الرسوم اليدوية قبالة الرسوم الحاسوبية في طور التصميم المعماري المفاهيمي

د. ضحى عبد الغني عبد العزيز القزاز
مدرس في قسم الهندسة المعمارية / جامعة الموصل

الخلاصة

في السنوات الأخيرة، يُطرح الجدل في الأوساط المعمارية الأكاديمية وغير الأكاديمية حول قيمة الرسوم اليدوية التخطيطية في كلا التعليم والممارسة المهنية كنتيجة لشيوع إستخدام أدوات الرسم الحاسوبية التي تتسم بالسهولة النسبية في تمثيل وإظهار وإدراك التصميم بإستخدام تقنيات حاسوبية كبرمجيات القولبة البارامترية والنمذجة السريعة. وتعد مرحلة التصميم المفاهيمية الأكثر أهمية في العملية التصميمية. فبالرغم من حقيقة أن معظم أنظمة الرسم الحاسوبية أمثال AutoCAD و 3DMAX موجهة بالأساس نحو المرحلة الأكثر تفصيلا من العملية التصميمية، إلا أن البعض من المعماريين قد تخلوا عن إستخدام القلم والورقة متوجهين نحو الحاسوب خلال عملية إبتداع الأفكار التصميمية.

يتحرى البحث عن مناحي القصور في أنظمة الحاسوب المساعد في الرسم والتي تجعلها غير كفوءة في تلبية بعض المهام التي تقوم بها الرسوم اليدوية في بداية العملية التصميمية. لإنجاز هذا الهدف، يعرّف البحث في جزئه الأول المهام التي تنجزها الرسوم اليدوية في مرحلة التصميم المفاهيمي. ويتبنى البحث في جزئه الثاني هذه المهام أساسا في التحري عن إمكانيات تلبيتها من قبل أدوات الرسم الحاسوبية وذلك عن طريق إستقراء كلا الطروحات النظرية والممارسات العمليّة التي وظّفت الأدوات الحاسوبية في بناء أفكارها التصميمية. وأخيرا يعرض البحث إستنتاجاته حول مناحي الضعف والقوة في إستخدام تقنيات الرسم الحاسوبية في طور التصميم المفاهيمي.

الكلمات الدالة: الرسوم اليدوية، الرسوم التخطيطية، الرسوم الحاسوبية، مرحلة التصميم المفاهيمي .

Freehand Drawings versus CAD Drawings in the Conceptual Architectural Design Phase

Dr. Dhuha Abdulgani Abdulaziz Al-kazzaz
Lecturer in Dept. of Architectural Engineering / University of Mosul

Abstract:

In the last decade, the value of freehand drawing as a design tool in both education and practice is open to debate as a result of the accessibility of digitised drawing tools such as CAD systems and the relative ease with which a design can be presented and realised using computerised techniques such as parametric modelling and rapid prototyping. The conceptual design stage is the most critical in the design process. Despite the fact that most of the widespread computer aided design systems (such as AutoCAD and 3DSMax) are primarily directed towards the more detailed stage of design process. Even so, there are architects today who have abandoned the use of a pencil and paper, turning to the computer during the creation of their design concepts.

The paper investigates the limitations of Computer Aided Drawing (CAD) systems which make them unable to satisfy what freehand drawings are doing for the initial design phase. To achieve this aim, the first section of this paper puts forward a framework for the main roles of freehand drawings through the conceptual design process. The second section investigates the capabilities of computer aided drawing tools to achieve these roles by depending on the theory and practice of the use of CAD tools at the initial design stage. The third section concludes the weakness and strength of computer aided drawing systems in the conceptual design phase. The paper ends with recommendations.

Keywords: freehand drawings; sketches, CAD drawings; conceptual design phase

أستلم: 13-3-2013 **قبل: 26-5-2013**

1. المقدمة: الحاسوب المساعد في الرسم (الكاد) بدلا من الرسوم اليدوية– المخاوف والهواجس

في عملية التصميم المعماري، تعدّ الرسومات الأدوات الرئيسية لتمثيل المعرفة المعمارية. إذ تمثل الرسوم التخطيطية[1] sketches المنجزة يدويا الفعالية الأساسية في المراحل المبكرة من عملية التصميم. ولازالت تمثل واحدة من الأدوات الحدسية والأكثر طاقة المستخدمة في مرحلة التصميم المفاهيمي. فالحجة الأقوى لصالح الرسوم التخطيطية اليدوية هي أن المعماريين يفكرون بإستخدام القلم والورقة في اليد (Do & Gross، 2001). إلا أن الإنتشار الواسع لأدوات الحاسوب المساعدة في الرسم أثرت على وأدت الى تراجع مهارات الرسم اليدوي التي يكتسبها الطلبة في المدارس المعمارية، والتي تثير المخاوف من إحتمالية تلاشي وإضمحلال هذه الفعالية. ففي بيئة التصميم الحاسوبية، يشير البعض الى أن الإختفاء النهائي لفعالية الرسم التخطيطي المادي من العمل الحي المبدع أمر لامفر منه (O'Donnell، 2009، ص6). فالإستخدام الشائع لأدوات الكاد يؤثر على تطوير المعماريين الشباب لمهارات الرسم اليدوي ويحدّ من حافزهم وقدرتهم على الرسم التخطيطي بسبب إنجازهم للقليل من الرسومات اليدوية والذي قد ينجم عنه وجود أجيال من معماريي المستقبل الغير قادرين على التعبير عن أفكارهم بالرسوم التخطيطية اليدوية (Lawson, 2004, p39). إذ تعدّ الرسوم التخطيطية الطريقة الطبيعية والكفوءة لإطلاق الأفكار الجديدة، بخلاف الرسوم الحاسوبية التي تكون فعّالة في المراحل التصميمية اللاحقة لوضع الأفكار (.Elsen et al، 2012، ص281). فإستخدام الحاسوب في الرسوم يحجب النهج الشخصي والمتفرد للمصمم (O'Donnell، 2009، ص8).

ويشير .Elsen et al الى مشكلة تقليص التركيز على فعالية الرسم التخطيطي اليدوي، معتبرا "أنها تبقى الأداة الحاسمة والمهمة في التصميم الأولي، إلا أن الوقت المخصص لها خلال عملية التصميم وطور التطوير يتناقص تدريجيا، بخلاف التأكيد المتزايد على أدوات الرسم بمساعدة الحاسوب Computer Aided Drawing (CAD). فبالرغم من أن المصممين يستخدمون الرسوم التخطيطية بشكل أقل، إلا أن إعتمادهم على ادوات الرسم الحاسوبي CAD في دعم التصميم الأولي يكون بطيئا". إذ تتسم الأدوات الحاسوبية بعدم ملائمتها لمرحلة وضع الأفكار، إلا أنّ المصممين يوجهون بعض وظائفها لفعل ذلك بإستخدام أدوات النمذجة الخام الثلاثية الأبعاد (2012، ص 282). فبرامجيات الرسم مثل AutoCAD تكون صعبة الإستخدام خلال طور التصميم المفاهيمي الذي يتضمن الرسم التخطيطي للفكرة التصميمية. حيث يتم التفاعل بين المستخدم والنظام بواسطة أدوات مثل لوحة المفاتيح أو الفأرة والتي تفتقر الى الحرية التي يوفرها القلم للمصمم (Yu & Zhang، 2007). فعلى النقيض من الرسوم الحاسوبية، يمكن إنشاء الرسوم التخطيطية اليدوية بسرعة وسهولة لتنقل المعلومات حول التصميم (Masry & Lipson، 2005).

في واقع الممارسة المعمارية الحالية يستخدم المصممون كلا الرسوم التخطيطية وأدوات الرسم الحاسوبي CAD عند الحاجة من دون الإهتمام بمعرفة الطور الصائب في العملية التصميمية لإستخدامهم. وعليه تتبلور المشكلة الخاصة بالبحث حول **تعريف المهام التصميمية التي يمكن توظيف الأدوات الحاسوبية فيها كبديل كفوء عن الرسوم اليدوية في مرحلة بناء الأفكار التصميمية**.

يستعرض البحث في الفقرة التالية الأدبيات التي تناولت الأدوار الإيجابية والسلبية لأدوات الرسم اليدوية والحاسوبية المستخدمة في عملية التصميم المفاهيمي لإستخلاص مناحي القوة والضعف في كل منهما.

2. أدوات الرسم اليدوية والحاسوبية – المزايا وأوجه القصور

أشارت دراسة Lawson (2004) الى دور كلا الرسوم اليدوية والحاسوبية في العملية التصميمية. إذ صنفت الدراسة الرسوم المعمارية الى ثمانية أنواع هي: رسوم الإظهار Presentation drawings، ورسوم تعليمات التنفيذ Instruction drawings، ورسوم التشاور Consultation drawings، والرسوم التجريبية Experiential drawings، والرسوم التوضيحية Diagrams، والرسوم الرائعة Fabulous drawings، والرسوم الإفتراضية Proposition drawings، وأخيرا الرسوم الحسابية Calculation drawings. وإعتبرت الدراسة أن تقنيات الرسم الحاسوبية في برامجيات CAD التقليدية والتي تعتمد نظام الموجّه vector[2] تكون غير صالحة في حالة الرسوم التجريبية، والرسوم الرائعة، والرسوم الإفتراضية التي تملك التأثير الأعظم في المراحل الأولية من العملية التصميمية. بخلاف ذلك تشير الدراسة الى منفعة أدوات الرسم الحاسوبية في رسوم الإظهار ورسوم تعليمات التنفيذ التي تُوظّف في المراحل

[1] يستخدم البحث مصطلح الرسوم التخطيطية للإشارة الى مفهوم Sketches.

[2] في نظام Vector-based drawing المتبع في برامجيات ال CAD، لرسم خط مستقيم نؤشر أولا نقطتين لرسم خط بينهما حيث يخزن الحاسوب النقطتين مع المعلومات حول سمك الخط ولونه. بخلاف نظام pixel-based drawing الذي يكون الخط معرفا بدلالة مجموعة من النقاط المقاربة للخط المرسوم.(Lawson، 2004، ص68)

اللاحقة لوضع الأفكار التصميمية (Lawson، 2004، ص 70). وبناءا عليه فإن دراسة Lawson تقسّم المهام التصميمية بين الرسوم اليدوية والرسوم الحاسوبية معتبرة أن الرسوم اليدوية هي الأكثر نجاحا في مراحل التصميم الأولية.

من ناحية أخرى، حددت دراسة Elsen & et al. (2010، ص 56) بشكل مفصّل إيجابيات وسلبيات كل من الرسوم اليدوية والرسوم الحاسوبية في العملية التصميمية. إذ أشارت الدراسة الى مزايا الرسوم اليدوية كونها تتسم بالسرعة والسهولة، وتسمح بإستكشاف المشكلة/الحل من خلال أدنى محتوى. فهي تجعل إدراك فضاء المشكلة الواسع والمعقد سهلا. وتسمح بالإكتشافات غير المتوقعة من خلال الإستغلال العالي للفرص وإستخدام آليات الرؤية – التحوير – الرؤية، والحفاظ على ديناميكية الإستكشاف. كما تسمح بمستويات مختلفة من التجريد والغموض. وتمكّن من ستراتيجية التوسع المستعرض التي تسمح بإستكشاف بدائل أكثر. وتنشئ ذاكرة ورقية التي تمثل ذاكرة عاملة خارجية حقيقية. وتدعم التواصل وإنشاء أنظمة مرجعية شائعة، إذ أنها تمثل واجهة طبيعية وحدسية وتقليدية. أما عيوب الرسوم اليدوية فقد حددتها الدراسة بالغموض، وبأنها شخصية للغاية مع محتوى ضمني ومستوى منخفض من الهيكلة، وتبقى جامدة ثابتة (تمثيل غير متفاعل). ويكون زمن الإنتاج بطيئا (بالرغم من مساعدتها على إنضاج الأفكار والتمعن فيها).

أما الرسوم الحاسوبية فتشير الدراسة الى مزاياها الإيجابية المتمثلة بكونها أداة قوية في دراسات الجدوى: كالحساب والأمثلية والمحاكاة لأي نوع من القيود المتعددة (قيود فيزياوية، قيود إنتاج، ..). كما أنها تمكّن المصمم من الوصول السريع نسبيا الى التصور المرئي الثلاثي الأبعاد لغرض تقييمه. وتسهّل التحوير عن طريق إستخدام المقاييس البارامترية. وتسهّل التواصل التقني وتبادل المعلومات عن طريق توحيد صيغ تنظيم المعلومات. وقد تقود أحيانا الى الثبات الإيجابي السابق لأوانه في الأفكار. أما سلبيات أدوات الرسم الحاسوبية فتكمن في إتباعها لستراتيجية التعمق خلال عملية وضع الأفكار التي تقود الى إنتاج عدد أقل من البدائل. وتفترض واجهة متكونة من WIMP (Windows, Icons, Menus, Pointing device) تتسم بكونها غير طبيعية وتصرف المستخدم عن المهمة التصميمية. ويمكن أن تتسبب بفقدان الوثائق في حالة تغيير الإستخدام، ومشاكل في النقل وعدم التوافق بين البرامجيات، إضافة الى التفسيرات الخاطئة. ويتطلب الإستخدام الملائم لبرامجيات الحاسوب التدريب لأشهر عديدية. ولايدعم الإبداع المعتمد على إستغلال الفرص. ويقود أحيانا الى الثبات السلبي بالأفكار غير الناضجة. ويحث على عمليات الحذف والتحويرات المتكررة التي تحدّ من إحتمالات إلتقاط عقلانية التصميم (Elsen et al.، 2010، ص56). بناءا عليه، فإن دراسة Elsen et al. إستعرضت العديد من المناحي الإيجابية والسلبية الناتجة عن إستخدام كل من الرسوم اليدوية والحاسوبية، إلا أن الدراسة لم تعتمد مهاما أو مفاهيما مشتركة أساسا للمقارنة بينهما.

مما تقدم يتضح أن الدراستين لم تقارنا تقنيتي الرسوم اليدوية والحاسوبية في ضوء أدائهم لنفس المهام التصميمية في المراحل الأولية لعملية التصميم. وبناءا عليه، تبلورت المشكلة البحثية (**بعدم وجود تصور واضح وشمولي حول جوانب القوة في أدوات الرسم الحاسوبية التي تجعلها بديلا كفوءا عن أدوات الرسم اليدوية في طور التصميم المعماري المفاهيمي**). لذا يهدف البحث الى تشخيص النواحي الإيجابية والسلبية في أدوات الرسم الحاسوبية في المراحل الأولية لعملية التصميم المعماري. لإنجاز هذا الهدف، حددّ البحث الخطوات التالية:

- تحديد المهام التي تنجزها الرسوم اليدوية التخطيطة في مراحل بناء الفكرة التصميمية.
- إعتماد هذه المهام أساسا في طرح تصورات البحث الإفتراضية حول قدرة أدوات الرسم الحاسوبية على إنجازها.
- للتحقق من فرضيات البحث، يتم التحري عن إنجاز هذه المهام من قبل أدوات الرسم الحاسوبية في المراحل الأولية لعملية التصميم عن طريق الإستعانة بكل من الطروحات النظرية ذات العلاقة من جهة والممارسات المهنية المتمثلة بمشاريع معمارية عالمية إعتمدت أدوات الحاسوب في إنتاجها من جهة أخرى.
- إستنتاج جوانب القوة والضعف في أدائية تقنيات الرسم الحاسوبية للمهام المناطة بالرسوم اليدوية خلال عملية التصميم المفاهيمي.

يتناول البحث في فقرته التالية تعريفا بأدوار الرسوم اليدوية التخطيطية في المراحل البدئية لعملية التصميم.

3. مهام الرسوم اليدوية التخطيطية في مرحلة وضع الأفكار التصميمية المعمارية

تناولت العديد من الدراسات أهمية الرسوم التخطيطية اليدوية في مرحلة توليد الأفكار المعمارية وحددت أدوارها في مجموعة من المهام. ومن هذه الدراسات:

1.3 دراسة Oh (2004)

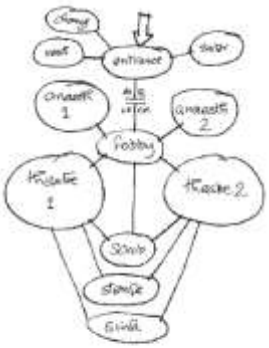
حددت دراسة Oh ثلاث أدوار أساسية للرسوم اليدوية التخطيطية في العملية التصميمية بوصفها أداة لإستخراج أفكار المصممين externalising، وأداة للتواصل communicating، وأداة للتمعّن في الأفكار التصميمية ونقدها reflecting on design ideas. إذ يلجأ المصممون الى الرسوم التخطيطية اليدوية لتمثيل الصور المرئية في عقولهم، حيث تساعد على فهم وتصوّر الأفكار التصميمية. كما تسهّل الرسوم التواصل بين المصممين المشاركين بالعملية التصميمية، وبواسطتها يتواصل المصممون أيضا مع زملاء العمل وأصحاب المصلحة وعامة الناس. كما تخدم الرسوم اليدوية كشكل من التواصل الذاتي للمصمم مع نفسه، حيث يفسر المصممون الرسومات ليتواصلوا في حوار مع أنفسهم حول الأفكار التصميمية المسجلة فيها. كما تساعد الصور المرئية للرسوم على الورقة المصمم على رؤية إكتشافات غير مقصودة. وأخيرا تحفز الرسوم التخطيطية المصمم على النقد والتمعّن، إذ يلجأ المصممون في مراحل التصميم المبكرة الى توليد الحل التصميمي وتقييمه ومن ثم التمعن فيه وتغييره. فالرسم اليدوي يمثل أداة في عملية النقد وإعادة الإنتاج، حيث يستخدم المصممون الرسومات لإستخراج الأفكار ومن ثم التمعن فيها لتطوير تصاميمهم الى مدى ابعد. إذ يطور المصممون أفكارهم ويحورونها عن طريق إختبار الرسومات والتفاعل معها.

يتضح مما تقدم أن دراسة Oh (2004) عرفت ثلاث أدوار أساسية للرسوم اليدوية في مراحل التصميم الأولية وهي أداة لإستخراج الأفكار أولا، وأداة للتواصل مع الفريق التصميمي والعامة إضافة الى الحوار مع النفس ثانيا، وأخيرا أداة للتمعن في الأفكار بهدف تطويرها.

2.3 دراسة Lawson (2004)

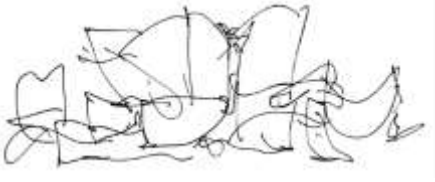
تناولت دراسة Lawson دور الرسوم المعمارية في المراحل المختلفة من العملية التصميمية. حيث أشارت الدراسة الى أربع أنماط من الرسوم اليدوية الممكن إستخدامها في مراحل وضع الأفكار التصميمية وهي: الرسوم التجريبية، والرسوم التوضيحية، والرسوم الرائعة، والرسوم الإفتراضية.

بالنسبة الى الرسوم التجريبية Experiential drawings، يشير Lawson الى أنها جزء حقيقي من البنية التحتية المعرفية للمصمم وتمثل دليلا مهما حول مايعرفه المصممون وكيف يفكرون. فهي تمثل أفضل طريقة لإستيعاب الأفكار التصميمية (2004، ص38).



الشكل 1: الرسوم التوضيحية (Lawson، 2004، ص44)

ويطلق Lawson على الرسوم التوضيحية Diagrams برسوم التفكير التي تقلص التعقيد بوضع أحكام تحدّ تلقائيا من المعرفة المطلوبة في ذلك التمثيل. إذ تعبر عن المعرفة بدقة ووضوح (كالعلاقات مثلا) وتتضمن معلومات أخرى غامضة (كالحجم والموقع) وتزيل المعلومات الأخرى (كشكل المخطط مثلا) كما في الرسوم التوضيحية الفقاعية 'bubble diagram' (الشكل 1) التي تشير الى كلا أحجام عناصر التصميم والعلاقات بينها. فهذه الرسوم تلخص خصائص المشكلة التصميمية وتأخذ دور الوديعة المخولة الثابتة لتلك المعرفة والتي تساعد المصمم على تذكر المعلومات. (2004، ص40 - 43).

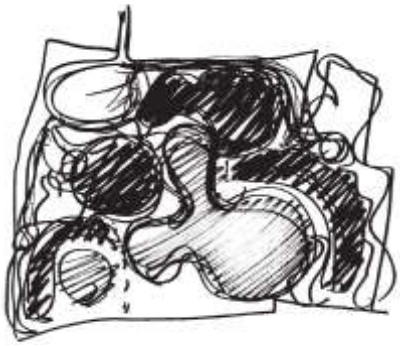


الشكل 2: رسم تخطيطي للمعماري Gehry (Lawson، 2004، ص44)

ويعرف Lawson الرسومات الرائعة Fabulous drawings بأنها الرسومات ذات التأمل العالي التي تعبر عن نوعيات فنتازية، وقد تتسم أحيانا بالمظهر الفني. وهذه الرسوم لاتستخدم لإختبار الأفكار بل لتطويرها، فهي تساعد في تطوير الأفكار المبدعة. وهي في الغالب تمثل شيء ما لايمكن تواجده في الواقع. مثال لهذا النوع من الرسوم موضح في الشكل (2) المرسوم من قبل المعماري فرانك جيري في تصميم Walt Disney Concert Hall في لوس أنجلوس الذي يناقض الموديل الحاسوبي لهذا التصميم. (2004، ص43-44)

وأخيرا يعرف Lawson (2004، ص45-49) الرسوم الإفتراضية Proposition drawings بأنها قلب العملية التصميمية، والتي بواسطتها يتحرك المصمم ويفترض نتائج تصميمية ممكنة كما في الشكل (3). فهي تمثل حوار المصمم

مع الرسم، والتي بواسطتها يستخرج المصمم بعض خصائص الحالة التصميمية ليختبرها بتركيز. فهي تشبه عملية تجميد شيء ما لإستكشاف الآثار المترتبة عليه. فهذه الرسوم تتغير مع التقدم في العملية التصميمية من الغامض والتخطيطي الى الأكثر دقة. ويمكن ملاحظة ذلك بتتبع تسلسل هذه الرسومات والتي تجسد فكرة أن الرسم يتحاور في محادثة. وأكدت الدراسة أن الفكرة حول العديد من الرسوم التصميمية هي تطوير وإنشاء الحل عن طريق تحويرها لمرات عديدية. (Lawson، 2004، ص42)



الشكل (3): رسم إفتراضي للمعماري Ken Yeang (Lawson، 2004، ص46)

يتضح مما تقدم أن تصنيف Lawson للرسوم الممكن إستخدامها في مرحلة وضع الأفكار التصميمية يتضمن عدة مهام منها دور هذه الرسوم في الكشف عن معارف المصمم وأسلوب تفكيره، كما أنها أداة لخزن المعلومات وتذكّرها، وأداة لإختبار وتطوير الأفكار، وأخيرا أداة للحوار مع المصمم.

3.3 دراسة القزاز (2008)

تناولت دراسة القزاز دور الرسوم اليدوية التخطيطية والتوضيحية في المراحل الأولية لعملية التصميم. إذ حددت الدراسة ثلاث أدوار رئيسية لها وهي: دورها كأداة للتفكير التصميمي، ودورها كأداة للتواصل وأخيرا دورها كأداة للتفسير والتعليل.

بالنسبة الى دور الرسوم اليدوية كأداة للتفكير، تشير الدراسة الى وجود نمطين من التفكير بإستخدام الرسوم اليدوية الأول يمثل التفكير المفاهيمي conceptual thinking المتجسد في الرسوم اليدوية المجردة والثاني التفكير الحسي perceptual thinking المتجسد في الرسوم المادية التمثيلية. وتعتبر الدراسة أن الرسوم اليدوية كأداة تفكير تسهم بدور فاعل في ثلاث مراحل تصميمية وهي مرحلة الإستكشاف ومرحلة الإستخلاص ومرحلة التطوير. ففي مرحلة إستكشاف الأفكار التصميمية يتم إستخدام الرسوم اليدوية لتوسيع وتحفيز تفكير المصمم، وتنويع الحلول التصميمية، والتجريد المتمثل بالتركيز على القضايا الأهم وإهمال التفاصيل. إذ يستخدم المصمم في هذا الدور ثلاث أنماط من التفكير وهي التفكير التحليلي والتفكير الإسترجاعي والتفكير التأملي. بينما يتمحور دور الرسوم اليدوية كأداة تفكير في مرحلة الإستخلاص حول كل من فعالية التركيب التي تكون الرسوم فيها أداة لإستعراض الحلول والمقارنة بينها، وفعالية التقييم التي تكون الرسوم فيها أداة لإختبار الحلول والتحقق منها. أما دورها كأداة تفكير في مرحلة التطوير فيهدف الى إجراء التحولات للوصول الى إعادة التفسير أو الى إكتشافات غير متوقعة.

وتشير الدراسة دور الرسوم اليدوية كأداة للتواصل بين المعماري وذاته، والمعماري والفريق التصميمي أو المعماري وعامة الناس. مؤكدة أن الرسوم تمثل ذاكرة خارجية لخزن الأفكار التي تخضع للفحص بهدف تنقيحها. وأخيرا تعرّف الدراسة دور الرسوم اليدوية كأدوات للتفسير والتعليل تكشف عن قصدية المصمم المتمثلة بمحتوى النتاج والطريقة التصميمية المتبعة في الوصول إليه.

يتضح مما تقدّم أن دراسة القزاز تعرّف أدوار الرسوم اليدوية في المراحل المبكرة لعملية التصميم كأداة للتفكير التحليلي أو الإسترجاعي أو التأملي التي توسّع تفكير المصمم وتنوّع الحلول وتجردها من التفاصيل، ودورها كأداة تفكير تساعد في إستعراض الحلول والمقارنة بينها إضافة الى إختبار الحلول لتقييمها والتحقق منها، ودورها كأداة تفكير تسهم في إجراء التحولات لتطوير الحلول. وتمثل الرسوم اليدوية أيضا أداة للتواصل بين المعماري وذاته والمعماري والآخرين إضافة الى كونها أداة لتفسير وتبرير مقاصد المصمم وأسلوب عمله.

4.3 دراسة Cook & Agah (2009)

أشارت دراسة Cook & Agah الى أن الرسوم اليدوية بالقلم والورقة تتكون من ثلاث عناصر الأول منها يمثل المكون العقلي الذي تطلق علية رد الفعل feedback، معتبرة أن المصمم يشاهد بإستمرار أثناء الرسم نتائج كل جرة قلم ويعيد تفسير الصورة المرئية على الورقة، مقارنا إياها بتصوره الذهني. وأثناء إجراء المصمم للتعديلات على الرسم التخطيطي لجعله أقرب الى الصورة الذهنية لديه، فإنه يستخدم تلك الفروقات في تحديث الصورة الذهنية لديه ويحاول طرح مفاهيم جديدة أو يبلور المناطق الغير ملموسة بعد. أما العنصر الثاني للرسوم التخطيطية فيتمثل بتكرار وإعادة الرسم فوق بعضه حيث يضيف المصمم تدريجيا علامات جديدة مرسومة فوق الخطوط المرسومة سابقا لبناء وتأكيد بعض عناصر الرسم

التخطيطي بينما يقلل من اهمية خطوط أخرى. فهي تمنح الرسوم مظهرا ذي سمة غامضة والتي تسمح للمصمم بتغيير الرسوم كما تسمح له بالتغذية الإسترجاعية (رد الفعل) عن طريق تغيير الصورة الذهنية لديه. أما المكون الثالث للرسم التخطيطي فيمثل التحسين التدريجي الذي يطور الأفكار بواسطة التغذية الإسترجاعية (رد الفعل) وإعادة الرسم. فمع التقدم في الرسم التخطيطي فإن المصمم يبدأ بأشكال بسيطة وأفكار واسعة التي يحسّنها مع التجريب والإستكشاف وصولا الى وصوفات مفصلة وملموسة. (2009، ص202)

وتشير الدراسة أيضا الى دور الرسوم التخطيطية في النمذجة modelling بوصفها فعالية مادية وعمليات عقلية التي تشكل الأساس لحل المشكلة التصميمية وتطويرها وأساس للتفكير المبتكر للتصاميم المهتمة بالنمذجة الثلاثية الأبعاد (Cook & Agah، 2009، ص203)

يتضح مما تقدم أن دراسة Cook & Agah تعرف دور الرسوم اليدوية في عملية التفكير التصميمي إضافة دوره في عملية التجريب وعملية تحسين وتطوير الأفكارالتصميمية.

4. الخلاصة: مهام الرسوم اليدوية التخطيطية في مرحلة وضع الأفكار التصميمية المعمارية

في ضوء ماتقدّم، يطرح البحث تصوراته الشمولية حول دور الرسوم اليدوية في مراحل وضع الأفكار التصميمية ضمن ثلاث محاور هي دوره كأداة للتفكير ودوره كأداة للتواصل ودوره كأداة للتوثيق وكما يلي:

يعدّ دور الرسوم كأداة تفكير الأكثر أهمية في مرحلة بلورة الأفكار التصميمية. وعليه يركز البحث على إعطاء بعد أكبر لهذا الدور مقارنة بالدراسات السابق عرضها وذلك بالرجوع الى أنماط مهارات التفكير التصميمي التي تساندها الرسوم اليدوية. إذ يمكن تصنيف دور الرسوم كأدوات تفكير تصميمي الى التفكير المبتكر Creative thinking المسؤول عن إنتاج الأفكار المبدعة، والتفكير التجريبي Experimental thinking المسؤول عن نقد الأفكار التصميمية وتطويرها، إذ يتضمن كل منها أنماط التفكير الفرعية التالية :

- الرسوم اليدوية أداة للتفكير المبتكر Creative thinking: إذ تعد الرسوم اليدوية التخطيطية أداة مساعدة في تركيب الصور الذهنية والإكتشافات المبدعة (Lane & et al.، 2010). ففي هذا الدور تسهم الرسوم اليدوية في توليد الأفكار التصميمية بوصفها أداة للتفكير التخيلي[3] Imaginative thinking، و أداة للتفكير التأملي[4] Introspective thinking، وأخيرا أداة للتفكير الإسترجاعي[5] Retrospective thinking.
- الرسوم اليدوية أداة للتفكير التجريبي المتمثل بالتفكير النقدي Critical thinking: في هذا الدور تسهم الرسوم اليدوية في إختبار الأفكار التصميمية المتولدة والحكم على جدواها بوصفها أداة للتفكير التحليلي Analytical thinking، وأداة للتفكير الإستكشافي Exploratory thinking، وأداة للتفكير المقارن Comparative thinking، وأداة للتفكير التقييمي Evaluative thinking، وأخيرا أداة للتفكير الإجتهادي Judgemental thinking.
- الرسوم اليدوية أداة للتفكير التجريبي المتمثل بالتفكير التطويري Developmental thinking: في هذا الدور تسهم الرسوم اليدوية في تطوير الأفكار التصميمية المتولدة بوصفها أداة للتفكير التحولي Transformational thinking، وأداة للتفكير الناشئ[6] Emergent thinking.

كما يعرف البحث دور الرسوم التخطيطة كأداة للتواصل تتمحور حول جانبي مفهوم التواصل وهما: تبادل المعلومات وتفسيرها. وكما موضح أدناه:

- الرسوم التخطيطية أداة لنقل الأفكار من المصمم الى الفريق التصميمي أو من المصمم الى العامة.
- الرسوم التخطيطية أداة لتفسير الأفكار تكشف عن مقاصد المصمم من جهة ومحتوى الفكرة التصميمية والطريقة المتبعة في الوصول إليها (القزاز، 2008) من جهة أخرى. فالتفسير Interpretation هنا يمثل عملية التواصل التي تكشف عن المعنى الدلالي والتركيبي للتصميم. فالتواصل التفسيري لايمثل فقط عرضا للمعلومات ولكنه

[3] التفكير التخيّلي: التفكير الذي يبتكر الصور في الذهن. (Mawter, J.، 2006)
[4] التفكير التأملي: يتنبأ بالأفكار المستقبلية على أساس معرفة وفهم الحاضر. (Mawter, J.، 2006)
[5] التفكير الإسترجاعي: يسترد الأفكار المألوفة ويربط بينها. (Mawter, J.، 2006)
[6] التفكير الناشيء أو الطاريء: يستقريء أفكار جديدة من بين الأفكار الموجودة، وينتج غالبا عن الغموض المتأصل في الرسوم اليدوية.

يمثل ستراتيجية تواصل محددة يتم إستخدمها لترجمة تلك المعلومات[7]. إذ يشير O'Donnell (2009) الى أن تفحّص الرسوم اليدوية التخطيطية للمصممين تمنح نظرة ثاقبة مهمة تلقي الضوء على تأثيراتهم وطرائقهم ووجهات نظرهم نحو العالم. فالرسوم تمثل طريقة ممتازة لتعزيز فهمنا حول ما يعرفه المصممون (Lawson، 2004، ص32).

وأخيرا يعرّف البحث دور الرسوم اليدوية التخطيطية كأداة للتوثيق documentation يحفظ المصمم بواسطتها أفكاره للرجوع إليها لاحقا. فالرسوم التخطيطية اليدوية تعمل كنوع من الذاكرة الخارجية لمساعدة المصمم في تجنب مخاطر نسيان الأجزاء الأخرى من الحل التي لايركز عليها المصمم حاليا (Kalay، 2004، ص123). كما تسمح الرسوم اليدوية بتجميع المعلومات في شكل يسهّل عملية الوصول اليها ويسهّل عملية إستردادها (Lipson & Shpitalni، 1997).

يوضح الجدول (1) أدوار الرسوم اليدوية في المراحل الأولية لعملية التصميم المعماري.

جدول 1: دور الرسوم اليدوية في مرحلة وضع الأفكار التصميمية (المصدر: الباحث)

الرسوم اليدوية أداة للتفكير	**الرسوم اليدوية أداة للتفكير المبتكر**		أداة للتفكير التخيلي
			أداة للتفكير التأملي
			أداة للتفكير الإسترجاعي
	الرسوم اليدوية أداة للتفكير التجريبي	**الرسوم اليدوية أداة للتفكير النقدي**	أداة للتفكير التحليلي
			أداة للتفكير الإستكشافي
			أداة للتفكير المقارن
			أداة للتفكير التقييمي
			أداة للتفكير الإجتهادي
		الرسوم اليدوية أداة للتفكير التطويري	أداة للتفكير التحولي
			أداة للتفكير الناشىء
الرسوم اليدوية أداة للتواصل	**الرسوم اليدوية أداة لنقل الأفكار**		نقل الأفكار من المصمم الى الفريق التصميمي
			نقل الأفكار من المصمم الى العامة
	الرسوم اليدوية أداة لتفسير الأفكار		تفسير مقاصد المصمم
			تفسير محتوى التصميم
			تفسير طريقة التصميم
الرسوم اليدوية أداة للتوثيق	**تحفظ الأفكار في الرسومات للرجوع إليها لاحقا**		

5. فرضيات البحث - إيجابيات وسلبيات أدوات الرسم الحاسوبية في مراحل التصميم المفاهيمية

تتمحور فرضيات البحث حول المهام الثلاث التي تنجزها الرسوم اليدوية والتي تم إستقراؤها في الفقرة السابقة. فبالنسبة الى دور الرسوم الحاسوبية كأداة للتفكير يضع البحث الفرضيات التالية:

- لاتعزز أدوات الرسم الحاسوبية مهارات التفكير المبتكر بأنواعه: التخيلي والتأملي والإسترجاعي.

[7] http://www.heritageinterp.com/whatis.htm

- تسهم أدوات الرسم الحاسوبي بشكل فاعل في مهارات التفكير التجريبي النقدي وبشكل خاص التفكير التحليلي والإستكشافي والمقارن والتقييمي.
- تسهم أدوات الرسم الحاسوبي بشكل فاعل في مهارات التفكير التجريبي النقدي وبشكل خاص التفكير التحولي.

بالنسبة الى دور الرسوم الحاسوبية كأدوات للتواصل، يضع البحث الفرضيات التالية:

- تسهم أدوات الرسم الحاسوبي بشكل فاعل في تبادل المعلومات بين المصمم وفريقه والمصمم والعامة.
- تسهم أدوات الرسم الحاسوبي في تفسير محتوى التصميم.
- تفتقر أدوات الرسم الحاسوبي الى القدرة على تفسير مقاصد المصمم والطريقة المتبعة في التصميم.

بالنسبة الى دور الرسوم الحاسوبية كأدوات للتوثيق، يضع البحث الفرضية التالية:

- تسهم أدوات الرسم الحاسوبي بشكل فاعل في حفظ الأفكار في الرسوم للرجوع إليها لاحقا من قبل المصمم.

6. أدائية أدوات الرسم الحاسوبية في مرحلة وضع الأفكار التصميمية المعمارية

للتحقق من فرضيات البحث، تمّ إعتماد الطروحات النظرية الى جانب الممارسات المهنية في التحري عن كفاءة أدوات الرسم الحاسوبية في وضع الأفكار التصميمية ، وكما موضح في الفقرات التالية.

1.6 الطروحات النظرية حول إستخدام الرسوم الحاسوبية في مرحلة التصميم المفاهيمي

تتمحور هذه الفقرة حول جانبين، في الجانب الأول منهما يستعرض البحث وصوفات لبعض برامجيات الرسم التخطيطي الحاسوبي، بينما يقدم الجانب الثاني تصورات البحث الشمولية حول إمكانيات الأدوات الحاسوبية لتحل محل الرسوم اليدوية في عملية التصميم المفاهيمة والتي تم إستقراؤها من العديد من الأدبيات ذات العلاقة.

1.1.6 إستعراض برمجيات الرسم الحاسوبية

أشارت الأدبيات الى دور أدوات الرسم الحاسوبية في مرحلة بلورة الأفكار التصميمية متمثلة بكل من برامجيات الحاسوب التجارية المساعدة في الرسم Computer Aided Drawing CAD، الى جانب البرامجيات التي توظف واجهات المستخدم للرسم التخطيطي[8] sketch-based interface المطورة في الغالب من قبل هيئات بحثية غير تجارية.

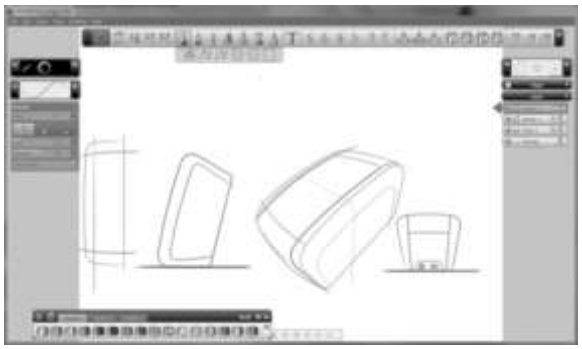
يستعرض البحث بعضا من ادوات الرسم الحاسوبي التي تمتلك قابلية إنتاج الرسوم التخطيطية مثل برنامج AutoCAD وبرنامج SketchUp إضافة الى البرامجيات التي تعتمد الرسم اليدوي التخطيطي كأداة إدخال Sketch-based CAD.

1.1.1.6 برنامج AutoCAD

يعدّ برنامج AutoCAD من برامجيات الرسم بمساعدة الحاسوب التجارية الشائعة الإستخدام الذي يدعم الرسومات المعتمدة على نظام الموجه Vector، مستخدما أشكال بدئية مثل الخطوط ، والأشكال المتعددة الأضلاع، والدوائر، والمنحنيات الحرة الشكل، بوصفها اساسا لبناء الأشكال الأكثر تعقيدا. ويُستخدم كثيرا في التصميم المعماري وبشكل خاص في الرسوم التقنية الثنائية الأبعاد. (Yu & Zhang، 2007)

يحتوي البرنامج على إيعاز الرسم التخطيطي في إصداراته القديمة (قبل 2009) إلا أن وظيفته تكون محدودة بتسجيل مواقع تأشير الفأرة. بينما تدعم الإصدارت الحديثة من البرنامج التصميم المفاهيمي، إذ تشير الشركة المصنعة للبرنامج Autodesk الى أن البرنامج في إصدار 2012 يمنح المعماريين الطاقة والمرونة في طور التصميم المفاهيمي لإستكشاف مدى من الأفكار وتوليد نتاجات معمارية مبتكرة وجذابة من الناحية الجمالية مع السماح بإمكانية تكرارها وتحوير التصاميم المفاهيمية لهذه النتاجات. إذ يمكن إنجاز الرسوم التخطيطية sketches عن طريق برنامج مساعد Plug-in يدعى برنامج SketchBook Designer الذي يحتوي على أدوات رسم متنوعة مثل الفرشاة، وحركات قلم ذات موجهات vector strokes وأنواع من الأدوات الذكية التي تمكّن المستخدم من توليد أفكار متنوعة، وإنجاز الرسوم التوضيحية، وتوليد تكوينات لنماذج ثلاثية الأبعاد. (Autodesk، 2012). كما موضح في الشكل 4 أدناه.

[8] وهي عبارة عن جيل من البرامجيات الذي يتبنى واجهة مستخدم تعتمد على كفاءة القلم والورقة في عملية إدخال المعلومات.

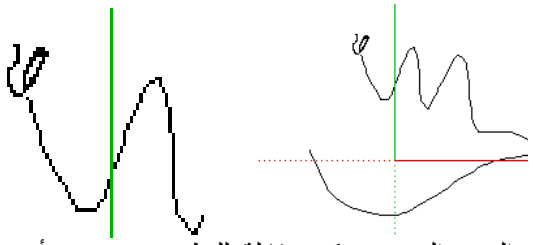


الشكل 4: واجهة المستخدم لبرنامج SketchBook Designer (المصدر: الإنترنيت[9])

كما يحتوي برنامج AutoCAD نفسه على إمكانيات التصميم المفاهيمي مثل نمذجة الشبكة، ونمذجة الأسطح، ونمذجة الأجسام الصلدة وإستخدام Inventor Fusion. فأدوات النمذجة الشبكية في البرنامج تساعد المصممين على تكرار الأشكال العضوية عبر توجه نحتي. فهي قادرة على توليد أشكال شبكية بدائية مثل المكعب والإسطوانة والتي يمكن سحبها أو دفعها لإستكشاف الأفكار التصميمية بقدرات معالجة مباشرة في برنامج AutoCAD. كما يمكن فصل وجه الشبكة وإنبثاق أوجهها لتشويه مجسم الشبكة. وبواسطة أدوات نمذجة الأسطح وقدرات النمذجة المباشرة في البرنامج يكون من السهل على المستخدمين رسم المنحنيات لتوليد الأسطح وليس فقط أسطح NURBS[10]. ويسمح البرنامج للمصممين بالوصول الى خصائص طريقة إنشاء السطح في اي وقت. ويتسم السطح بخصائص مرتبطة ببعضها البعض، فعند تحديث الخط المنحني فإن معلومات السطح المطابق له تتحدّث آليا. أما نمذجة الأجسام الصلدة فيمكن للمصمم توليدها من منظر جانبي أو من الأشكال البدئية بسهولة. كما يمكن معالجتها مباشرة بسحب أو دفع الأوجه والحافات والرؤوس التي تجعل العمل في بيئة الأوتوكاد سهلة جدا. وأخيرا يضع Inventor Fusion مقاييس جديدة لسهولة إستخدام النمذجة الثلاثية الأبعاد للمحترفين والتي توسّع قدرات التصميم المفاهيمي لبرنامج الأوتوكاد في بيئة حدسية مذهلة وتجعل من الممكن تحرير النماذج والمصادقة عليها من أي مصدر تقريبا. فهو يمثل منمذج مباشر يعمل مع نماذج الأجسام الصلدة والسطوح بسرعة وبساطة. (Autodesk، 2012)

2.1.1.6 برنامج SketchUp

بالنسبة الى برنامج SketchUp فهو يسمح لغير الخبراء بإنجاز تصاميم معمارية مثيرة بسرعة بإستخدام مجموعة صغيرة من الأدوات. ويوجد في البرنامج أداة للرسم اليدوي Freehand tool موجودة في القوائم تستخدم أيقونة القلم (شكل 5 يسار) لرسم الخطوط غير المنتظمة يدويا على شكل كيانات منحنية أو متعددة الأضلاع ثلاثية الأبعاد. فالكيانات المنحنية تتكون من قطع متعددة من الخطوط المرتبطة معا، والتي تسلك كخط منفرد في تعريف وتقسيم السطوح. ويتطلب إستخدام هذه الأدوات كرسم الخط المنحني مثلا القيام بعدة أفعال مثل إختيار أداة الرسم اليدوي من قائمة الرسم، حيث يتغير المؤشر الى قلم مع منحني، ثم النقر على زر الفأرة مع الأستمرار لتحديد نقطة بداية المنحني، ثم نسحب المؤشر للرسم، ونترك زر الفأرة لإيقاف الرسم، ويمكن إنهاء المنحني في نفس نقطة بدء الرسم لرسم شكل مغلق كما في الشكل (5)[11].



الشكل (5): الرسم اليدوي للمنحني في برنامج SketchUp (المصدر: الإنترنيت[10])

ويمكن إستخدام أدوات الدفع والسحب موحدة مع أداة الرسم اليدوي وتكون قابلة للتطبيق في رسم أي سطح، وتمكّن المستخدم من بناء وتحوير موديلات ثلاثية الأبعاد (Yu & Zhang، 2007). ويكون الرسم اليدوي سهلا في برنامج

[9] http://s3files.core77.com/blog/images/2011/07/image_sketchbook_900.png

[10] NURBS: مختصرا لمفهوم (Non-Uniform Rationale B-Splines) التي تمثل موديل حاسوبي لتمثيل وتجسيد أنماط معينة من المنحنيات والأسطح القشرية

[11] http://support.google.com/sketchup/bin/answer.py?hl=en&answer=94809

SketchUp وذلك بنقر وسحب مؤشر الفأرة، كما يكون صعبا في حالة الحاجة الى رسم الأشكال بدقة بإستخدام الفأرة. إذ يرسم البرنامج الشكل الحر وذلك بتأشير مواقع نقر الفأرة كنقاط يتم ربطها بخطوط. وبسبب وجود عدد محدود من نقرات الفأرة في الثانية لذا فإن الرسم االسريع يؤدي الى أشكال تشبه الخطوط المتقاطعة (S.Holzner ,، 2011، ص82).

3.1.1.6 البرامج ذات واجهة مستخدم معتمدة على الرسم التخطيطي Sketch-based interface

الفكرة الأساسية وراء واجهات المستخدم المعتمدة على الرسم التخطيطي هي محاكاة القلم والورقة اللتين تمثلان الأسلوب الطبيعي للتفكير حول المفاهيم وإيصالهم (.Ma et al، 2010). وقد ركز الباحثون بشكل خاص على تطوير واجهات المستخدم المعتمدة على الرسم التخطيطي لأغراض النمذجة الثلاثية الأبعاد sketch-based interface for modelling (SBIM)، إذ بحثوا في تجاوز محدودية برامجيات الرسم بمساعدة الحاسوب CAD كأداة لدعم التصميم الأولي وذلك بدمج الكفاءة الحاسوبية بقدرات الرسم التخطيطي اليدوية (.Elsen & et al، 2012، ص 281). وقد نالت هذه البرامج إهتماما من قبل المجتمع الأكاديمي الذي ركز على تطوير المهام التي لأجلها يستخدم المصمم الرسوم التخطيطية والتي تتوافق مع النمط السلوكي للرسوم اليدوية. فعلى سبيل المثال، إستهدفت بعض هذه الدراسات توفير تقنيات مبدعة لإستنتاج موديلات ثلاثية الأبعاد من الحدود الخارجية للأشكال الثنائية الأبعاد، أو تحليل الأشكال عن طريق تجزئتها. (Yu & Zhang، 2007)

ومن مزايا هذه البرامجيات إستخدام الرسم التخطيطي كمدخلات تصميمية، وإستخدام حركة وإيماءة القلم كأوامر، وتفسير فعل ضربات القلم من خلال السياق، وفهم الرسم التخطيطي نسبة الى الأشياء الدلالية الأخرى، والتفاعل المستمر والتغذية الإسترجاعية، ودعم الخصائص المثالية للتفرد الشخصي، وتكون المخرجات فيه عبارة عن رسوم تخطيطية (Ma et al.، 2010). وتشير دراسة .Elsen & et al (2012، ص 283) الى تصنيف .Danesi et al لبرامجيات النمذجة المعتمدة على الرسوم التخطيطية (SBIM) الى ثلاث أنواع وهي: البرامجيات المعتمدة على التفاعل مع WIMP[12] وبشكل خاص الفأرة والقوائم، والبرامجيات التي تدرك مدى محدد من الإيماءات لإختيار الأشكال وتوليدها وتحويرها، والبرامجيات التي تعتمد على الأسطح وتشويهاتها مثل NURBS، ويضاف الى هذا التصنيف البرامج التي تهتم بالرسم التخطيطي للمجسمات الصلدة Solid Sketch والنحت الرقمي Digital sculpting.

كما تعرف دراسة .Elsen & et al (2012، ص 284) توجهين رئيسيين للبحوث حول الواجهة الحاسوبية المعتمدة على الرسم التخطيطي لأغراض النمذجة (SBIM) التوجه الأول يستكشف أنماط التفاعل لأجل نمذجة الأشكال الثلاثية الأبعاد والتي تسهل توليد ومعالجة الأشكال البدئية الثلاثية الأبعاد لإنجاز أشكال جيومترية أكثر تعقيدا. بينما يقترح التوجه الآخر أساليب جديدة للرسم اليدوي مع مستويات مختلفة من التفاعل: إختيار العلامات البسيطة، إعادة إنشاء الأشكال الجيومترية المعتمدة على أحكام متنوعة أو إعادة إنتاج الأشكال معتمدة على تفسير العلامات (الدلالية أحيانا)، لتلبية إحتياجات المصممين الذين يفضلون التفاعل وفقا لطراز القلم والورقة.

وتشير دراسة Cook & Agah (2009، ص204، 205) الى التوجهات الحاسوبية المبكرة لبرامجيات النمذجة المعتمدة على الرسوم التخطيطية، إذ ركزت على تفسير مدخلات رسم المستخدم كإيماءات رمزية لأشكال أساسية كالإسطوانة والمكعب وغيرها، حيث يتم إنتاج الموديل الثلاثي الأبعاد من توحيد هذه الأشكال الأساسية. ومن هذه البرامجيات GIDeS modeling prototype التي تستخدم قوائم التوقعات للسؤال عن معنى مدخلات المستخدم بشكل تفاعلي كجزء من عملية النمذجة والتي تؤدي الى فصل عملية النمذجة الى نمط الإستدعاء والإستجابة لتمثيل إيماءة القلم ومن ثم المصادقة على إدراكها. وبرمجية أخرى Chateau تسمح للمستخدم بتوليد موديلات مستوية بإستخدام عمليات أساسية. وبعد كل عملية فإن آلة الإقتراح تحلل الخطوط المنتقاة وتوفر للمستخدم مجموعة من عمليات الإنشاء الأساسية. فهي تمنح المستخدم بدائل للحوار يتم تمثيلها في الجزء السفلي من الشاشة.

في الفقرة التالية، يستعرض البحث إيجابيات وسلبيات أدوات الرسم الحاسوبية في المراحل الأولية لعملية التصميم.

2.6 دور أدوات الرسم الحاسوبية في مرحلة التصميم المفاهيمي

بالرجوع الى الطروحات النظرية التي تناولت بالوصف والتحليل أدوات الرسم الحاسوبية يمكن للبحث أن يستخلص مناحي القوة أو الضعف في أدائية أدوات الرسم الحاسوبية للمهام المناطة بالرسوم اليدوية والمستخلصة في الجدول (1)، وكما موضح في الفقرات التالية.

[12] يمثل مصطلح WIMP مختصرا ل (Windows, Icons, Menus, Pointing device)

1.2.6 دور الرسوم الحاسوبية كأدوات للتفكير المبتكر

أشارت الأدبيات الى أن أدوات الرسم الحاسوبية لاتعزز التفكير التوليدي المبدع بأنواعه: التخيّلي والتأملي والإسترجاعي. إذ يشير Lawson الى إن البرامجيات غير قادرة على السماح للمصمم بالتفكير الإبداعي أثناء إستخدامها، مؤكدا ان جعل الحاسوب يفهم آليا وبدقة كل الأساليب التي يستخدمها المعماري أثناء التفكير بالمبنى ربما لايكون هدفا قابلا للتحقيق. مؤكدا أن إستخدام الأدوات الحاسوبية في إدخال الرسوم التخطيطية يؤثر سلبيا على التفكير الإبداعي للمصمم بحيث تكون غير مقنعة للمصممين بسبب عدم قدرة الأدوات الحاسوبية على تمثيل المعرفة بالطريقة التي يفعلها المصمم يدويا مما يسبب تشويشا ملحوظا في تفكيره (2004، ص68، 71، 79). فتفاعل المصمم مع الرسم يتم عبر أدوات واجهة المستخدم كالفأرة، والألواح، والشاشات التي تضع قيود ملازمة على تعبيرية وبراعة المستخدم ضمن بيئة نمذجة التصميم (Cook & Agah، 2009، ص210).

فأدوات الرسم الحاسوبية تعيق التفكير المبدع بسبب نظام إدخال الرسوم في برامجيات الرسم بإستخدام الحاسوب CAD الذي يتطلب مثلا إختيار عناصر الرسم من القوائم والألواح والذي يمنع المصمم من التعبير بالرسم أثناء عملية التفكير (Do & Gross، 2001). وقد يؤدي بالتالي الى إفتقار عملية الرسم الحاسوبي الى المباشرية والتلقائية في عكس الأفكار التصميمية التي تجول في ذهن المصمم بسبب إفتقارها الى التجربة المباشرة والسريعة الإستجابة بين المصمم والنموذج التصميمي، إذ أن واجهة المستخدم تفصل بين المصمم وبيئة النمذجة مما تؤدي الى تشتيت وإضعاف عمليات تفكير المصمم (Cook & Agah، 2009، ص210). ويشير Elsen & et al. (2012، ص 284) الى أنه من وجهة نظر المصمم فإن واجهات البرامجيات التقليدية، والأيقونات والقوائم، وأدوات التأشير وواجهات (WIMP) تقدم مستوى من العبء الإدراكي ويمكن أن تحيد المستخدم عن فعاليات التصميم الأصلية. فرسم الأفكار الأولية بإستخدام أدوات CAD الغير يدوية يتطلب عدة خطوات وهي: تحديد العنصرالكرافيكي المستخدم في الرسم من بين العناصر الموجودة في النظام، ثم إختياره من القائمة، ثم تذكّر تسلسل الإدخالات لذلك العنصر (مثل موقع الإدخال، أو عدد الأضلاع، أو الأبعاد، ...الخ)، وإنجاز كل التأشيرات وحركات النقر المناسبة والتي بمجملها تجعل عملية التفكير تفتقر الى روح الحوار المتأصلة في الرسوم التخطيطية اليدوية. فالتصميم بإستخدام الحاسوب يتطلب الحوار مع مكتبة من المكونات. فالمكونات يجب أن توصف أولا ثم يتم موضعتها. ويعد هذا الأسلوب مخالفا لطريقة تفكير المصمم أثناء عملية التصميم وبالأخص عند البدء في وضع الأفكار التصميمية. لذلك عند التفاعل مع النظام الحاسوبي فإنه غالبا مايقطع الفكر الإنتاجي المبدع للمصمم عن طريق ترجمة كل ذلك الى لغة حاسوبية مقيدة أحادية الواسطة. فالمصمم يريد التفكير حول الشيء الذي يقوم بتمثيله لا حول مجموعة من الأحكام المعقدة المتعلقة بكيفية إنشاء دائرة أو منحني متعدد المراكز (Lawson، 2004، ص70، 72، 79).

وتشير الدراسات الى بعض خصائص الرسم الحاسوبي التي تعيق التفكير المبدع للمصمم، ومنها الفصل الفيزياوي بين أداة الرسم والرسم نفسه، التي تمثل حالة سلبية ناتجة عن طبيعة أدوات الإدخال الحاسوبي، فإستخدام الفأرة كأداة لإدخال الرسوم التخطيطية اليدوية يكون مكروها بسبب أنها بعيدة وغير متواجدة في نفس الموضع الذي يتم فيه الرسم، بخلاف إستخدام القلم مع لوح الإدخال أو إستخدام اللمس على شاشة الحاسوب الحساسة. فعملية الإدخال عبر الأجهزة اللوحية الرقمية وبإستخدام الأداة الشبيهة بالقلم والتي يؤثر فيها موقع القلم على اللوحة، وزاويته، والضغط عليه، وقربه من السطح، والتي يتم الكشف عنها بواسطة اللوح الذي ينقلها الى النظام الحاسوبي تتجاوز هذه المشكلة الى حد ما (Cook & Agah، 2009، ص203). ومع ذلك لا يستطيع المصممون السيطرة على العلامة التي يرسمونها بإستخدام القلم الألكتروني بشكل مباشر كفاية للشعور بالذي ينجزونه بسبب أن القلم لاينجز العلامة فعليا بنفسه بل ينقل المعلومات بواسطة لوح الإدخال الى الحاسوب الذي يقوم برسمها على الشاشة. كما أنه بسبب عدم وجود تماس مباشر بين القلم أو الفأرة مع الشاشة لايحصل المصمم على التغذية الإسترجاعية الناتجة عن حركة القلم. إذ لاتستجيب العلامة المرسومة لضغط وسرعة حركة القلم بأسلوب معبّر وقابل للتوقع. وبسبب ذلك فإن المصمم لايحصل على الشعور برد الفعل من التنوع في كلا ضغط وسرعة الحركة. (Lawson، 2004، ص 68)

ففي نقد Simon Lutrin[13] لبرنامج SketchBook Pro المنتج من قبل Autodesk للرسوم الفنية اليدوية، يشير الى أن البرنامج يقدّم خبرة الرسم اليدوي الرقمي الأكثر طبيعية بإعتماد القلم كأداة إدخال حاسوبي وإستخدام فرش متنوعة وأدوات لتنقيح الألوان وغيرها، وبالرغم من ذلك فلايزال غير مطابق للدقة والشعور المصاحب للرسم بالورقة والقلم. وعليه فإن تحسين دور الرسوم الحاسوبية كأدوات للتفكير النقدي يتطلب تحسين التفاعل بين الإنسان والحاسوب في واجهة المستخدم

[13] Simon Lutrin, Autodesk SketchBook Pro v6, October 3, 2012. http://www.wired.com/reviews/2012/10/sketchbook-pro/

المعتمدة على الرسم التخطيطي Sketch-based interface والتي تستلزم تحسين تقنيتين أساسيتين وهما تمثيل الرسم التخطيطيي وفهم الرسم التخطيطي (Ma et al.، 2010).

بناءا على ماتقدم يتضح أن أدوات الرسم الحاسوبي تعجز عن تلبية مهام الرسوم التخطيطية اليدوية كأدوات للتفكير المبتكر بسبب إفتقارها الى التلقائية والإستجابة الآنية في تمثيل أفكار المصمم من جهة وعدم قدرتها على التفاعل حسيا مع المصمم بالإستجابة لضغط وسرعة القلم مثلا.

2.2.6 دور الرسوم الحاسوبية كأدوات للتفكير النقدي

يشير Lawson الى أن الحاسوب يساعد المصممين في نمذجة خصائص تصميمية أكثر وإختبارها بعمق تفكير أكبر. مشيرا الى أن برمجيات CAD المبكرة كانت مبدعة في سماحها للحاسوب لأن يكون بمثابة الناقد للتصميم. فالبرامج البسيطة يمكن أن تخمن إستهلاك الطاقة للأبنية على سبيل المثال (2004، ص75). إذ تدعم أدوات الرسم الحاسوبية بعض أنواع التفكير النقدي مثل التفكيير التقييمي والتفكيرالإجتهادي بإستخدام أدوات كالحساب والأمثلية والمحاكاة الممكن توظيفها في نقد التصاميم الأولية (Elsen et al.، 2010، ص 56).

ويشير الباحثان Yu & Zhang (2007) الى أداة الرسم الحاسوبي المطورة من قبلهم التي تمكّن المعماري من الرسم التخطيطي لأفكاره التصميمية في أبعاد ثنائية كما لو أنه يستخدم القلم وتسهّل التحوير والمقارنة بين تصاميم متعددة وتحاكي عملية الرسم النهائي الثنائي الأبعاد عن طريق إستبدال الرسوم التخطيطية الغامضة بالعناصر البدئية الجيومترية الأساسية كالخطوط والمنحنيات. كما يمكن للبرنامج توليد نموذج ثلاثي الأبعاد من الرسومات الثنائية عن طريق الإنبثاق والتحوّل السهل بين أسلوبين للعرض المرئي بنفرة منفردة للفأرة. فإستخدام أدوات الرسم الحاسوبية في طور التصميم المفاهيمي لأغراض النمذجة الثلاثية الأبعاد يساعد المصمم في الوصول السريع نسبيا الى التصور المرئي للتصميم مع إمكانيات متنوعة لعرضه بصريا وفقا لزوايا نظر متباينة والتي تعزز عمليات التفكير التحليلي والتفكير الإستكشافي والتفكير التقييمي. إضافة الى أن التوليد السريع لبدائل متعددة يعزز عملية التفكير الإستكشافي والتفكير المقارن بين النماذج المتولدة.

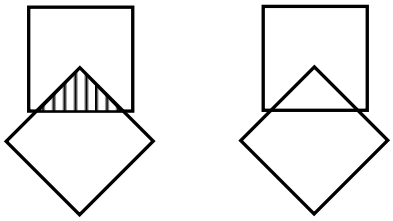
ومن ناحية أخرى، فإن فصل أدوات الرسم الحاسوبي عن أدوات التنقيح تمثل عقبة أمام المصمم. فعلى سبيل المثال عند تغيير رسم المنحني حاسوبيا فإن التصليحات في الرسوم الحاسوبية يتم إستبدالها بدلا من زيادة أجزاء المنحني. وهذا الأسلوب في تكييف الرسومات التخطيطية يناقض التوجه اليدوي التقليدي الذي فيه جرة القلم المعدّلة تتراكم الواحدة فوق الأخرى وتنشيء سجلا بصريا من التنوعات وتغذي عملية التقييم بالتغذية الإسترجاعية (Cook & Agah، 2009، ص 203). ففي هذه الحالة لاتساعد أدوات الرسم الحاسوبية في التفكير المقارن بإيجاد التماثلات والإختلافات بين مراحل تطور الرسوم الأولية.

يتضح مما تقدم أن أدوات الرسم الحاسوبية تدعم جوانب عديدة من التفكير النقدي كالتفكير التقييمي والتفكير الإجتهادي من خلال توظيف هذه الأدوات لوسائل مساعدة في قياس الخصائص التصميمية. كما أن قدرتها على النمذجة الثلاثية الأبعاد المدعمة بأساليب التمثيل البصري المتنوعة تعزز عمليات التفكير التحليلي والتفكير الإستكشافي والتفكير المقارن. ومن ناحية أخرى، فإن المصمم يفقد القدرة على تقييم مراحل تطور الفكرة التصميمية (التغذية الإسترجاعية) بسبب آليات تكييف الرسوم الحاسوبية التي تستبدل الرسوم أثناء تنقيحها.

3.2.6 دور الرسوم الحاسوبية كأدوات للتفكير التطويري

الهدف من إستخدام الرسم خلال مرحلة التصميم المفاهيمي هو لتمثيل شيء ما لإختباره، ومن المحتمل قبوله أو رفضه وغالبا تحسينه وتعديله. وهذه التحسينات والتعديلات المنجزة ظاهريا على الرسوم تكون في الحقيقة منجزة في عقل المصمم على التصميم المتخيّل. إذ يجد المصممون صعوبات في التصميم بأنظمة CAD بسبب التمثيل الجيومتري المجرد بنقاء للتصاميم الموضوعة في الرسم. حيث يؤدي إستخدام أدوات الرسم الحاسوبي CAD في تطوير الأفكار التصميمية الى نتائج سلبية ناتجة عن إستخدام ستراتيجية العمق في التطوير والتي تقود الى عدد أقل تنوعا من حيث الخصائص التصميمية (Elsen et.al، 2012، ص 284). فالتحولات التي يجريها المصمم في الرسوم الحاسوبية تكون عمودية (متعمقة) Vertical transformation بخلاف التحولات في الرسوم اليدوية التي تكون حرفية جانبية (مستعرضة) Lateral transformation. فأدوات الرسم الحاسوبية لا تدعم التحولات الحرفية للأشكال في الفكرة التصميمية والتي تتطلب إعادة رسمها كما في تحول المربع الى دائرة بخلاف التحولات العمودية كتحول المربع الى مستطيل الذي يستلزم فقط تغيير أبعاده.

كما تكون الرسوم الحاسوبية أقل غموضا وتعطي المصمم فرصة أقل لمشاهدة تفسيرات مختلفة لرسوماتهم وعليه يتم إستكشاف أفكار أقل في العملية التصميمية وبنفس الفترة من الزمن مقارنة بالرسوم اليدوية (Lawson، 2004، ص71، 72) (Elsen & et.al، 2010، ص 56). فالرسوم الحاسوبية تكون فعّالة في المراحل التصميمية اللاحقة لوضع الأفكار بينما لاتزال غير قادرة على المحافظة على الغموض المتأصل في المراحل الأولية لعمليات التصميم (Elsen et.al، 2012، ص 281). إذ يعد الغموض المغذي للعملية الإبداعية والحافز الرئيسي للتفكير الناشيء. فالرسوم الحاسوبية تكون أقل كثافة وأقل غموضا من الرسوم التخطيطية اليدوية والتي تؤثر على طبيعة التفكير التصميمي وعلى النتيجة النهائية (Lawson، 2004، ص71). إذ لاتدرك الأدوات الحاسوبية الأنساق الشكلية الناشئة emergent shapes عن الرسوم، والتي تعد ناشئة بسبب أنها قد لاتكون بالضرورة مرسومة قصديا وعلنيا من قبل المصمم، إلا أن عين الإنسان تدركها (Do & Gross، 2001). فعدم إدراك الرسوم الناشئة يرجع الى إعتماد معظم أنظمة النمذجة الشكلية الحاسوبية على تمثيلات كرافيكية وفقا لمبدأ vector في الرسم الذي يعرف الخط المستقيم بدلالة نقطة بداية ونقطة نهاية بخلاف مبدأ البكسل pixel الذي يعرف الخط بدلالة مجموعة من النقاط على طول الخط المرسوم. فأنظمة CAD المعتمدة على نظام vector تستخدم التمثيلات الرمزية التي لاتنطبق على التمثيلات الرمزية الذهنية المستخدمة من قبل المصممين (Cook & Agah، 2009، ص 203). إذ لاتصون أدوات الرسم الحاسوبية العلاقات الحيزية بين الأشكال أثناء إجراء التحولات فيها بسبب عدم قدرة البرامج على إدراك هذه العلاقات بين الأشكال (Do & Gross، 2001). فعلى سبيل المثال، الشكل (6) أدناه يتم رسمه حاسوبيا في نظام vector كمربعين متداخلين أحدهما قائم والآخر مائل بزاوية 45. فأدوات CAD الحاسوبية تدرك فقط المربعات المرسومة معرفة بدلالة أركانها الأربعة ولاتدرك المثلث الناتج عن التقاطع ولذا لايمكن للمصمم إجراء تحولات شكلية آنية عليه كإزاحته أو تدويره.



الشكل 6: الأشكال الناشئة في الرسوم (المصدر: الباحث)

ومن ناحية أخرى تشيد الأدبيات بإمكانيات أدوات الرسم الحاسوبية في تحوير وتطوير التصاميم الأولية بإستخدام أدوات النمذجة الثلاثية الأبعاد على وجه الخصوص. فمن أساليب التطوير في برامجيات النمذجة نجد الأدوات التي تعتمد على توليد وتشويه السطوح بإستخدام nurbs[14] مثلا، إضافة الى الأدوات الخاصة بالرسم التخطيطي للأشكال الصلدة Solid Sketch أو النحت الرقمي Digital sculpting التي تنشيء حجوم خام وتعيد تشكيلها وتحويرها (Elsen & et.al، 2012، ص 284). وفي برامجيات CAD يمكن إستخدام برنامج Autodesk Sketch Book Designer لنحت الشبكة بديهيا ولعمل الرسوم التخطيطية الأولية لها ومن ثم تشويه الرسم التخطيطي. كما يمكن إعداد الرسم التخطيطي في برنامج أوتوكاد بإستخدام المنحنيات الحقيقية ومن ثم تحويل الرسم التخطيطي الى spline الذي يمكن معالجته بسرعة ودقة. وتتسم أدوات توليد السطوح في برنامج أوتوكاد بالحرية والسرعة في توليد مدى من الأفكار المختلفة عن طريق النقر على السطح وإنجاز التغييرات المطلوبة في خصائصه التصميمية. وتشير Autodesk الى أن تحوير الرسوم التخطيطية الثلاثية الأبعاد في برنامج أوتوكاد يتسم بالتحديث الآلي للشكل ككل إعتمادا على التغيير في جزء منه من دون الحاجة الى إعادة بناء الشكل ككل. ففي حالة تحديث الموديل فأن البرنامج يحل بشكل آلي العلاقة بين الأسطح المختلفة إعتمادا على المعالجة المباشرة. على سبيل المثال، في حالة عمل فتحة في السقف بإختيار المنطقة المطلوب إزالتها فإن الموديل كاملا يستجيب الى ذلك التغيير. (Autodesk، 2012)

ويشير Elsen & et.al (2012، ص284) الى دراسة .Olsen et al لبرامجيات النمذجة بإستخدام الرسم التخطيطي Sketch-based interface modelling (SBIM) والتي يتم فيها توليد موديل من خطوط لرسوم تخطيطية، متضمنا تنقية المعلومات الكرافيكية وتحويل الرسوم التخطيطية الى رسم متفرد ودقيق بشكل آلي حال رسمه، مع توجهات لإعادة الإنشاء والتفسير المستخدمة لتوليد تمثيل ثلاثي الأبعاد والذي يتعرض الى تشويه الموديل الأساسي للوصول الى الشكل الجيومتري المطلوب. وحال توليد الموديل بأسطح بارامترية أو شبكية فإن المصمم يمكن أن يطبّق مجموعة من العمليات (قطع، طي، ثقب، التشويه بحرية، وعمليات Booleans[15] وغيرها) التي تكون مدعومة حاسوبيا. ومع ذلك يوجد صعوبتان في هذه المرحلة، الأولى منها تتعلق بالقلم المستخدم في إدخال العلامات والخطوط، إذ أنه لايكون الأمثل في مرحلة التحوير، فهو لايوفر السيطرة الضرورية للتحوير بدقة. أما الصعوبة الثانية فتكمن في وجود فصل بين الرسم

[14] يمثل nurbs مختصرا لعبارة Non-uniform rational B spline. وهو نظام لرسم السطوح المنحنية كشبكات.

[15] المقصود بمصطلح Boolean operations في برامجيات الرسم بإستخدام الحاسوب CAD هي عمليات الطرح والتقاطع والإتحاد. (المصدر: http://en.wikipedia.org/wiki/Boolean_operations_in_computer-aided_design)

التخطيطي المفاهيمي والنموذج الثلاثي الأبعاد القابل للتحوير، فالتحويرات المفروضة على النموذج لا يتم نقلها الى الرسم التخطيطي والتي تثير تساؤلا حول ملائمتها للإدراك العقلي للمستخدم.

كما وتكون الأدوات الحاسوبية ذات قيمة عالية لقدراتهم على الوصول السريع الى التصوير المرئي الثلاثي الأبعاد وتحويره بسهولة من خلال المقاييس البارامترية. حيث تساعد الأدوات البارامترية على إجراء التحولات المتمثلة بتغيير الخصائص القابلة للقياس للفكرة التصميمية كالأبعاد مثلا. كما يمكن إستخدام أدوات النمذجة البارامترية في مراحل تصميمية مختلفة من ضمنها طور وضع الأفكار، والتي تتطلب الكفاءة في إستخدام وظائف وخصائص هذه الأداة كشرط لتحقيق المهمة التصميمية المطلوبة (Abdelmohsen & Do، 2009، ص274). ويؤدي التنوع البارامتري للتصميم بإستخدام أدوات الرسم الحاسوبية الى إنتاج عدد أقل من البدائل المتنوعة فكريا بسبب إتباعها لستراتيجية البحث المتعمق بدلا من البحث المستعرض خلال عملية وضع الأفكار (Elsen & et.al، 2010، ص 56).

كما أن معظم واجهات المستخدم للرسوم التخطيطية تمتلك سياقا محددا مخصصا للتطبيق، إذ تكون معتمدة على السياق context-dependent وغير متكيفة معه. بخلاف واجهات المستخدم المتحسسة للسياق context-sensitive[16] والتي تتكيف وتتفاعل مع التغييرات في ذلك السياق، إذ تكون قادرة على تنفيذ الخدمة آليا وذلك بإطلاق الأوامر وإعادة تشكيل النظام بالنيابة عن المصمم وفقا الى التغييرات في السياق. فعلى سبيل المثال يتم تفسير إيماءات الرسوم التخطيطية كأوامر لإعادة إنشاء ثلاثي الأبعاد الى جانب كونها خطوط للمناظر الجانبية للشيء المصمم. (Ma et al.، 2010)

مما تقدم يتضح أن التفكير التطويري بإستخدام أدوات الرسم الحاسوبي يتسم بالضعف في بعض الجوانب والقوة في جوانب أخرى. ينتج الضعف عن إعتماد التحولات العمودية في التشكيلات التخطيطية وإفتقار الرسوم الحاسوبية الى الغموض من جهة والقدرة على إدراك الأشكال الناشئة والتعامل معها كمدخلات آنية في العملية التصميمية. ومن ناحية أخرى تتسم أدوات الرسم الحاسوبي بسرعة التحوير مستخدمة طيف واسع من تقنيات النحت والتلاعب الشكلي إضافة الى التحوير البارامتري. كما وتتسم الأدوات الحاسوبية بالتحديث الآلي للشكل وفقا للتغييرات في أجزاءه.

4.2.6 دور الرسوم الحاسوبية كأدوات للتواصل عن طريق نقل الأفكار التصميمية

تتسم الحواسيب بشكل عام بتوفير آليات وتقنيات تواصل متقدمة بين الفريق التصميمي أو بين المصمم والعامة (Lawson، 2004، ص82). فهي تسهّل التواصل التقني وتبادل المعلومات عن طريق توحيد صيغ تنظيم المعلومات (Elsen & et.al، 2010، ص 56). إذ يمكن ربط مجموعة حواسيب في شبكة داخلية تساعد أعضاء الفريق التصميمي على تبادل المعلومات بسهولة وبسرعة. كما يمكن الإستفادة من الشبكة العنكبوتية (الإنترنيت) في نقل الرسوم الحاسوبية عبر مواقع جغرافية مختلفة.

ومع ذلك يشير Masry & Lipson (2005) الى إمكانية إنشاء الرسوم التخطيطية اليدوية لتنقل معلومات الشكل بسرعة وسهولة خلافا للرسوم بأدوات CAD التقليدية. فالرسوم اليدوية تكون أكفأ في الحوار والنقل الآني للأفكار التصميمية بين المصمم والفريق التصميمي من الرسوم الحاسوبية التي قد يتطلب إدخالها فترة زمنية. كما تشير دراسة Ma & et al. (2010) الى أن تحسين دور الرسوم الحاسوبية كأدوات للتواصل يتطلب تحسين التفاعل بين الإنسان والحاسوب. فالحواسيب غير قادرة على الإستفادة الكاملة من الوعي بالسياق في نقل الأفكار وإيصالها وذلك في حالة التطبيق التفاعلي بإستخدام واجهة المستخدم المعتمدة على الرسم التخطيطي Sketch-based interface.

يتضح مما تقدم أن أدوات الرسم الحاسوبية تدعم بإمتياز عملية نقل الأفكار التصميمية المعدّة سلفا بين المصمم والفريق التصميمي وكذا المصمم والعامة. وبخلاف ذلك تكون أدوات الرسم الحاسوبي أقل كفاءة في النقل الآني للأفكار التصميمية.

5.2.6 دور الرسوم الحاسوبية كأدوات للتواصل عن طريق تفسير الأفكار التصميمية

ضمن الدور التفسيري للرسوم اليدوية، تطرح الأدبيات دورا إضافيا لأدوات الرسم الحاسوبي تستلزم فيه قدرة البرنامج الحاسوبي على فهم وتفسير الرسوم التخطيطية المدخلة إليه في أسلوب تفاعلي يمكّنه من التواصل مع المصمم وذلك عن طريق إدراك البرنامج للرسوم التخطيطية الثنائية الأبعاد وتحويلها الى رسوم ثلاثية الأبعاد. إذ تشير دراسة Elsen & et.al (2012، ص285) الى أسلوبها المتبع في توليد نموذج ثلاثي الأبعاد من الرسم التخطيطي بإعتماد التفسير الدلالي لمحتويات الرسم التخطيطي. بينما يشكك Cook & Agah (2009، ص205، 210) بقدرة الحاسوب على إنجاز هذا

[16] context-sensitive: يمثل السياق الحساس الذي يعرض سلوكا مختلفا إعتمادا على الحالة أو المهمة المناطة.

الهدف، معتبرا أن الرسومات كوسط معبّر يصعب على الحاسوب في حالات عديدة التنبؤ بها، إذ يكون من السهل على عقل الإنسان إدراك وتخيل الرسوم التخطيطية للمساقط الثنائية الأبعاد كأشكال ثلاثية الأبعاد بإعطاء العمق لكل كائن في التشكيل ووصف المسافات النسبية بينهم، حيث تكون عملية إعادة الإنشاء هذه مرنة وطبيعية في عقل الإنسان بخلاف الحاسوب التي تكون صعبة التطبيق فيه.

ومن ناحية أخرى تشير الطروحات الى إفتقار الرسوم الحاسوبية الى الغموض والنواحي التعبيرية مما يجعله أقل قدرة على تفسير كلا مقاصد المصمم ومحتوى النتاج المصمم. فأنظمة الرسم الحاسوبية CAD المعتمدة على نظام vector تستخدم التمثيلات الرمزية التي لاتنطبق على التمثيلات الرمزية الذهنية للرسومات اليدوية المستخدمة من قبل المصممين. وبالنتيجة فإن العمل مع هذه الأنظمة يقود الى عالم ذهني أقل ثراء بسبب أن الرسومات تتحاور مع المصممين بأسلوب أقل إيحاءا (Cook & Agah، 2009، ص 203)، مما تؤثر بالتالي على قدرة الرسومات الحاسوبية على التفسير. بالإضافة الى أن الرسوم الحاسوبية لا تكشف عن تسلسل تطور الفكرة التصميمية بسبب عدم حفظها في أغلب الأحيان لكل مراحل التطوير والتحوير المنجز على رسوم الفكرة الأولية.

مما تقدّم يتضح أن التواصل المثمر بين المصمم والرسوم الحاسوبية يطمح الى أن تكون أدوات الرسم الحاسوبي قادرة على فهم وتفسير الرسوم التخطيطية المدخلة اليها. كما تفتقر الرسوم الحاسوبية الى القدرات التعبيرية التي تساعد على تفسير قصدية المصمم. وتعجز الرسوم الحاسوبية في أغلب الأحيان في الكشف عن الطريقة المتبعة في الوصول الى النتاج بسبب إستبدالها للرسوم أثناء عملية تنقيحها.

6.2.6 دور الرسوم الحاسوبية كأدوات لتوثيق الأفكار التصميمية

تتسم أنظمة الرسم الحاسوبية بقدرة خزن فائقة للمعلومات التصميمية. إذ يؤكد Yu & Zhang (2007) أنّ الرسوم التخطيطية تمثل السجل والمعرض لأصالة التصميم، فالبرنامج المعتمد على الرسم التخطيطي sketch-based interface المطور من قبلهم يحتفظ بالرسوم التخطيطية للرجوع إليها، محتفظا بقدر كبير من المعلومات المتعلقة بالتصميم. وفي نفس الوقت يمكن أن ينتج عن إستخدام أدوات الرسم الحاسوبية فقدانا في الوثائق، وبالأخص في حالة تغيير الإستخدام إضافة الى حدوث مشاكل في النقل وعدم التوافق بين الإصدارات المتنوعة من البرامجيات (Elsen & et.al، 2010، ص 56).

ومن ناحية أخرى، فإن أسلوب التنقيح للرسوم الحاسوبية يؤدي الى فقدان وثائق تصميمية مهمة بسبب إستبدال الرسم موضع التغيير برسم آخر محور عنه من دون الإحتفاظ بكل مراحل التطوير.

مما تقدم يتضح أن أدوات الرسم الحاسوبي توفر إمكانيات جيدة لخزن وتوثيق الأفكار التصميمية النهائية للرجوع إليها لاحقا من قبل المصمم، إلا أنها تفتقر الى توثيق مراحل التطور التفصيلية.

3.6 دور تقنيات الرسم الحاسوبية في الممارسات المهنية

للتحقق من نتائج أدائية الأدوات الحاسوبية في بناء الأفكار التصميمية، والمستخلصة من الطروحات النظرية، يلجأ البحث في هذه الفقرة الى إستقراء كفاءة التقنيات الحاسوبية في الممارسات المهنيّة لعدد من المشاريع العالمية، وكما يلي:

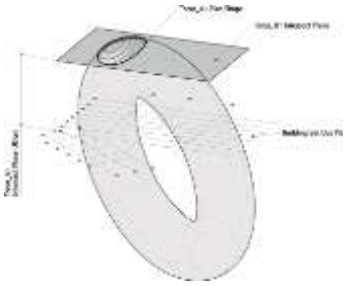
1.3.6 مشروع New Elephant House ، المصمم من قبل Foster & Parteners، إكتمل إنشاؤه في عام 2008 في مدينة كوبنهاكن، الدانمارك.

في عملية تصميم المشروع، إقترح فوستر في الرسم التخطيطي اليدوي الموضح في الشكل (7) هيكلين لقبتين إحداهما أكبر من الأخرى ناشئتين من الفضاءات الخارجية للمشروع. إذ تم إختبار المفاهيم التصميمية المبكرة للقبة بإستخدام موديلات أولية مادية، حيث أن التعقيد الجيومتري للتشكيلات المبكرة أدت الى إشراك Specialist Modelling Group (SMG) وإستخدام الحاسوب للرسم التخطيطي الرقمي الثلاثي الأبعاد لموديلات CAD.

الشكل 7: رسم تخطيطي يدوي للمشروع للمعماري Foster
(المصدر: الإنترنيت[1])

(Peters، 2008).

إذ تم تطوير نظام بارامتري كأداة تصميمية من قبل الفريق التصميمي لإستكشاف خيارات تصميمية عديدة الى مدى بعيد خلال مسار العملية التصميمية. فللبدء بحل التصميم بلغة الخصائص البعدية للفضاءات والهياكل، تم إنتاج موديلات تخطيطية بإستخدام CAD لإستكشاف الشكل الجيومتري من خلال رسوم لنماذج ثلاثية الأبعاد وليس فقط ثنائية الأبعاد. فالرسوم التخطيطية الرقمية (الشكل 8) توضح طريقة إشتقاق القبة من الشكل الجيومتري لإطار العجلة torus الذي تم إنشاؤه بواسطة دوران دائرة حول محور دائري. عن طريق إمالة إطار العجلة بعيدا عن المحور العمودي والقطع مع المستوي الأفقي لتوليد شكل غير منتظم مشابه للرسم التخطيطي الأولي (الشكل 7). حيث سمحت هذه الستراتيجية للفريق التصميمي بالتحكم بكلا شكل فضاءات المشاهدة والعرض وحجمها، كما سمح النموذج البارامتري للتصميم بإستكشاف خيارات تصميمية الى مدى أبعد. إذ إستخدم الفريق التصميمي البرمجة الحاسوبية كأداة تصميم سمحت للفريق التصميمي بتعريف الأدوات الرقمية متحررة من ألواح الأوامر المتوفرة في حقيبة CAD القياسية. لقد تم التعامل مع االبرنامج الحاسوبي بوصفه أداة تصميمية كما لو كان أداة للرسم التخطيطي بإستخدام الرموز Sketching with code. ففي هذا المشروع فإن إبتكار الموديل البارامتري وإستخدام البرمجة الحاسوبية لتوليد بنية السقيفة والتزجيج لم يكن طريقة لتوليد أساليب جديدة وغير مسبوقة للتعبير فحسب، بل أتنج تنوعات عديدية أمكن توليدها وإختبارها. فإستخدام الحاسوب في العملية التصميمة شوهد كأسلوب لتوليد بنية السقيفة وزجاجها بكفاءة أكثر من الطرائق التقليدية. (Peters، 2008)



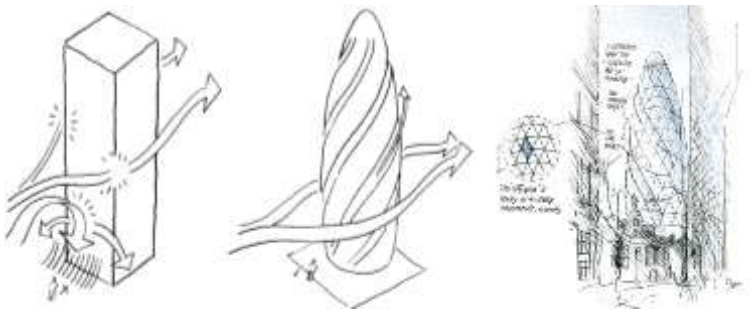
الشكل 8: رسم بارامتري للقبة (المصدر: الإنترنيت[17])

الشكل 9: الفضاء الداخلي للقبة (المصدر: الإنترنيت[17])

بناءا عليه يتضح أن توظيف الأدوات الحاسوبية في التصميم الأولي gومشروع New Elephant House قد عزز من مهام التفكير التجريبي بأنواعه التحليلي والإستكشافي والمقارن والتقييمي إضافة الى التفكير التحولي.

2.3.6 مشروع ناطحة سحاب Swiss Re Tower، المصمم من قبل Foster & Parteners، إكتمل إنشاؤه في عام 2004.

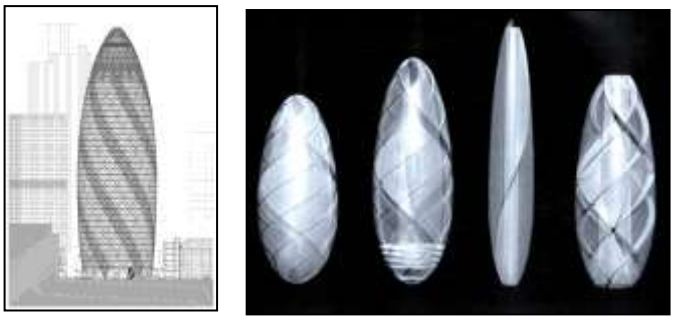
إستخدم الفريق التصميمي برمجية تصميم من شركة Bentley Systems في صنع الشكل المفاهيمي. إذ أستخدمت عملية النمذجة الحاسوبية البارامترية الثلاثية الأبعاد في إستكشاف الخيارات التصميمية بسرعة. حيث تشابه النمذجة البرامترية المستخدمة جداول البيانات الرقمية التقليدية في برنامج Excel، فعن طريق خزن العلاقات بين الخصائص المتنوعة للتصميم ومعالجة هذه العلاقات مثل المعادلات الحسابية، فإن العناصر في الموديل تتغير ويعاد توليدها آليا بنفس الطريقة التي تقوم فيها جداول البيانات بإعادة الحسابات آليا مع أي تغير رقمي. فالنموذج البارامتري أصبح نموذجا حيا يستجيب الى التغييرات ويوفر درجات عالية من المرونة. (المصدر[17])



الشكل 10: رسوم تخطيطية يدوية للتفكير التحليلي في مشروع ناطحة السحاب Swiss Re (المصدر: الإنترنيت[18])

[17] http://www.architectureweek.com/2005/0504/tools_1-1.html

[18] http://www.fosterandpartners.com/projects/swiss-re-headquarters-30-st-mary-axe/



الشكل 11 يمين: تنوعات بارامترية في تشكيل مشروع ناطحة السحاب Swiss Re (المصدر: الإنترنيت[19])
الشكل 11 يسار: التشكيل النهائي لمشروع ناطحة السحاب Swiss Re (المصدر: الإنترنيت[19])

مما تقدم يتضح أن توظيف الأدوات الحاسوبية في التصميم الأولي لمشروع برج Swiss Re يدعم مهارات التفكير التجريبي بأنواعه: التحليلي والإستكشافي والمقارن والتقييمي إضافة الى التفكير التحولي.

3.3.6 مشروع مسابقة دولية لتصميم **Fast Train Station, Florence**، للمعمارية زهاء حديد، عام 2002

يشير Schumacher[19] في كتابه "*Digital Hadid: Landscapes in Motion*" الى التاثير المهم والمتزايد لأدوات التصميم الرقمية الجديدة على أعمال زهاء حديد بسبب إستخدامها للأشكال الجيومترية المعقدة في التصاميم. ففي وصفه لمشروع تصميم محطة القطار في Florence يشير Schumacher الى إختلاف هذا المشروع عن بقية مشاريع زهاء حديد المنتجة في نفس الفترة. فالموديل الرقمي الثلاثي الأبعاد تعدّ الأداة الأساسية للإستكشاف الشكلي التي تستثمر العلاقة المستمرة للمدخلات والمخرجات بين الموديل الرقمي من جهة والمخططات والمقاطع من جهة أخرى. فالموديل يمثل تطبيقا لتقنية cross-sections\surface من خلال التطبيق المتتابع لأمرين في برنامج 3dsMax والذان يسمحان بتعريف سطح معقد (شبكة) التي تبدأ على الأقل بمنحنين (splines) يميزان الشكل الجيومتري الأساسي. إذ تولّد البرمجية السطح عن طريق إبقاء السيطرة الجيومترية على المنحنيات الأولى التي تصبح بؤرها مقابض عن طريقها يمكن نحت وتشكيل السطح الناتج. فأدوات النمذجة الصلدة هذه تمتلك خاصيتين هما العمل بإسلوب بارامتري للسيطرة على كل عملية منفردة عن طريق القيم الرقمية القابلة للتحوير بثبات، وصيانة البرمجية للذاكرة التاريخية للعمليات المنجزة على كل كيان منفرد، لذا كان ممكنا الرجوع لتحوير الكيان الجيومتري البدئي المتمثل بالمنحنيات التوليدية في هذا المشروع في كل لحظة من العملية التصميمية. فالعملية التصميمية تتكون من أربع خطوات هي البدء بتعريف المنحنيات مع التطبيق المتسلسل لأوامر cross-sections ثم surface لتوليد سطح معقد الذي يمثل الموديل الرقمي الأول، وفي الخطوة الثانية تتم المعالجة الرقمية لتحوير السطح الناتج، وفي الخطوة الثالثة يتم إستخلاص المقاطع التي تخضع الى تطوير إنشائي وبرنامجي مع تحوير المقاطع الأفقية، وفي الخطوة الرابعة يتم بناء موديل محدّث وفقا للمقاطع الأفقية التي تمنح نقطة البدء لعملية متكررة من الخطوة الثانية الى الرابعة مع هدف الوصول بشكل متزامن الى كلا الأمثلية الوظيفية والنتائج الشكلية المرضية. فالتجريب على الموديلات الرقمية في عملية تصميم المشروع يتسم بالأهمية العظمى. (Schumacher، 2004)

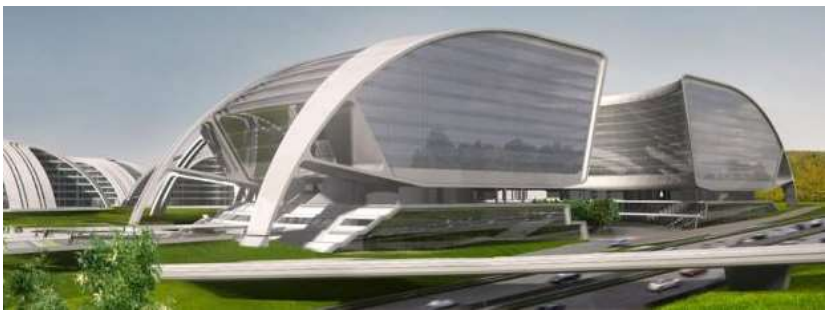
مما تقدّم يمكن القول أن توظيف الأدوات الحاسوبية في التصميم الأولي لمشروع محطة القطار في Florence يدعم مهارات التفكير التجريبي المتمثل بالتحليلي والإستكشافي والمقارن والتقييمي والإجتهادي إضافة الى التفكير التحولي والتفكير الناشيء الذي قد يسهم في توليد أشكال غير مقصودة وغير متوقعة من قبل المصمم. كما أن تقنيات الرسم الحاسوبي في هذا المشروع تعد أداة للتوثيق تحتفظ ببيانات التصميم للرجوع إليها عند الحاجة.

4.3.6 مشروع **Setun Hills Business Park**، المصمم من قبل BRT Architekten، في مدينة موسكو، إبتدأ التصميم عام 2006.

إستخدم الفريق التصميمي برمجيات GenerativeComponent (GC) مع MicroStation V8 المنتجة من قبل شركة Bentley Systems لمساعدة الفريق التصميمي في إدارة وتوجيه العملية التصميمية إبتداءا من الرسوم التخطيطية الأولية. فبرمجية MicroStation V8 ساعدت المصممين في الدراسة والفهم الصائب للعلاقات المعقدة بين الأبنية والبيئة

[19] Schumacher وهو معماري يعمل مساعدا للمعمارية زهاء حديد في مكتبها

الطبيعية بلغة التأثير البصري، والحجم، والإستدامة. أما GC فقد ساعدت المصممين في جعل العملية التصميمية آليّة عن طريق تنفيذ نظام نمذجة بارامترية لتعزيز عملية تعريف المحتوى التصميمي وإبتكار تنوعات وبدائل عديدة في الشكل والحجم بنقرة منفردة على الفأرة حتى في المراحل المتقدمة من التخطيط. فالمعماريين تمكّنوا من الإستجابة السريعة الى البارامترات المتغيرة للوصول الى الحالة المثالية في التصميم معماريا وبيئيا وإقتصاديا مع المراقبة والسيطرة على تأثير التغيير على مساحة الأرض الإجمالية. إذ سمحت GC للفريق التصميمي بتوليد بدائل وتنوعات تصميمية مع تقييم كل نموذج منها من جميع النواحي الوثيقة الصلة مثل الحجم والمقياس وتأثيرات الموقع .. الخ. ومراقبة التأثير الناتج على المساحة الإجمالية مع كل بديل تصميمي. فالبرامجيات المستخدمة هنا مكّنت المصممين من تقييم التصميم خلال المراحل الأولية ([20]).



الشكل 12: موديل حاسوبي لمشروع Setun Hills Business Park (المصدر: الإنترنيت[21])

بناءا عليه، يتضح أن توظيف الأدوات الحاسوبية في التصميم الأولي لمشروع Setun Hills Business Park ساهم في تعزيز مهارات التفكير التجريبي بأنواعه: التحليلي والإستكشافي والمقارن والتقييمي إضافة الى التفكير التحولي.

5.3.6 مشروع Aviva Stadium، المصمم من قبل Populous ، في مدينة دبلن، إكتمل إنشاؤه في عام 2010

إستخدم الفريق التصميمي البرامجيات الحاسوبية خلال طور التصميم المفاهيمي في إستكشاف الأشكال المتنوعة للملعب وإنتاج مجموعة من التكوينات. إذ كانت الفكرة الأساسية هي تغليف الملعب بقشرة عضوية سلسلة ذات إنسيابية بين الواجهة والسقف. إستخدم المعماريون برمجية Rhino، التي تمثل أداة نمذجة ثلاثية الأبعاد متعددة الأغراض التي تولد بسرعة نماذج لسطوح حجمية لهذه الفكرة وتحديد التشكيل الأفضل للموافقة عليه. إذ تضمنت هذه العملية تقييم البدائل المتنوعة إعتمادا على أربع معايير محددة مثل السعة المطلوبة مع توفير خطوط النظر الأمثل للمشاهدين، وزيادة تعرض أرض الملعب الى أشعة الشمس، وتقليل الظلال على المنازل المجاورة، وأخيرا توفير فضاء إضافي للفعاليات المساعدة في الجهة الشرقية. حيث قامت الجهة المستفيدة بتفحص البدائل المنتجة حاسوبيا وإختيار أحدها. (Eastman et al.، 2011، ص399، 400)

الشكل 13: صورة جوية لمشروع ملعب Aviva (المصدر: الإنترنيت[22])

مما تقدم يتضح أن توظيف الأدوات الحاسوبية في التصميم الأولي لمشروع Aviva Stadium يدعم مهارات التفكير التجريبي على المستوى التحليلي والإستكشافي والمقارن والتقييمي إضافة الى التفكير التحولي. كما تعزز الأدوات

[20] Moscow's going Green! مقالة في *CAD U*ser AEC Magazine, Vol 21, No 01 - January/February 2008
http://caduser.com/reviews/reviews.asp?a_id=409
[21] http://www.betonlana-report.com/wp-content/uploads/2012/03/setunhillsbusinnespark_12.jpg
[22] http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aviva_Stadium%28Dublin_Arena%29.JPG

الحاسوبية في هذا المشروع من عملية التواصل عن طريق تبادل المعلومات بين أفراد الفريق التصميمي بالإضافة الى الفريق التصميمي والجهة المستفيدة.

6.3.6 مشروع Sutter Medical Center، المصمم من قبل Devenney Group، في Castro Valley ، في كاليفورنيا، إكتمل إنشاؤه في عام 2012.

إتفق الفريق التصميمي على إستخدام التكنلوجيا الثلاثية الأبعاد لتسهيل تبادل المعلومات رقميا بإستخدام نفس معلومات النموذج الثلاثي الأبعاد. إذ إستخدم الفريق المعماري برمجية Revit للنمذجة الثلاثية الأبعاد منذ بدء المشروع بوصفها اساسا لإتخاذ القرارات التصميمية ووسيلة لتبادل المعلومات والتنسيق بين أعضاء الفريق المعماري والإنشائي للعمل بقرب مع بعضهم البعض منذ المراحل الأولية. فالخيارات التصميمية يتم إستكشافها بشكل مبكر مع أفراد الفريق بدلا من الإنتظار الى حين إكتمال التصميم. كما تضمّن المشروع المشاركة المبكرة للمقاولين للسماح بأخذ القضايا الإنشائية بالإعتبار خلال مرحلة التصميم المفاهيمي بدلا من تركها الى مرحلة تطوير الأفكار التصميمية. إذ يقوم الفريق المعماري بنشر نموذج التصميم الثنائي والثلاثي الأبعاد بصيغة AutoCAD ثنائية وثلاثية الأبعاد عبر برنامج ProjectWise للتواصل بين الفريق. كما إستخدم الفريق برامج Object enablers التي تسمح للمستخدمين بقراءة المعلومات من دون القدرة على تغييرها في حالة عدم إمتلاكهم للبرامج الأصلية المستخدمة في إنتاج المعلومات. إضافة الى ذلك إستخدم الفريق التصميمي الموديل التصميمي في تخمين أولي للكلف، ومحاكاة الطاقة (Eastman et al.، 2011، ص431 - 479).

الشكل 14: صورة لمشروع Sutter Medical Center (المصدر: الإنترنيت[23])

مما تقدم يمكن القول أن توظيف الأدوات الحاسوبية في التصميم الأولي لمشروع Sutter Medical Center يعزز على وجه الخصوص عملية التواصل عن طريق تبادل المعلومات بين أفراد الفريق التصميمي بالإضافة الى الفريق التصميمي والجهة المستفيدة. كما تدعم الأدوات الحاسوبية مهارات التفكير التجريبي كالتحليلي والإستكشافي والمقارن والتقييمي إضافة الى التفكير التحولي. إضافة الى إستخدامها لتقنيات تسهم في توثيق الأفكار التصميمية.

بناءا عليه، تتضح أهمية أدوات الرسم الحاسوبية في دعم مهارات التفكير النقدي بأنواعها الى جانب التفكير التحولي. ومن الجدير بالملاحظة يبرز دور الأدوات الحاسوبية كأداة للتواصل بين أفراد الفريق التصميمي وذلك ضمن المشاريع الأحدث في عينة الدراسة.

[23] http://www.greenwoodmoore.com/images/eden.jpg

جدول 2: دور تقنيات الرسم الحاسوبية في مرحلة وضع الأفكار التصميمية (المصدر: الباحث)

دور تقنيات الرسم الحاسوبية	مشروع New Elephant House	مشروع Swiss Re Tower	مشروع Fast Train Station, Florence	مشروع Setun Hills Business Park	مشروع Aviva Stadium	مشروع Sutter Medical Center
أداة للتفكير التخيلي						
أداة للتفكير التأملي						
أداة للتفكير الإسترجاعي						
أداة للتفكير التحليلي	•	•	•	•	•	•
أداة للتفكير الإستكشافي	•	•	•	•	•	•
أداة للتفكير المقارن	•	•	•	•	•	•
أداة للتفكير التقييمي	•	•	•	•	•	•
أداة للتفكير الإجتهادي						
أداة للتفكير التحولي	•	•	•	•	•	•
أداة للتفكير الناشىء			•			
أداة لنقل الأفكار من المصمم الى الفريق التصميمي					•	•
أداة لنقل الأفكار من المصمم الى العامة						
أداة لتفسير مقاصد المصمم						
أداة لتفسير محتوى التصميم						
أداة لتفسير طريقة التصميم						
أداة للتوثيق الأفكار التصميمية			•			•

7. الإستنتاجات: التحليل المقارن بين تقنيات الرسم اليدوي وتقنيات الرسم الحاسوبي

يمكن للبحث أن يلخص الجوانب الإيجابية والسلبية في تقنيات الرسم الحاسوبية مقارنة بالمهام التي تنجزها الرسوم اليدوية في مرحلة وضع الأفكار التصميمية، وكما يلي:

1.7 الرسوم الحاسوبية كأدوات للتفكير المبتكر

مقارنة بالرسوم اليدوية، يمكن القول أن تقنيات الرسم الحاسوبية تسهم بشكل فاعل في تفعيل اللغة الهندسية المعقدة للرسومات التي يصعب تمثيلها يدويا. ومع ذلك فهي تفتقر الى مهارات التفكير المبتكر التخيلي، والتأملي والإسترجاعي وذلك للأسباب التالية:

- إفتقار أدوات الرسم الحاسوبية الى التلقائية والمباشرية والمرونة في التنفيذ الآني لأفكار المصمم مقارنة بالرسم التقليدي بإستخدام القلم والورقة مما يؤدي بالتالي الى تشويش التفكير المبتكر للمصمم.

- يمثل الرسم بإستخدام الحاسوب تجربة حسية مختلفة عن الرسم اليدوي. إذ تكون الرسوم الحاسوبية بعيدة عن التمثيلات الرمزية الذهنية للرسوم اليدوية المستخدمة من قبل المصمم بسبب إفتقارها الى رد الفعل الناتج عن التنوع في ضغط وسرعة القلم والناتج عن الفصل الفيزياوي بين أداة الرسم (الفأرة أو القلم واللوح) عن الرسم نفسه (شاشة الحاسوب).
- تنتج فعالية الرسم التخطيطي اليدوي عن عملية ذهنية يتم فيها إستخدام أعراف الرسم المتنوعة كالمخطط أو المنظور أو المقطع للتعبير عن الفكرة المتبلورة في عقل المصمم. بينما في الرسم بإستخدام أدوات الرسم الحاسوبي التقليدية CAD لايمكن للمصمم على سبيل المثال رسم المنظور مباشرة وبشكل آني إلا بعد إدخال المكونات الثلاثية الأبعاد للتصميم.
- بالرغم من فعالية وقوة أدوات الرسم الحاسوبي في الإنشاء الثلاثي الأبعاد لأصناف معينة من الأشكال، إلا أن العقبة الأساسية أمام المصمم تتمثل بالتعقيد الحاسوبي الهائل في خوارزميات إنشاء الأشكال غير النمطية، حيث يكون مطلوبا من المصمم فهم أسلوب ومعادلات إنشاء الأشكال المعقدة منها، بخلاف الرسوم اليدوية التي يكون من السهل أحيانا رسم تكوينات شكلية معقدة كالمنحنيات المتعددة المراكز.
- بالرغم من إمكانيات الحاسوب المتقدمة في التوليد السريع للرسوم الثلاثية الأبعاد إلا أن دراسة Elsen & et.al (2012، ص283) تشير الى أن التصميم المعماري يعتمد في الغالب على الرسوم التخطيطية الثنائية الأبعاد في مرحلة وضع الأفكار بخلاف التصميم الصناعي الذي يستخدم الرسوم الثلاثية الأبعاد من البدء.

2.7 الرسوم الحاسوبية كأدوات للتفكير النقدي

تمتلك الأدوات الحاسوبية طاقات هائلة في دعم مهارات التفكير التحليلي والإستكشافي والمقارن والتقييمي. إذ تتسم بما يلي:

- القدرة على الإختبار السريع للتصميم الأولي وتقييمه والمقارنة بين البدائل المتنوعة وفق أسس موضوعية بإستخدام أدوات القياس وبرامجيات المحاكاة الحاسوبية التي تكون غير متاحة في الرسوم اليدوية.
- التوليد الكفوء للنماذج التصميمية الأولية الثلاثية الأبعاد مع توفير إمكانيات العرض البصري المتنوع الثنائي والثلاثي الأبعاد يساعد المصمم في عملية التفكير النقدي التحليلي والإستكشافي

ومن ناحية أخرى تبرز بعض المعوقات للتفكير النقدي والناتجة عن:

- إنشاء الرسوم بإستخدام الفأرة وبالإعتمادا على إختيار العناصر الجاهزة من القوائم تمنع االمصمم من النقد والتمعن أثناء التفكير.
- بخلاف الرسوم اليدوية التي تحتفظ بتسلسل مراحل عملية إنتاج الفكرة التصميمية، فإن فصل أدوات التنقيح عن الرسم نفسه في أدوات الرسم الحاسوبية يؤدي الى تطوير الرسوم من دون الإحتفاظ بتسلسل مراحل التغييرات المنجزة عليها مما يؤثر على قدرة المصمم على التغذية الإسترجاعية أثناء التفكير النقدي التقييمي لتطور الفكرة.

3.7 الرسوم الحاسوبية كأدوات للتفكير التطويري

تعزز الأدوات الحاسوبية من مهارات التفكير التحولي، إذ تتسم بالنواحي الإيجابية التالية:

- تمتلك مهارة فائقة في تنفيذ التحولات الشكلية لإنتاج بدائل عديدة مقارنة بالرسوم اليدوية. فهي تتسم بالتوليد السهل والسريع للبدائل التصميمية بإعتماد النسخ والتكرار مع إجراء التحويرات والتحولات البعدية مما يساعد في عمليات التفكير النقدي الإستكشافي والمقارن بخلاف الرسوم اليدوية التي تتطلب فترة أطول وجهدا أكبر لإعادة رسم كل بديل من جديد.
- التوليد الكفوء للنماذج التصميمية الأولية الثلاثية الأبعاد مع توفير إمكانيات العرض البصري المتنوع الثنائي والثلاثي الأبعاد يسهم في توفير أرضية جيدة للتفكير التطويري بإستخدام التحولات خلافا للرسوم اليدوية التي تتطلب إعادة رسم كل منظر على حدة.
- القدرة على التحديث الآلي للتشكيل الناتج عند إجراء التحوير في أي جزء منه بخلاف الرسوم اليدوية التي تستلزم إعادة الرسم.

من ناحية أخرى، يمكن تشخيص الجوانب السلبية التالية المؤثرة على مهارات التفكير التطويري للتصميم وهي:

- يكون نهج التحولات في الرسوم الحاسوبية متعمقا بحيث ينتج بدائل أقل تنوعا، بخلاف الرسوم اليدوية التي يكون التحول فيها مستعرضا منتجا بدائل أكثر تنوعا.
- تكون الرسوم الحاسوبية أقل كثافة وأقل غموضا من الرسوم التخطيطية اليدوية والتي تؤثر على طبيعة التفكير التطويري للتصميم وعلى نتيجته النهائية. فإفتقار الرسوم الحاسوبية الى خاصية الغموض يجعل حوارها مع المصمم أقل إيحاءا من الرسوم اليدوية. كما تمنح المصمم فرصا أقل لإدراك تفسيرات مختلفة لرسومهم بالإضافة الى عدم قدرة الحاسوب على إدراك الأنساق الناشئة الغير مقصودة من قبل المصمم. إذ يعجز المصمم عن إستحضار أفكار جديدة من الأفكار الموجودة أصلا بسبب عدم قدرة الحاسوب على إدراك الأشكال الناشئة الغير مدخلة في بدء العملية التصميمية (وبالأخص في أنظمة CAD المعتمدة على نظام vector الذي يعرف الخط بدلالة نقطتين للبدء والإنتهاء بدلا من نظام pixel الذي يكون الخط معرفا بدلالة مجموعة من النقاط المقاربة للخط المرسوم) ما يؤدي بالتالي الى إستكشاف وتطوير أفكار أقل خلال العملية التصميمية وبنفس الفترة من الزمن مقارنة بالرسوم اليدوية.

4.7 الرسوم الحاسوبية كأدوات لنقل الأفكار

تعد البيئة الحاسوبية وسطا مثاليا لنقل الأفكار المعدة سلفا من قبل المصمم الى الفريق التصميمي أو الى عامة الناس. فهي تسهل تبادل المعلومات آنيا أو في أوقات متباينة بين مصممين في مواقع جغرافية متباينة بخلاف الرسوم اليدوية التي تعجز عن ذلك.

من جهة أخرى، تتسم الرسوم الحاسوبية بالعجز عن النقل الآني للأفكار التصميمية المتبلورة حاليا في ذهن المصمم الى الفريق التصميمي بخلاف الرسوم اليدوية التي تكون أكثر سرعة .

5.7 الرسوم الحاسوبية كأدوات لتفسير الأفكار

لاتعد الرسوم اليدوية وسطا ملائما لتفسير الأفكار التصميمية وذلك للأسباب التالية

- بخلاف الرسوم اليدوية التي تحتفظ بتسلسل مراحل عملية إنتاج الفكرة التصميمية، فإن فصل أدوات التنقيح عن الرسم في أدوات الرسم الحاسوبية يؤدي الى تطوير الرسوم من دون الإحتفاظ بتسلسل مراحل التغييرات المنجزة عليها مما يؤثر على قدرة الرسوم على تفسير كل من مقاصد المصمم والطريقة المتبعة في الوصول الى النتاج.
- قدرة أدوات الرسم الحاسوبي على تفسير الرسوم التخطيطية المدخلة إليها لتحقيق التفاعل والتواصل المثمر بين المصمم والرسوم الحاسوبية لايزال محدودا ومقتصرا على سياقات تصميمية ضيقة.
- تفتقر الرسوم الحاسوبية الى القدرات التعبيرية والإيحاءات الشخصية التي تتسم بها الرسوم اليدوية والتي تساعد على تفسير قصدية المصمم والطريقة المتبعة في الوصول الى النتاج.

6.7 الرسوم الحاسوبية كأدوات لتوثيق الأفكار

في هذا الجانب توفر البيئة الحاسوبية مخزنا واسعا لتوثيق الأفكار التصميمية المرسومة حاسوبيا الذي يحتاج الى مساحة خزن أقل من الرسوم اليدوية، كما ويعد بيئة أكثر أمنا من مخازن الرسوم اليدوية الورقية.

ومع ذلك، فإن آلية التنقيح الآني للرسوم بإستخدام الأدوات الحاسوبية قد يستبدل الرسوم الجديدة محل الرسوم القديمة من دون الإحتفاظ بنسخ عنها مما يؤدي الى فقدان وثائق مهمة لتطوير الفكرة قد يحتاج المصمم الى الرجوع إليها في وقت لاحق.

8. الإستنتاجات: دور تقنيات الرسم الحاسوبية في الممارسة المهنية

أظهرت المشاريع المصممة من قبل المعماري Norman Foster حضورا بارزا للرسوم التخطيطية اليدوية في بلورة الفكرة التصميمية بوصفها أداة للتفكير المبتكر التخيلي في كلا مشروعي New Elephant House و Swiss Re Tower، مؤكدا بذلك على أهمية الدور الذي تلعبه الرسوم التخطيطية اليدوية في مرحلة التصميم المفاهيمي.

كما أفرزت نتائج الدراسة العملية توجها واضحا في توظيف أدوات الرسم الحاسوبية خلال طور التصميم المفاهيمي يتمحور حول دورها كأداة للتفكير النقدي التحليلي والإستكشافي والمقارن والتقييمي من جهة ودورها كأداة للتفكير التحولي من جهة أخرى.

9. التوصيات

- لحد الآن لم يقدم مطوري الأنظمة الحاسوبية برامجيات رسم تخطيطي sketch-based interface systems بنفس كفاءة التفكير المبتكر الذي تتسم به تقنية الرسوم التخطيطية اليدوية. وعليه يوصي البحث بضرورة عدم التخلي عن تقنيات الرسم اليدوية في التعليم والممارسة المعمارية.
- إن قدرة المصمم على إنجاز الرسوم اليدوية التخطيطية وفهم رسوم الآخرين تعتمد بالأساس على الخبرة. ولهذا السبب يجب تطوير مهارة الطلبة على الرسم اليدوي التخطيطي ضمن المراحل الأولية لتعليم التصميم المعماري.
- كما يوصي البحث بإمكانية إستثمار المصممين لكلا إيجابيات تقنيات الرسم اليدوية والحاسوبية معا بحيث يتم الإعتماد على الرسوم اليدوية في طور التفكير المبتكر والرسوم الحاسوبية في طوري التفكير التجريبي النقدي والتطويري.

المصادر

1. القزاز، ضحى عبد الغني، تقنيات الرسوم اليدوية – دورها في التصميم المعماري، مجلة هندسة الرافدين، مجلد 16، العدد 3، آب 2008.

2. Autodesk, Conceptual Design Made Easy with AutoCAD, White paper, 2012.
3. Cook, M. T., Agah, A., "A survey of sketch-based 3-D modeling techniques", *Interacting with Computers*, 21, 2009, 201–211.
4. Do, E. Y. & Gross M. D., Thinking With Diagrams in Architectural Design, *Artificial Intelligence Review*, 15: 135-149. Kluwer Academic Publishers, the Netherlands, 2001.
5. Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., and Liston, K. *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. Wiley. Hoboken N.J , 2011.
6. Elsen, C., Demaret, J.-N., Yang, M. C. & Leclercq, P., Sketch-based interfaces for modeling and users'needs: Redefining connections. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing* / Volume 26 / Special Issue 03 / August 2012, pp 281-301.
7. Elsen, C., Darses, F.,& Leclercq, P. , *An anthropo-based standpoint on mediating objects: evolution and extension on industrial design practices,* Design Computing and Cognition (Ed.) Gero, J., Stuttgart: Springer, 2010, pp 55-74.
8. Holzner, S., Sams Teach Yourself Google SketchUp 8 in 10 Minutes, Sams, 2011.
9. Kalay, Y. E., *Architecture's New Media: Principles, Theories, and Methods of Computer-Aided Design*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2004.
10. Lane, D., Seery, N., Gordon, S., Promoting Creative Discovery and Mental Synthesis through Freehand Sketching. Visualizing Change – Graphics on the Horizon ASEE Engineering Design Graphics Division65th Mid-Year Conference October 3 – 6, 2010.
11. Lawson, B., *What designers know*. Oxford, Architectural Press, 2004.
12. Lipson, H and Shpitalni, M., Conceptual design and analysis by sketching, In AIDAM-97, 1997.

http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.17.6001

13. Ma, C., Qin, S., Wang, H. & Dai G., Modelling sketching primitives to support freehand drawing based on context awareness. *Computing and Informatics*, Vol. 29, 2010, 585–600.
14. Masry, M. & Lipson, H., *A Sketch-Based Interface for Iterative Design and Analysis of 3D Objects*, 2nd Eurographics Workshop on Sketch-Based Interfaces and Modeling, 2005.
15. Mawter, J., Thinking Skills, Humorous Texts and Literacy, ACCESS The National Journal of the Australian School Library Association, 2006.
16. Oh, Yeonjoo. Design Evaluator: Critiquing Freehand Sketches. MSc thesis, University of Washington, USA, 2004.
17. Peters, B., *The Copenhagen Elephant House: A Case Study of Digital Design Processes*. , Proceedings of the 28th Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture (ACADIA), 2008, 134–41.
http://www.fosterandpartners.com/data/profile/rd/case/Foster_+_Partners_RD_Paper_Copenhagen_Elephant_House.pdf
18. Schumacher, P., *Digital Hadid: Landscapes in Motion*, Birkhauser, London 2004. http://www.patrikschumacher.com/Texts/digitalhadid.htm#currentwork
19. Yu, J. & Zhang, H., *A Prototype Sketch-Based Architectural Design System with Behavior Mode*, EUROGRAPHICS Workshop on Sketch-Based Interfaces and Modeling, (Eds.) van de Panne, M. & Saund, E., 2007, pp. 1–7.

تم اجراء البحث في كلية ألهندسة = جامعة ألموصل