة على الجدران الثابتة والوهمية. فضلاً عن أن هذه الجدران تغير ألوانها ودرجة حرارتها بما يتناسب مع ساعات اليوم وفصول السنة. ومع ذلك تظل حتى الآن مثل هذه التقنيات حكراً على الأثرياء لتكاليفها الباهضة.

- **المكاتب المستقبلية**: تقوم الحوسبة المخفية بتوسيع العالم الموجود بشكل لانهائي من خلال وضع ذكاء في الأجسام غير الحية المحيطة بنا. فيتوقع مثلاً أن تسوق البطاقات الذكية في إطار الحوسبة المخفية, وهي عبارة عن لوحات صغيرة بحجم البوصة تعلق على ثياب الموظفين تعمل بالأشعة تحت الحمراء ولها إمكانية الكمبيوتر الصغير. وقد قامت شركة أوليفتي كامبريدج بصناعة نماذج أولية منها. وتقوم هذه البطاقات بمتابعة الموظف ومعرفة مكان وجوده عندما يتحرك داخل المبنى وتعمل على فتح الأبواب أمامه وإنارة الغرفة له عندما يدخل وإغلاق الأبواب آلياً عند المغادرة. ويجري العلماء أبحاثاً لتطوير شرائح الكترونية تتصل بشبكة الإنترنت يمكنها التنبؤ بالأحوال الجوية والقيام ببعض الإجراءات مثل رفع درجة حرارة المكتب والتنبيه بقدوم الزائرين.

لقد تعددت وظيفة الفراغ المعماري وبدون تعديل يذكر في التأثيث كما في المسكن, حيث يمكن فيه التعلم والعمل والتواصل مع الآخرين. وأوكلت بعض النشاطات والوظائف الإضافية لعناصر الفضاء المعماري والتحكم بها عن بعد والتي تخدم الإنسان. وذلك من خلال ربطها بأنظمة ذكية كما في المكاتب. هذه المتغيرات ينبغي الأخذ بها بين الاعتبار أثناء العملية التصميمية واعتبارها من المنظومات الأساسية والجديدة للمبنى. فبفضلها سيتم في المستقبل التقليل بل وحتى الاستغناء من منظومة الاتصالات التقليدية مثل خطوط الهاتف داخل المباني. مما سيوفر الجهد والمال والوقت. ولكن ما أثر التطور المعلوماتي الرقمي على العملية التصميمية؟ ليتسنى لنا معرفة ذلك لابد من دراسة أهم مراحل التصميم المعماري ومناهجه.

٤. **التصميم المعماري ومناهجه** : قبل تناول أهم مراحل العملية التصميمية ومناهجها لابد لنا من التعرف على العوامل المؤثرة على العملية التصميمية والمطلب المعماري. فبالإضافة إلى المؤثرات الأساسية مثل الجغرافية والجيولوجية والاجتماعية والدينية والثقافية والسلوكية والسياسية والاقتصادية, هناك عدة عوامل أخرى تؤثر على العملية التصميمية والنتاج المعماري من أهمها:

- العلاقات الوظيفية: وتشمل حركة الأشخاص في الفراغات المختلفة للمباني البسيطة والمعقدة في المباني المركبة والتي تشمل حركة الأفراد والمواد والمعدات, والارتباط الوظيفي بين الفراغات والأقسام المختلفة حسب طبيعة المهام.
- علاقة المبنى بالبيئة المحيطة: وهي العلاقة بين الأقسام المختلفة والموقع وفيها يتم تحديد مناطق الاستعمال حسب حجم ونوع المبنى ومساحة الموقع مع تصميم تفاصيل كل قسم ومنطقة وترتيب الفضاءات حسب الأهمية النسبية للبعد الرابع الزمن بالنسبة لكل فراغ ومستعمليه.

- المتطلبات الفيزيائية: ويقصد بذلك المناخ الداخلي للمبنى من ظروف حرارية وإضاءة طبيعية وصناعية وتأثير صوتي وإشعاعي.
- المتطلبات التكنولوجية والمعلوماتية الاتصالية الرقمية: والتي تعتبر من أهم المنظومات التي أدخلت في المباني لمواكبة التطور الحاسوبي والاتصالات.

٤. ١. **مراحل التصميم المعماري**.: يتكون العمل المعماري من أربع مراحل رئيسية متتالية تتخللها بعض المراحل الثانوية:

١- مرحلة جمع وتحليل المعلومات ودراسة الجدوى.

٢- مرحلة التصميم, والتي تتضمن بلورة الفكرة المعمارية ومرحلة العمل اليدوي للمصمم لترجمة الحلول الأولية للمشكلة التصميمية.

٣- مرحلة تطوير المشروع, والمتضمن دراسة العلاقات المختلفة والتفاصيل الدقيقة لعناصر المشروع.

٤- مرحلة الرسومات التنفيذية, والتي يترتب عليها سهولة التنفيذ على الواقع.

والعمل الإبداعي للمصمم يقع في المرحلتين الثانية والثالثة المتضمنة لخياله الواسع ورسوماته الحرة اليدوية. وبالرغم من تقسيم العملية التصميمية إلى أربع مراحل أو أكثر, إلا أنها مراحل مترابطة ومتداخلة, حيث يعمل المصمم المعماري على إعادة التقييم والنظر لعمله وتطويره. تستمر العملية التصميمية ما بين تصميم وإبداع وتقييم وإعادة تصميم حتى يصل المصمم إلى الشكل الذي يعكس خياله ويفي بمتطلبات المشروع. وقد استعارت العمارة الحديثة – منذ بداية القرن العشرين- مناهج وقواعد من العلوم الأخرى كاللغوية والحياتية والمنطق والرياضيات والميكانيكا في العمل التصميمي المعماري ومستندة على مبدأ التشبيه **analogy**.

٤. ٢. مناهج التصميم المعماري.

٤. ٢. ١. المنهج الرياضي

يعتمد هذا المنهج على الأشكال الأساسية الهندسية والنسب المعتمدة على الأرقام ومعاملتها وخصوصاً نسب جسم الإنسان (النسبة الذهبية). ويعلل أصحاب هذا الاتجاه - مثل لوكبيوزية - ذلك بأن العين البشرية تكون تناقضاً ما بين الضوء والظل عندما تنظر إلى الأشكال الهندسية ومن خلال الزوايا تشكل أشكالاً معينة. ويتميز هذا المنهج بنسب وقواعد ثابتة وواضحة في الإنشاء. ولكنه يأخذ على هذا المنهج بأنه أهمل الطبيعة والذوق والإحساس الإنساني.

٤. ٢. ٢. المنهج العضوي: اعتبر أصحاب هذا المنهج أن المبنى كائن عضوي لوجود علاقات بين أجزائه وعناصره المختلفة, وعلاقة المبنى مع الموقع والمحيط. وعملية تطور المبنى وحركته تشبه النظام الموجود في بعض الكائنات الحية.

٤. ٢. ٣. المنهج الرومانسي: ويعتمد على الحنين إلى الماضي ومحاكاة العمارة القديمة عن طريق اللوحات الفنية والمنحوتات من طرز مختلفة ودون تحقيق وحدتها أو استخدام الأشكال والتنظيم الفضائي بالسيطرة الكاملة على عملية التصميم.

٤. ٢. ٤. المنهج الميكانيكي:

أثرت الميكانيكا في آراء بعض المعماريين لدرجة أن اعتبر بعضهم المبنى عبارة عن آله في أداء وظيفته وترابط أجزائه. وكان يقاس جمال المبنى بمقدار أدائه لوظيفته التي شيد من أجلها.

٤. ٢. ٥. منهج اللغة النمطية: تلبى حاجات الإنسان المختلفة من خلال بعض الأنماط المعمارية كالمباني المدرسية والمستشفيات. وكل نمط يشكل وصفاً لمشكلة تصميمية تفرزها البيئة. بالرغم من نجاح هذا المنهج من خلال القواعد والمعايير إلا أنه أغفل التغيرات المستقبلية مثل التقنيات المستخدمة والسلوك الإنساني.

٤. ٢. ٦. المنهج اللغوي: يرى البعض أن العمارة عبارة عن لغة تواصل والمبنى يتكون من مجموعة قواعد, هذه القواعد هي التي أعطت أشكالاً معينة. وتم

تصنيف هذا المنهج إلى ثلاثة أصناف: النموذج التعبيري و النموذج اللغوي التركيبي والنموذج الرمزي (أحمد, ١٩٩٥ ص ٢٩-٣١).

استمر المعماريون والمصممون حتى ستينيات القرن الماضي يستخدمون هذه المناهج, بحيث كان المصمم يستخدم منهجاً واحداً أو منهجين إلى ثلاثة لتلبية المطلب المعماري وظيفياً وجمالياً وتقنياً مع التفاوت في الأهمية للمطلب في كل مشروع. فالبعض منهم ركز على الجانب الوظيفي مثل عمارة شيكاغو التجارية ومنهم من اهتم بالجانب الجمالي واهتم آخرون بالجانب التقني كما في عمارة " نورمن فورستر" والتي تميزت بتكنولوجيا العالية. حتى طوعت إمكانيات الحاسبة في سبعينيات القرن الماضي لخدمة التصميم المعماري والهندسي. وتم تطوير المنهج العقلاني في التصميم.

٤. ٢. ٧. المنهج العقلاني.

ويركز أصحاب هذا المنهج على المنطق والعقلانية, باعتبار أن العمارة هي علم وفن وحل المشكلة التصميمية ينبغي أن يرتكز على تحليل ودراسة الأسباب والعلاقة بينهما. واعتمد هذا المنهج ثلاث خطوات مترابطة ومتكاملة تبلورت في التحليل والتركيب والتقييم (Broadbent,. 1973. p. 269). وبالتالي الحل المعماري لا يعتمد على الحدس والذوق الشخصي للمصمم. وكان المعماري "جون كرستوفر" ممن اتخذوا هذا المنهج في أعماله المعمارية مع مطلع الثمانينات, حيث شبه عقل المصمم بالحاسوب الذي يخزن المعلومات والبيانات ومن ثم يقوم بتحليلها وتركيبها وتقييمها حتى يصل إلى الحل المناسب.

ومع تطور وانتشار الحوسبة وبرامجها المختلفة بدأ الكثير من المعماريين والمصممين بالاستعانة بها في معظم مراحل العملية التصميمية, مما أثر على نوعية النتاج المعماري. وبعد مناقشة مراحل التصميم المعماري وأهم المناهج التصميمية وخصوصياتها. يتبين لنا أن هذه المناهج ما هي إلا أساليب وقواعد يستطيع المصمم المعماري أن يستعين بواحد منها أو أكثر في المشروع التصميمي الواحد وبحسب ما يتطلبه العمل المعماري.

حيث أن كل منهج لا يخلو من بعض المميزات والعيوب. لذلك يظل القرار لدى المصمم متى يستعين بمنهج دون الأخر. وفيما يلي سنناقش دور الذكاء الصناعي في التصميم وأهمية تكامله مع الإبداع الإنساني.

٥. **التصميم المعماري والذكاء الصناعي**: تبدأ عملية التصميم في الغالب بتخطيط يدوي بسيط يحتوي على الخطوط الأساسية لفكرة المصمم, بعد التخطيط اليدوي **sketch** يتم استخدام الحاسبة. وقد اقتصر دورها في البداية على الأعمال الروتينية المرافقة للتصميم كالرسم والإخراج لمساقط المبنى. بعد ذلك تم تطوير إمكانيتها في توليد الواجهات والقطاعات والمناظير والتفاصيل المعمارية من المساقط الأفقية للمبنى. ونتيجة استخدام الحاسبة المطرد في العملية التصميمية والإخراج قلة العملية الروتينية في العمل المعماري وأصبح لدى المصمم متسع من الوقت للعملية الإبداعية الخاصة به. لكن التصميم المعماري قد تأثر في العقود الأخيرة بالتطور الذي حدث واكتشاف علوم جديدة. فقد ظهر كم من المعلومات اللازم جمعها ودراستها وتحليلها بالإضافة إلى الرسومات الأولية والمجسمات التي يحتاجها المصمم لإنجاز فكرته التصميمية حتى تتلاءم مع متطلبات الأفراد وإمكانيات استخدام الأجهزة المختلفة. وهي تمثل نسبة كبيرة من الجهد والعمل مقارنةً بمرحلة الإبداع والابتكار. وأصبح من الضروري الاستعانة بأنظمة الذكاء الاصطناعي, حتى يسهل الحصول على منتج معماري يفي بالمتطلبات الفنية والوظيفية والإنشائية والجمالية (رأفت, ١٩٩٦ ص ٤٢٣).

ولذلك تم تطوير برامج حاسوبية استخدمت في التصميم المعماري والتي ركزت على دراسة العلاقات الفراغية والتوزيع الداخلي للمباني بما فيها المنظومات المختلفة (الحركية, والإنشائية, والفيزيائية, والتغذية والأمنية...الخ), وتخزين واسترجاع المعلومات لاستعمالها في تصاميم أخرى, وعمل التصاميم الإنشائية وتصاميم الإضاءة والصوت والعزل الحراري وحساب الكميات والتكاليف.

وحتى يستفاد من الحاسبة بشكل أفضل لابد من توفير وتصميم قاعدة البيانات المتعلقة بالمشكلة التصميمية. ولكن مازالت المسؤولية في

التصميم بالحاسبة تقع على المصمم, لما يبذله من عمل وجهد في تغذيتها بالأفكار التصميمية والمعلومات والبيانات والمحددات التصميمية. وبالتالي تنعكس شخصية المصمم في كثير من التصاميم. فالقرارات التصميمية تبنى على أساس تقديره الشخصي للأهمية النسبية لكل محدد بالنسبة لكل مشروع وتحت الظروف المؤثرة (نفس المرجع). ويبرز دور الحاسبة أثناء العملية التصميمية في التقييم المرحلي طبقاً للمحددات التي تم تزويده بها كمكان الفتحات وسمك الحوائط ونوعها. وتصميم المنظومات الأخرى اللازمة للمبنى. بالإضافة إلى الرؤية الكاملة للمشروع مع المحيط (شكل١).

٥. ١. القدرات الإبداعية للذكاء الصناعي في التصميم.

هناك ممن يرى أن الذكاء الصناعي له قدرات إبداعية متميزة وممكن أن تقترب من قدرات المصمم المعماري والعقل البشري بشكل عام. فنتيجة للتفاعل القوي بين الثورات الثلاث فيزياء الكم والبيوجزئية والكمبيوتر يسعى الخبراء إلى بناء آلة تحاكي الذكاء والإبداع الإنساني عن طريق برمجة المنطق والاستدلال الضروريتين في الآلة حتى تفكر. ويفيد عالم النفس السيرنيتي ريتمان أن البرامج في الآلات تستطيع أن تشكل نظرية للتفكير الإبداعي. حيث يقول " إننا مستمرون باستخدام البرنامج كعربة نقل" روشكا, ١٢(١٩٨٩) ص ٢٤٠.

لكن العلم لا يعرف حداً نهائياً للتطور فلا ندري ماذا ستحققه أبحاث المستقبل في مجال التفكير الإبداعي, حيث من المحتمل في منتصف القرن الحالي أن يكون هناك إنسان آلي يمتلك قدرة التميز والإدراك الذاتي. فاليوم وفي المجتمع الذكي لم يعد الذكاء محصوراً على الإنسان فقط, بل صار خاصية موزعة على الآلات والأدوات والنظم والمؤسسات. وبينما كان العقل البشري في منتصف القرن الماضي يتعامل مع الواقع مباشرة أصبح اليوم يتعامل هذا الواقع من خلال الوسائط المعلوماتية والرقمية. وبدأ العلماء يركزون على دراسة وتطوير ثلاثية: العقل-وسيط

المعلومات- والواقع. وقد توصلت تكنولوجيا المعلومات في صنع آلة ذكية تبصر وتسمع وتستنتج منطقياً ومزودة بنظم لفهم الكلام آلياً ونطقه. ويتوقع أنه سيكون هناك في المساكن والمكاتب روبوت يفهم ويتعلم ذاتياً ويدرك بحواسه الصناعية محيطه. لقد ظهر إلى حيز الوجود مجتمع يتسم بسرعة تجاوبه وتكيفه ونهمه الشديد على المعرفة وقدرته العالية على إنتاجها إنه المجتمع المعرفي (علي, ١(٢٠٠١) ص ١٦٥).

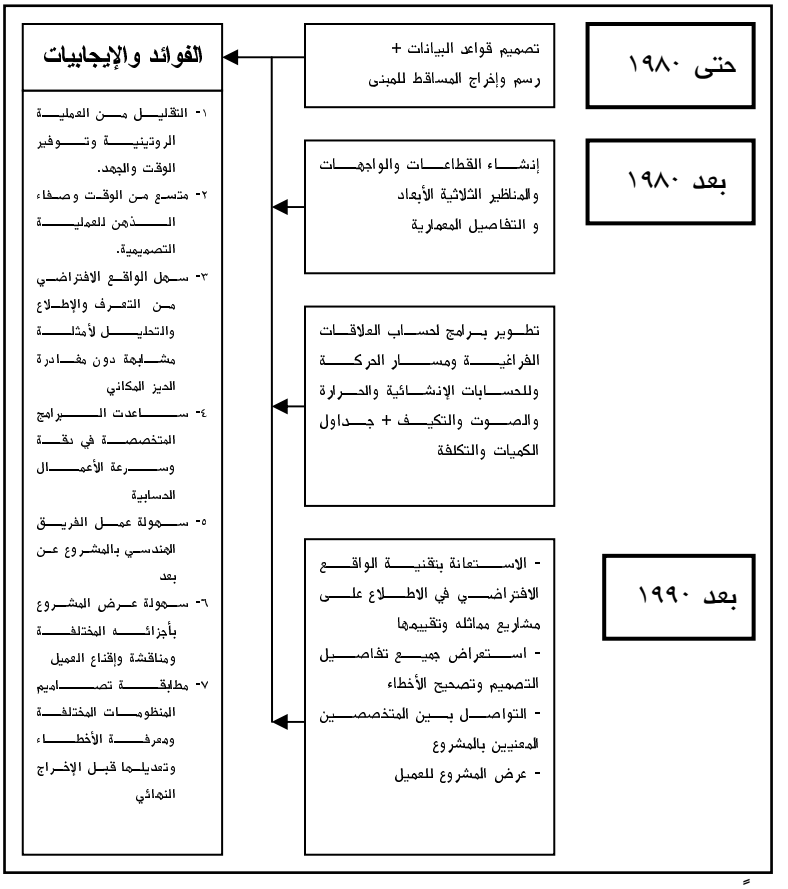
وفي العقدين الأخيرين تحالفت الهندسة الوراثية وتكنولوجيا الأعصاب والمعلومات, لفهم أسرار المخ البشري وللوصول إلى مراكز الإثارة من دون وسيط من المؤثرات الخارجية كالمناظير المثيرة والعقاقير. ويؤكد بعض من العلماء أن كثيراً من هذه التجارب أصبحت ممكنة لولا الوازع الأخلاقي والخوف من المجهول. وليس من المستبعد مستقبلاً تطعيم الحيوي بالصناعي وتوسيع ذاكرة الإنسان بشرائح إلكترونية.

بالرغم من هذه النجاحات في تمثيل الذكاء والإبداع الإنساني في الآلة يرى علماء آخرون أنه أُغفل أهمية رسم خريطة الذكاء الإنساني والتي تمتلك قدراً هائلاً من الطرق والمسارات. ولذلك كانت التجارب غير ناجحة. حيث كانت من المصاعب التي واجهت أجهزة الإنسان الآلية هي مشكلة التعرف على الأنماط, فهي تستطيع أن ترى ولكن لا تستطيع فهم ما تراه إلا بعد ما يتم المقارنة مع الصورة المخزونة في الآلة وهذا يحتاج لساعات وأحياننا لأيام. في الوقت الذي عقولنا البشرية تستطيع التعرف على البيئات المحيطة الجديدة وتميز الصور في غضون جزء من الثانية. فعقولنا تتكون من عدة طبقات متميزة ومتمحورة. فالطبقة الأولى سماها البيولوجي باول ماكلين القاعدة العصبية والتي تتكون من النخاع الشوكي وجذع المخ والمخ الأوسط. وهي التي تتحكم في وظائف الحياة الأساسية مثل خفقان القلب والتعرق ودوران الدم. وهناك طبقة خارجية تسمى القشرة المخية الجديدة والتي هي مسئولة عن التفكير واللغة وإدراك المكان ومجموعة وظائف أخرى (كاكو,١(٢٠٠١) ص ١٠٣-١٠٩).

إن أجهزة الإنسان الآلي الحالية مازالت في الطور البدائي فهي لا تمتلك القاعدة العصبية ولم يتطور لديها الإدراك والمهارات العقلية والعواطف. ويرى جون سيرل -أحد نقاد الذكاء الصناعي- بأن أجهزة الإنسان الآلي ممكن أن تحاكي – بنجاح - التفكير في المستقبل, ولكنها ستظل غير مدركه لما تفكر به. وقد تتمتع هذه الآلات بعواطف ولكن لن تحس بها (نفس المرجع).

وكذلك العملية التصميمية هي عمل إبداعي وابتكاري في الأساس, والإبداع يحدد بوجود نتاج جديد ذي قيمة ولا يمكن حصره بحل المشكلات فقط. فكثير من العلماء يرون أن الوظائف تتوزع بين الإنسان والآلة ويتكاملان في الوظيفة, حيث إن الإنسان هو الفاعل وموضوع العمل الإبداعي خاصة, أما الآلة فهي الأداة المساعدة له (شكل٢). والتكامل بين الإنسان والآلة يتطلب التعاون القوي بين المنظومات التي تعمل وتساهم في إبداع التفكير الإنساني. ولذلك يمكن إقامة تعاون وثيق بين إبداعاتنا في الفن والتصميم وتكنولوجيا المعلومات من خلال تظافر الجهود في دراسة وتحليل وتقييم ظاهرة الإبداع من جوانبها المختلفة.

شكل (١) تطور مراحل التعاون بين التصميم المعماري والذكاء الصناعي والأنظمة الخبيرة



فمثلاً يتميز مخ الإنسان بقدرة عالية على الإلمام بالصورة الشاملة وتميز الأنماط من أشكال وألوان وأصوات وأحاسيس, في الوقت الذي لا يمكن للآلة القيام بذلك. ولكنها تتسم -مقارنة بالذكاء الإنساني- بقدرة هائلة في القيام بعمليات حسابية ومعالجة البيانات والمعلومات وتخزينها واسترجاعها. وفي الجدول التالي أهم الفوارق بين الذكاء الإنساني والصناعي:

م	الذكاء الطبيعي الإنساني	الذكاء الاصطناعي
١	خلاق مبدع ومتسم بالروح الإنسانية والدافعية والانفعالية	غير مبدع ولا يمتلك قيماً من الدافعية والانفعالية والمعاني والمعلومات.

٢	الفاعل وموضوع العمل الإبداعي	أداة مساعدة للإنسان.
٣	يمتلك قاعدة عصبية تمكنه من الإدراك والفهم والعواطف ويتعرف على الأنماط.	لا يمتلك خاصية الإدراك والفهم والعواطف, ولا يستطيع التعرف على الأنماط بسهولة.
٤	يفهم ما تراه العين في جزء من الثانية	يحتاج لمدة طويلة للمقارنة مع الذاكرة المخزونة
٥	يدرك بما يفكر به الإنسان	لا تدرك ما تفكر به الآلة
٦	يستطيع اكتساب المعرفة وامتلاكها بسهوله ووضع المشكلات.	يحتاج عدة برامج معدة مسبقاً ولا يستطيع وضع مشكلات.
٧	معرض للنسيان, ولإنجاز المهام يحتاج الأفراد إلى إعداد وتكاليف وبرامج تدريب.	يتصف بالديمومة, وينجز مهام رئيسية بسرعة وبأقل كلفة من برامج التدريب للأفراد
٨	يجري عدة عمليات في آن واحد.	يمكنه إجراء عمليات متتالية سريعة جداً.

شكل (٢) مقارنة لمميزات الذكاء الطبيعي الإنساني والذكاء الصناعي.

وبالرغم من محدودية الذكاء الصناعي في الإبداع بشكل عام والمعماري بشكل خاص مقارنةً بالإنسان, إلا أنه حقق نجاحاً كبيراً خلال مراحل العملية التصميمية وفي المجالات التالية:

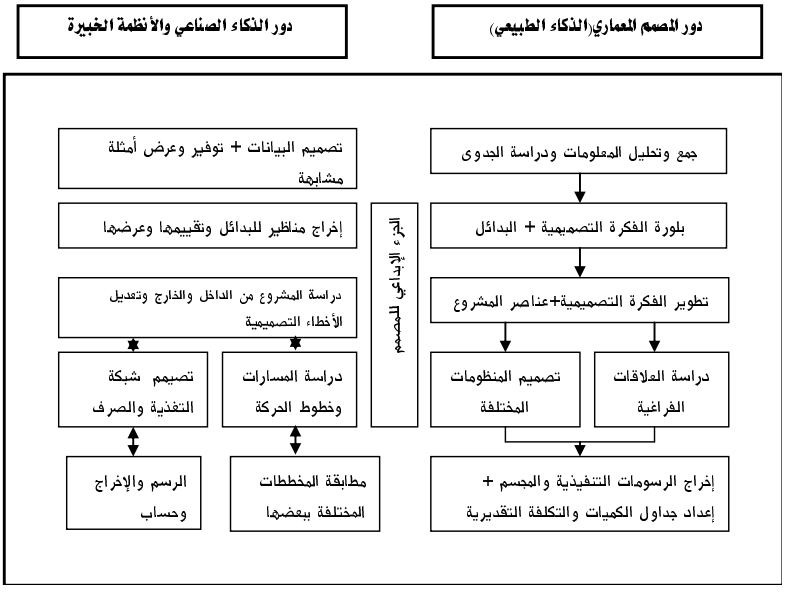
١- تقييم جميع مراحل تصميم المشروع من خلال استعراض الأشكال والبدائل والحركة والتجوال داخله ودراسة العلاقات الفراغية والمنظومات المختلفة وحساب الكميات والكلفة وإخراجه نهائياً.

٢- تسويق المشاريع ومواد وتقنيات البناء المعمارية عبر شبكة الانترنت والأقراص المدمجة.

٣- تسهيل عمل الفريق الواحد باستخدام تقنية **virtual conference"** للتواصل بين الاستشاريين في التخصصات المختلفة ذات العلاقة بالمشروع, وإقناع العملاء من خلال التحرك

داخل المبنى باستخدام خوذة خاصة وعصا في جلسات العرض والنقاش وتعدي حواجز الحدود واللغة.

٤- القيام برحلات علمية وسياحية وزيارة المباني التاريخية والمعاصرة ودراستها عبر الواقع الافتراضي وبدون مغادرة المكان من قبل طلاب الأقسام المعمارية والهندسية والمهتمين. مما له الأثر الكبير في إثراء القاعدة المعرفية والنظرية والفلسفية للعمل التصميمي (شكل٣)



شكل (٣) دعم الذكاء الصناعي لمراحل التصميم المعماري

٦ـ الخلاصة.

مع تطور وانتشار الحوسبة والاتصال الرقمي تأثرت المباني وعناصر الفضاء المعماري. فقد تعددت وظائف المسكن والفراغ المعماري وأمكن التحكم بهما عن بعد, وسعت التجارب إلى ربط عناصر المسكن رقمياً بصاحبه لتخبره بأوضاع مسكنه وبمن يعيشون فيه. مما يحتم على المصممين والمعنيين الأخذ بهذه التطورات أثناء العملية التصميمية. وهذا يحقق فرضية البحث الأولى. وحتى الإبداع المعماري والعملية التصميمية ومراحلها لم يبقيا بمنأى عن الثورة الرقمية. فقد ساعدت الحوسبة

والـذكاء الصـناعي والواقـع الافتراضـي في تطـوير النتـاج المعمـاري مـن خـلال تحليـل البيانـات والاطـلاع علـى الأمثلـة المشـابهة وتقيـيم البـدائل والـتخلص مـن الأخطـاء التصـميمية وإقنـاع العميـل وسـهولة التواصـل مـع بقيـة التخصصـات المعنيـة ومطابقـة المنظومـات وإخـراج الرسـومات وعمـل الحسـابات المختلفـة للمشـروع وتسـويقه. إلا أن الإبـداع الفكـري والتصـميمي مـازال مـن مهـام العقـل الإنسـاني المصـمم. وعليـه مسـتقبل التصـميم المعمـاري ينبغـي أن يكـون بالتكامـل بـين الإبـداع البشـري والـذكاء الصـناعي وهذا يحقق فرضية البحث الثانية.

٧ـ الاستنتاجات:

١- ربـط عناصـر المبنـى والفراغـات المعماريـة بشـبكات الاتصـال والحاسـوب, وابتكـار وظـائف جيـدة لهـذه العناصـر المعماريـة مـن خـلال قيامهـا بـبعض النشاطات إلى جانب وظائفها التقليدية المعروفة.

٢- اسـتغلال الفضـاء المعمـاري لأكثـر مـن وظيفـة مثـل المنـزل للسـكن والتعلـيم والتسلية...الخ بفضل الحوسبة والشبكة الرقمية وبدون تغير جوهري يذكر في عناصر وأثاث الفضاء المعماري.

٣- الانتشار المطرد للمعلوماتية يحتم علينا إعادة النظر بشكل جوهري في مواضيع التعليم المعماري في أقسامنا المعمارية وعدم الاكتفاء بالحوسبة على إنجاز الأعمال الروتينية كالرسم والإخراج والطباعة فقط.

٤- يخشـى الحد مـن تنميـة القـدرات الإبداعيـة والخياليـة والمهـارات لـدى المصـمم والمرتبطة بيده في ظل انتشار استخدام الذكاء الصناعي في التصميم.

٥- رغم التقدم الذي حققته هندسة الذكاء الصناعي والنظم الخبيرة, إلا أنها حتى الآن لم تتطـور في مجـال الإبـداع الفـني والتصـميم المعمـاري الـذي يقـترب مـن قدرات العقل والمخ البشري. ومازالـت المسؤولية في التصـميم تقـع علـى ذكـاء وإبداع المصمم.

٨ـ التوصيات

١. لتطوير العملية التصميمية والاستفادة من إمكانيات الذكاء الصناعي تقترح الدراسة الآتي:

١. ١. إدراك وفهم إمكانية الإبداع البشري والعمل اليدوي والذكاء الصناعي ووضع خطة منهجية للعمل التصميمي وتحديد متى يستعان بكل منهما مع الأخذ بأسلوب التغذية المرتدة.

١. ٢. إعداد نماذج تجريدية قابلة للتطوير. بشرط أن تحقق:

- المفهوم الفكري والنظري للعمارة والمنطق والهندسة والرياضيات والنسب.
- مبدأ المرونة وقابلية الاختبار للموقع والتوجيه والتكوين والمساحات والعلاقات الفراغية.

٢. المبادرة في توفير وتطوير التقنيات والبرامج المتعلقة بالذكاء الصناعي والواقع الافتراضي وإعداد وتنفيذ برامج تعليمية ودورات تدريبية لطلاب كليات العمارة والهندسة ومهندسي المؤسسات العاملة في مجال التصميم المعماري والهندسي.

٣- ضرورة الأخذ بعين الاعتبار بتكنولوجيا الحوسبة والاتصال الرقمي كجزء من المنظومات المختلفة للمبنى أثناء العملية التصميمية والتنفيذية.

٤- عمل دراسات معمارية سلوكية لأثر المتغير التكنولوجي والمعلوماتي الرقمي على سلوك الإنسان في الفراغ المعماري.

المراجع العربية:

١- أحمد, د. محمد شهاب: العمارة - قواعد وأساليب تقييم المبنى. دار مجدلاوي. الأردن. عمان. ١٩٩٥,

٢- إبراهيم, أحمد معوض عوض: الواقع الافتراضي في التصميم المعماري. الثورة الرقمية وتأثيرها على العمارة والعمران. المؤتمر المعماري الدولي السادس. جامعة أسيوط. أسيوط. ٢٠٠٥,/٣

٣- التكريتي, سعد غالب: نظم مساندة القرارات. دار المناهج. عمان. ٢٠٠٣,

٤- بريفر, آسا و بورك, بيتر: التاريخ الاجتماعي للوسائط- من غتنبرج إلى الإنترنت. ترجمة مصطفى محمد قاسم. عالم المعرف. الكويت. ٢٠٠٥/٥.

٥- راشد, أحمد يحي: تطوير التعليم بين الإمكانيات والطموح. تقيم تجربة استخدام الحاسبات المحمولة في تدريس مادة تاريخ ونظريات العمارة. الثورة الرقمية وتأثيرها على العمارة والعمران. المؤتمر المعماري الدولي السادس. أسيوط. ٢٠٠٥,/٣

٦- رأفت, علي: ثلاثية الإبداع المعماري, البيئة والفراغ . المجلد الأول. مطابع الشرق, الجيزة. ١٩٩٦,

٧- روشكا, الكسندر: الإبداع العام والخاص. عالم المعرفة. العدد ١٤٤. الكويت.

٨- كاكو, ميتشيو: رؤى مستقبلية: كيف سيغير العلم حياتنا في القرن الواحد والعشرين. ترجمة د. سعد الدين خرفان. عالم المعرفة. العدد ٢٧٠. الكويت.١(٢٠٠١).

٩- عبدالحميد, شاكر: عصر الصورة. السلبيات والإيجابيات. عالم المعرفة. العدد ٣١١. الكويت. ١/ ٢٠٠٥ .

١٠- علي, د. نبيل: الثقافة العربية وعصر المعلومات. عالم المعرفة. الكويت. العدد ٢٦٥. ١(٢٠٠١).

١١- علي, د. نبيل وحجازي, د.نادية: الفجوة الرقمية. عالم المعرفة. الكويت. العدد ٣١٨. ٨(٢٠٠٥).

١٢- غزلان, نبيل: سيناريوهات الأفق الرقمي. مستقبل الثورة الرقمية ". كتاب العربي. الكويت. يناير ٢٠٠٤.

المراجع الأجنبية:

1- Bauhaus-Universitaet Weimar: global village- perspektiven der Architektur. 8. Inter. Bauhaus-Kolloquium. 10/1990. Weimar. 2000.
2- Broadbent, G.: Design in Architecture. London. 1973.
3- Ching, Francis: Architecture: Form- Space & Order. VNR company. NY. 1979.
4- Gedion, Siegfried (1982): Space, Time and Architecture,5Ed. Cambridge, Massaschsetts.
5- Kadatz, Hans-Joachim: Woerterbuch der Architektur. Leipzig. Germany. 1988.

6- Van den Boom, Holger: Betrifft Design- Unterwegs zur Designtheorie in fuenf Gedankengaenge. VDG. raunschweig. 1994.