دور قواعد الشكل في تحليل التكوين المعماري

[دراسة في القصور العربية الاسلامية]

ا.م.د. اسماءمحمد حسين المقرم[1]
asmaamh1@yahoo.com

سارة وليد خالد
sa_R_ah1988@yahoo.com

الجامعة التكنولوجية – قسم هندسة العمارة [1]
العراق – بغداد

تاريخ الأستلام :2014/5/26 ---- تاريخ القبول: 2014/11/18

المستخلص

ظهرت تقنية قواعد الشكل في سبعينات القرن الماضي و تم تأكيد اهميتها من خلال مستويات مختلفة ضمن حقول متنوعة ، إذ كان ظهورها الاول من خلال مجالات متنوعة ابرزها المجال المعماري . ركزت تطبيقاتها على هدفين رئيسين و التي اصبحت مناهج وهي: المنهج التحليلي الذي اكد اهمية تحليل وقراءة التصاميم المعمارية السابقة و استكشاف لغاتها للاستفادة منها ، والاخر التصميم الاصلي الذي ركز على انتاج تصاميم جديدة.ان اغلب البحوث افتقرت الى التوضيح الوافي للجوانب المتعلقة بالتقنية و بالاخص الطرائق التحليلة فيما يخص العمارة الاسلامية لذلك تحددت مشكلة البحث ب[عدم وجود تصور كاف عن دور تقنية قواعد الشكل في قراءة و تحليل نماذج العمارة الاسلامية] وهدفه ب[الكشف عن الاساليب التحليلية لقواعد الشكل واستكشاف الامكانات التركيبية لها] أما المنهج فتحدد بثلاث مراحل :اولاً بناء اطار مفاهيمي شامل يتعلق بتقنية قواعد الشكل داخل و خارج حقل العمارة، ثانياً تحديد الاجراءات التطبيقية من ثم تحديد العينات المختارة و محددات اختيارها [إذ تم انتخاب ثمانية نماذج لقصور اربعة منها اموية و الاخرى عباسية] و تحديد اسلوب القياس و التحليل.المرحلة الثالثة : تحليل النماذج ومناقشة النتائج و الاستنتاجات.

الكلمات المفتاحية : [قواعد الشكل، العلاقات الحيزية، التصميم الاصلي [البدء من الصفر]

The Role of Shape Grammar in Analyzing Architectural Compostion
[A study in the Arab-Islamic Palaces]

Dr.Asmaa M.H.Al-Muqaram[1]
asmaamh1@yahoo.com

Sarah Waleed Khalid
sa_R_ah1988@yahoo.com

Department Of Architecture/ University of Technology[1]
Baghdad-Iraq

Received on 26/5/2014 & Accepted on18/11/2014

ABSTRACT

Theshape grammar technique appeared in the seventies of the last century at different levels of knowledge. The application of thetechnique in architecture focused on two main goals، which have become as approaches: the first is the analytical one[reading and analyzing the architectural antecedent and explore their languages andusingthem in future designs]، the second is the original designs،[producing novel designs]. Most of researches lacked to clarify the sufficient aspects relating to shape grammar especially the analytical methods with regard of Islamic architecture ، the research problem concentrated on this as stipulated [Lack of sufficient visualization of the role of shape grammar technique in reading and analyzing Islamic architecture]and the objectives are [detect the analytical methods of shape grammar and exploring its synthetic potentials]، The method of solving the research problem consist of three stages ، first establish a comprehensive conceptual framework concentrated on shape grammar technique inside and outside the field of architecture،second :conducting study; in addition the selected sample and the constraint of choosing it were described [the samples were eight Islamic palaces، four of them belong to the Umayyad era ، and the others to the Abbasid period]،then identifying the method of measurement.The third: analytical process of the selected samples. Afterwards، discussing and analyzing the results and final conclusions.Keywords: Shape Grammar، spatial relation، original design [from scratch].

1- المقدمة

يعد مفهوم قواعد الشكل من التقنيات التي برزت في الحقول المختلفة سواء على المستوى المعماري او المستويات الاخرى خارج حقل العمارة ، حيث تم التطرق الى المفهوم في عدد من الطروحات باعتباره منهجاً يستخدم في تحليل اللغات المعمارية او الانماط الزخرفية ، او في إنشاء بعض التصاميم ، إلا انها إفتقرت الى النظرة الشمولية في تحديد كل او اغلب الجوانب المتعلقة بالتقنية من حيث عناصرها و دورها في العملية التصميمية و مفرداتها و دورها في عملية قراءة النصوص المعمارية و خاصة على مستوى العمارة الاسلامية . صنف البحث الى ثلاثة محاور يتناول المحور الاول تعريف تقنية قواعد الشكل وطبيعة تناولها في المعرفة السابقة بهدف أستخلاص مشكلة البحث والهدف والمنهج ، ويركزالمحور الثاني على بناء الأطار النظري للتقنية واستخلاص المفردات الاساسية ، وأخيرا يطرح المحور الثالث مستلزمات التطبيق من مفردات واسلوب التحليل ومن ثم مناقشة النتائج والاستنتاجات.

2- المحور الاول : تعريف قواعد الشكل

عرفت تقنية قواعد الشكل shape grammar من قبل عدد من المنظرين اختلفت مابين اعتبارها كنظم انتاجو خورازميات او طريقة في توليد الاشكال ، و سيتم توضيح البعض منها و كما يلي :

تعريف نايت Knight لقواعد الشكل هي مجموعة من القوانين التي تطبق خطوة بخطوة لتوليد لغة او مجموعة من التصاميم . تكون قواعد الشكل وصفية و توليدية على حد السواء ، من حيث ان القوانين تقوم بتوليد او حساب التصاميم و تصف القوانين ذاتها اشكال التصاميم المتولدة [14، ص20] .

تعريف ليو Liew : قواعد الشكل هي نظم انتاج تخطيطية توفر الالية الشكليةلتوليد التراكيب بالاعتماد على الاشكال وعلاقاتها الحيزية،و عن طريق تحديد طرق لاستبدال اجزاء من هذه الاشكال مع اجزاء من اشكال اخرى[16، ص2] .

تعريف ستايني Stiny، قواعد الشكل هي نظم خوارزمية ، تُستعمل لتحليل التصاميم الموجودة بالفعل اوانشاء جديدةوتساعد في توليد تصاميم مبتكرة من خلال جهد الحوسبة مع الاشكال و القوانين [23، ص12].

يمكن تعريف قواعد الشكل اجرائياً على انها : تقنية تستخدم تستخدم القواعد كاساسات للتعامل مع الاشكال وعلاقاتها الحيزية لها منهجان في استخدامها هما المنهج التحليل الذي يُستخدم في قراءة اللغات المعمارية السابقة للاستفادة من لغاتها والمنهج التركيبي الذي يُستخدم في انشاء لغات جديدة .

2-1 تطبيقات قواعد الشكل في الحقول المعرفية

لقواعد الشكل عدة تطبيقات في العلوم المعرفية المرتبطة بالتكوين الشكلي ، وتعد العمارة احدها . اذ سيتم طرح هذه المجالات التي تدخل القواعد التطبيقية في تشكيلها في كل من تصميم المنتجات ،التصميم الهندسي ، وفي الفنون والعمارة.

1- قواعد الشكل في تصميم المنتج product design : توفر قواعد الشكل في تصميم المنتجات القدرة على سد الفجوة بين تقنيات الرسم التقليدية التي تتيح للمصممين الحرية لاستكشاف الفضاء التصميمي، في نفس الوقت الذي توفر فيه معلومات كمية عن التصاميم المنتجة [21، ص1] كما في قواعد الشكل البارامترية لتصميم الكراسي-chair [backKnight,1980] وقواعد تصميمالة صنعالقهوة [coffeemaker grammar Agarwal&Cagan,1998] .

2- قواعد الشكل في التصميم الهندسي engineering design : يمكن استخدام قواعد الهندسة لمساعدة المصممين لتوليد و تقييم الافكار خلال مرحلة توليد الافكار في العملية التصميمة ، حيث ان ممارسات قواعد الشكل للتصميم الهندسي بحثت في المبادئ الالكترونية ، الميكانيكة و المدنية[30، ص4]، على سبيل المثالاستخدمت قواعد الشكل في تصميم الروبوتات في مرحلة تكوين كما في قواعد الخراطة والاشكال القابلة للتصنيع the Lathe

grammar[Brown,McMahon,&Sims-Williams,1994] و قواعد تصميم دعامات البناء truss grammar [Shea&Cagan,1997] .

3- قواعد الشكل في تصاميم الفنون fine arts و الزخارف ornaments:استخدمت تقنية قواعد الشكل في تحليل الزخارف كذلك في اللوحات الفنية و المنحوتات ، لمعرفة لغاتها الاصلية و امكانية اعادة بنائها ، كذلك توليد لغات جديدة[1، ص31]. كما في قواعد تشكيل انماط المشبكات الصينية the Chinese ice-ray lattice [Stiny،grammar1977] .

4- قواعد الشكل في العمارة : ركزت التطبيقات الخاصة بقواعد الشكل على تحليل الطرز المعمارية architectural styles . الهدف من ذلك هو استخلاص القواعد الاساسية لهذه الطرز ، فضلا عن استنباط تصاميم اخرى جديدة متولدة من نفس اللغة ، و لكن بصورة متجددة . و من اشهر الامثلة لهذه القواعد هي تحليل Stiny لقواعد تصميم مخططات الفللPalladian villas للمعماري بالاديو Palladio وفقا لرؤية [Stiny&Mitchell,1978]، كذلك تحليل Flemming لقواعد مخططات و كتل Queen Anne style[Flemming,1987]، ... الخ .

2-2 الدراسات السابقة لقواعد الشكل في المجال المعماري

طرحت تقنية قواعد الشكل في المجال المعماريمن خلال العديد من الدراسات و من زوايا مختلفة تم تقسيمها و مناقشتها وفق ثلاثة مجاميع :

تضم المجموعة الاولى اربع دراسات تناولت المفهوم العام لقواعد الشكل و مفاهيم اخرى مرتبطة و امكاناتها في التصميم المعماري . اما المجموعة الثانية تضمثلاثة دراسات تناولت موضوع قواعد الشكل و علاقته بالانماط الهندسية الزخرفية الاسلامية ، كل واحدة تناولت الموضوع من جانب معين . المجموعة الثالثة تضم دراسةتناولت قواعد الشكل و علاقته بالتصميم الحضري .

إذ تناولت دراسة2013 [Grace،] المفهوم العام لقواعد الشكل بتوضيح مبسط . ركزت على امكانية انشاء تصاميم عديدة و معقدة باستخدام عدد من القوانين و الاشكال البسيطة . تم اعطاء مجموعة من الامثلة التوضيحية على المستوى الثنائي و الثلاثي الابعاد و امكانياتها في التصميم المعماري[9]. اما دراسة[Pupo& others, 2007] تبرز اهميتها في توظيف مفهوم قواعد الشكل للاغراض التعليمية و على مستوى تصميم الابنية ، من خلال دورة لطلبة الدراسات العليا. تم انتخاب منهج قواعد الشكل ، لتوضيح امكانياته في توليد لغات معمارية من لغات سابقة ، و ذلك عن طريق تحليل الطلاب مع الاساتذه لبيوت prairie house للمصمم المعماري Frank Lloyd Wright . بعدها قام الطلاب بانتاج تصاميم مختلفة و لكن بحلة جديدة[22].

اما دراسة[Chouchoulas,2003]تطرقت الى مفهوم قواعد الشكل من خلال علاقته بمفهوم اخر وهو تطور الشكل Shape Evolution الذي يجمع بين قواعد الشكل و الخوارزميات الجينية[7].الدراسة الاخيرة من المجموعة الاولى [Knight,1988] تناولت تاريخ تقنية قواعد الشكل من ناحية دورها في كل من العمارة و التعليم و الممارسةبصورة ملخصة و مختصرة كذلك توضح اهم المناهج [15].

الدراسة الاولى من المجموعة الثانية[Jowers & others,2010] درست مفهوم قواعد الشكل كاداه تحليلية لطرق توليد الانماط الاسلامية الهندسية الاسلامية من خلال مفهوم اخر مرتبط بقواعد الشكل، هو مفهوم النشوء emergence[مفهوم مرتبط بنشوء الاشكال و انتاجها]، وعن طريق احدى طرق النشوء emergence الثلاث [المستخدمة في توليد الانماط الزخرفية] والمرتبطة بقواعد الشكل وهي طريقة الانشاء القائم على المحفز MOTIF-BASED CONSTRUCTION،[11]. اما دراسة [Ulu،Şener,2009]استخدمت قواعد الشكل كاداة تحليلية و تركيبية لتحليل و

توليد الانماط الهندسية الاسلامية ، من خلال اولا تحليل انماط Penrose و ثانيا تم التركيز على استخدام قواعد الشكل كاداة تركيبية من خلال انشاء قالبين تصميمين يساعدان في توليد انماط جديدة تختلف عن الانماط السابقة لكن تنتمي اليها[29] . اما دراسة[Cagdas,Cenani,2007] اخذت مفهوم قواعد الشكل و علاقته بالانماط الهندسية الاسلامية و لكن ركزت على امكانية استخدام قوعد الشكل كاداة تحليلية و كاداة تركيبية لتوليد هذه الانماط على المستوى الثلاثي الابعاد[5] . اما المجموعة الثالثة و الاخيرة تضم دراسة[Duarte & others,2006]،و التي اخذت مفهوم قواعد الشكل كاداة تحليلية و تركيبية على المستوى الحضري . حيث تم تحليل نسيج حضري لمدينة مراكش و انشاء قواعد شكلية تحليلية للمدينة [8].

نستنتج من ما سبق ان اغلب الدراسات كانت تمس جوانب دون اخرى .اتضح ايضاً ان هنالك فجوة او قلة في تحليل الابنية التاريخية على مستوى العمارة العربية او الاسلامية . اذ بالرغم من ان اغلب البحوث تناولت المنهج التحليلي ، الا ان تطبيق المنهج اقتصر على تحليل التفاصيل او العناصر و بشكل اخص الانماط الزخرفية الاسلامية ، و مما سبق تم تحديد المشكلة البحثية بما يأتي: [عدم وجود تصور كاف عن دور تقنية قواعد الشكل في قراءة و تحليل نماذج العمارة الاسلامية] و ارتبط هدف البحث و ب[الكشف عن الاساليب التحليلية لقواعد الشكل واستكشاف الامكانات التركيبية لها] .بهدف حل مشكلة البحث فسيتم اتباع المنهج التالي : بناء اطار نظري شامل للاساليب التحليلية و التركيبية الممكنة لقواعد الشكل ،تصميم البحث بتحديد اسلوب القياس و عينة الدراسة و طريقة قياس العينات المنتخبة ، تحليل نتائج الدراسة و الاستنتاجات .

3- المحور الثاني : بناء اطار نظري شامل لتقنية قواعد الشكل

بعد الاطلاع على الدراسات التي تناولت تقنية قواعد الشكل و تحديد المشكلة البحثية و الهدف ، سيتم بلورة اهم المفردات و الجوانب المتعلقة بهذه التقنية.

3 -1 تاريخ قواعد الشكل

قُدِمت التقنية لاول مرة في بداية سبعينيات القرن الماضي من قبل George Stinyو James Gips . اذ نشر كل من Stiny & Gips ورقتهم البحثية "Shape Grammars and Generative Specification" في عام 1971 قدموا فيها مجموعة من القوانين لتشكيل عدد من اللوحات التي تعود الى Stiny نفسه .تم تاطير بعد وقت قصير من ظهور قواعد الشكلجزئين من مشروع لقواعد الشكل. اذ وصف Stinyفي ورقة بحثية لسنة 1976 تطبيقين في التكوينات الشكلي formal compostion . اصبحت هذه التطبيقات المبسطة الاساس للعديد من التطبيقات اللاحقة لقواعد الشكل وفي مجالات متنوعة . يظهر التطبيق الاول امكانية استخدام قواعد الشكل في تحليل لغة تصاميم موجودة او معروفة existing designs. اما التطبيق الثاني ، فيظهر امكانية استخدام قواعد الشكل في تشكيل تكوينات اصلية original composition اي التصميم من خطوط اولية [خدوش] و الذي يمكن تسميته بالتصميم الصفري design from scratch[12، ص3] .تم اعطاء التمرين الاول من قبل بحث ل Stiny في عام 1977 اختص بانماط Ice-ray[i] . حيث تلتقط القواعد التراكيب المالوفة لانماط lattice designs، و تولد هذه التصاميم ، بالاضافة الى عدد لا حصر له من تصاميم جديدة افتراضية لها نفس روحية وطرز الانماط السابقة [25، ص89] . اما التمرين التحليلي الثاني، فقد اختص بقواعد Palladian grammar من قبل Stiny and Mitchell في عام 1978.

[i] رسالة موجزة ل Stinyعن توليد تصاميم انماط Chinese lattice

اما التطبيق الثاني هو في تركيب شكل اصيل لايعتمد على تحليل لغة سابقة. تم تقديم نهج محدد لانشاء القواعد الاصلية من الصفر لاول مرة في عام 1980، حيث تم تطوير القواعد باستخدام كتل [ii] Froebel، وهو نهج قواعد رياض الاطفال Kindergarten grammars .

مما سبق يتضح ان لقواعد الشكل في مجال التصميم المعماري هدفين رئيسين، الهدف التحليلي يخص وصف البنيات و يقوم بتحليل اللغةالتي يتالف منها الشكل الخاضع للتحليل. و الاخر هو المنهج التركيبي لا يعتمد على لغات سابقة و انما يهتم بالتصميم الاصلي.

2-3 العناصر الاساسية لقواعد الشكل

لتوضيح دور تقنية قواعد الشكل في عملية التصميم المعماري ، سيتم توضيح العناصر الاساسية لها . حيث حدد Stiny اربعة عناصر رئيسة لقواعد الشكل و التي يتم تسميتها ب [I،R،L،S]، وهي كما يلي [27، ص347]:

1-S [Shapes] هي مجموعة محدودة من الاشكال حيث ينظم فيها الشكل عن طريق ترتيب مجموعة من الخطوط الثنائية او الثلاثية الابعاد.

2-L[Labels]هي مجموعة محدودة من الرموز لتقييد طرق تطبيق القوانين مثل العلامات و العلامات المكانية [مؤشرات

3-R [Rules]هي مجموعة محدودة من قوانين الاشكال بصيغةαβ والتي تتكون من مفردات لمجموعة من الاشكال ومجموعة من العلاقات الحيزية [ترتيبات من الاشكال].

4- I[Initial] يدعى بالشكل الابتدائي.

مما سبق يمكن استنتاج ان قواعد الشكل تصف النتاجات المعمارية عن طريق مجموعة من الاشكال ، و علاقتها الحيزية و عن طريق مجموعة من القوانين التي تصف هذه النتاجات بصيغة قواعد الشكل لاعادة استخدام هذه القواعد لتوليد تصاميم جديدة.

3-2-1 الاشكال في تقنية قواعد الشكل Shapes : الشكل هو ترتيب لعناصر اساسية في حيز ما ، العناصر الاساسية للاشكال هي النقاط ، الخطوط ، المسطحات ، و المجسمات ، و قد تحتوي على معلّمات labels اذا كانت ضرورية لاعطاء معلومات اضافية عن الاشكال و الاوزان weights .تصنف العناصر الاساسية في الاشكال تحت قيم مختلفة لعلم جبر الاشكال shape algebras،[17، ص27].

3-2-2 العلاقات الحيزيةSpatial Relation :يمكن تحديدها بين الاشكال من خلال المسافة بينهم ، زوايا الدورانو عامل الحجم او القياس[10].

اذ اعطيت العديد من التمارينلتقديم مفهوم العلاقات الحيزية بين اثنين من الاشكال[18،ص57].ومن امثلة التمارين التي تستخدم Froebel blocks تمرين المكعب و المستطيل [cube and oblong][19، ص60] .

3-2-3 القوانين Rules : توضح القوانين الكيفية التي يتحول فيها شكل ما معطى الى شكل جديد او مشابه تبعا الى علاقاتهم الحيزية .ان قانون الشكل Shape Rule مكونة من جزئين مفصولين بسهم الذي يمثل الجزء الوسطي و يشير من اليسار الى اليمين ، يدعى الجزء الايسر ب LHS] Left-Hand Side] وهو يمثل شكل مدخل input shape . اما الجزء الايمن يدعى ب RHS] Right-Hand Side] يمثل شكل مخرج output shape . حيث ان شكل القانون

[ii] Froebel معلم البروسيPrussian[مقاطعة المانية]عاش من 1782 حتى 1852. اول من ادرك استخدام اللعب كادوات هامة للتعليم في غرفة الصف. وقدر اهمية نشاط وحرية الحركة للاطفال في المدارس. طور ما يسمى اليوم كتل Froebel لتعليم الاطفال النسب و القواعد الحسابية تاثر ب Pestalozzi وانشا اول روضة للاطفال ، لذلك سميت بقواعد رياض الاطفال.

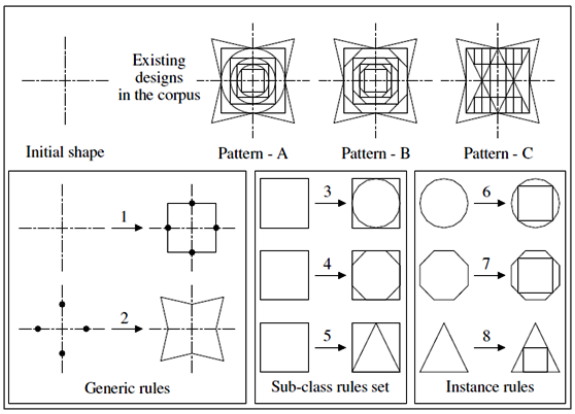
يكون B A حيث ان كل من A and B هي اشكال ، يمثل A الشكل الابتدائي ، و يمثل B الشكل الذي سيتم التحول اليه وفق قاعدة تحويل معينة [اي من التحولات الاقليدية] .

ان التصاميم او النتاجات المعمارية السابقة لها تشابهات و اختلافات و ان القوانين تقوم بتصنيف هذه التشابهات و الاختلافات وفق الفئات التالية :

3-2-3-1 القوانين العامة Generic rules : يُقصد بالقوانين العامة هي التي تعكس التشابهات في الجزء الاساسي بين التصاميم الموجودة existing designs . لهم نفس القيم لنفس الصفة او الميزة لكل العناصر ضمن الفئة . هذه القوانين الزامية و تطبق لاشتقاق كل التصاميم الموجوة في اللغة .الشكل في الجهة اليسرى left hand side LHS]]للقوانين العامة لها تشكيل واحد فقط محتمل في right hand side [RHS]، الامر الذي يسمح باشتقاق واحد او اشتقاقات متعددة في العملية التصميمية . مستخدم القانون محدد باختيار التحولات الاقليدية المختلفة و التنوعات البارامترية تحت اي من القوانين العامة يمكن ان يتم تطبيقها[2،ص46].

3-2-3-2 قوانين الفئة الفرعية Sub-class rules : يُقصد بقوانين الفئة الفرعية بانها مجموعة من القوانين تحتوي على اكثر من قانون واحد و التي لها قيم مختلفة لنفس الصفة في الجزء الاساسي من بين التصاميم الموجودة. و تكون قوانين اختيارية [متعددة الخيارات] لها تراكيب متطابقة identical configurations في left hand side [LHS] لكن بتراكيب او تشكيلات مختلفة في right hand side [RHS] . في هذه الحالة ، يمكن ان يختار مستخدم القاعدة من تشكيلات ممكنة مختلفة في right hand side من القوانين. لذلك ، هذه القوانين تكون مفيدة في اشتقاق تصاميم هجينة كما تسهل من عملية مزج او خلط القوانين االمتعلقة بالتصاميم المختلفة [3، ص46]

3-2-3-3 قوانين مُنمذجة Instance rules : يُقصد بها مجموعة من القوانين التي تعرف الميزات او الخصائص المختلفة لنفس العنصر باستخدام تراكيب مختلفة في كل من قوانين left hand side [LHS] و right hand side [RHS] . بالاضافة الى ذلك فان القانون يمكن ان يكون قانون منفرداً و الذي يعرف الميزة في الجزء الاساسي لواحد او اكثر من التصاميم الموجودة. هذه القوانين لا تقدم خاصية طايبولوجية ، لذلك لا تكون مفيدة في اشتقاق تصاميم هجينة [4،ص47] . الشكل رقم [1] يوضح الانواع الثلاث للقوانين .



الشكل(1) : انواع القوانين الثلاث/ المصدر : (AL-Kazzaz ،2011،p47]]

3- 3 انواع قواعد الشكل

تصنف قواعد الشكل و تتنوع من حيث استخدامها و اشتقاقها للتصاميم ، حيث سيتم توضيح بعض الانواع منها وفقا لما جاءت به الدراسات الى :

1- **قواعد الشكل القياسية Standard shape grammar** : تتمثل القاعدة في هذا النوع من انواع قواعد الشكل عن طريق قوانينها التي تتالف من زوج منالاشكال و هي الجانب الايسر و الذي يدعى ايضا بالشكل الابتدائي الذي ستم تطبيق القانون عليه. و الجانب الايمن وهو الشكل الناتج من بعد تطبيق القانون على الشكل الابتدائي و يفصل بين الشكلين سهم [24، ص8] .

2- **قواعد الشكل البارامترية Parametric shape grammars**: تقوم البارامترات بتوسيع لحقل قواعد الشكل [28،ص3]. يمكن ان تكون الاشكال بارامترية حيث ان المقياس الهندسي geometric scale للشكل يمكن ان يتنوع . تدمج القاعدة البارامترية " صيغة القواعد القياسية وتوسعها للسماح بحساب الاشكال مع نفس الشكل الطوبولجي لكن بابعاد متنوعة . تستخدم عادة من قبل مستخدمي قواعد الشكل grammarians لانها مرنة في تعريف الشكل وقادرة على توليد متغيرات تصميم اكثر[6، ص78] .

3- **قواعد الشكل المتوازية Parallel shape grammars** : يمكن ان تكون قواعد الشكل مفردة او مركبة. قواعد التوازي هي شبكة من قاعدتين او اكثر التي تعمل بصورة مستقلة او غير مستقلة.

3-4 مناهج قواعد الشكل

منذ ظهور قواعد الشكل و استخدامها في التعليم و الممارسة كما تم توضيحه سابقا . صنفت قواعد الشكل الى منهجين مرتبطين بالاهداف الرئيسة لقواعد الشكل . المنهج الاول هو المنهج التحليلي و الثاني هو المنهج التركيبي.

3-4-1 الممارسات التطبيقية باعتماد المنهج التحليلي Analyzing : لكل لغة معمارية سواء كانت تنتمي الى فترة معينة او الى معماري معين ، لها بعض المبادئ التركيبية المشتركة compositional principles . يمكن ان تعرف هذه المبادئ عن طريق مجموعة من القوانين التركيبية و التي تشكل قواعد اللغة . تتميز اللغة المعمارية و تحدد عن طريق المفردات و القواعد و التي تعرف الانماط الحيزية spatial patterns،كما و يمكن اعادة استخدام هذه القوانين من اجل توليد تراكيب و تصاميم جديدة، و من الدراسات التي استخدمت قواعد الشكل لتحليل اللغة المعمارية هي :

Palladian Grammar، the grammar of Queen Anne houses Frank Lloyd Wright's prairie house grammar، Bosnian Hayat Houses grammar.

3-4-2 الممارسات التطبيقية باعتماد منهج التصميم الاصلي Design from scratch : يعتمد هذا المنهج على إنشاء قوانين جديدة لتصاميم جديدة من الصفر from scratch، لاشتقاق لغة جديدة للتصاميم . تختص القواعد الاصلية بانشاء تصاميم جديدة ومبتكرة original composition، اي ، انشاء لغة تصميم جديدة[26، ص409] .بعدهاقامت المنظرة نايت Knight في نهج موسع لانشاء قواعد الشكل و وضعت هذا البرنامج في الممارسة في دورات الدراسات العليا التي تدرس الهندسة المعمارية في جامعة كاليفورنيا ومعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا .تم تطوير و استخدام برامج حاسوبية لتنفيذ برنامج Knight من قبل طلاب معهد ماساتشوستس في السنوات الاخيرة [13، ص5]. و على سبيل المثال استخدمت قواعد الشكل كطريقة لتوليد الاشكال form generation method في مشروع "Fallen Tower"، " Italy byRand Brown،museum in San Gimignano و مشروع تصميم مرصد بالمحيط في مانهاتن ، كالفورنيا ومشروع متحف fine arts museum in Taipei. By Jin-Ho Park ... الخ[20، ص28].

4- المحور الثالث : الدراسة العملية

بعد ان تم بلورة الاطار النظري لمفهوم قواعد الشكل في و تحديد اهم المفردات، الخصائص، و التطبيقات الخاصة به سيتم في هذا المحور تحديد عينة الدراسة و اسلوب التطبيق وتوضيح مستلزمات التطبيق العملي.

لغرض تطبيق الدراسة العملية لمفهوم قواعد الشكل ينبغي اختيار نمط بنائي معين يتوافق مع المحددات التالية:

- اهمية المبنى و قيمته التاريخية و الوظيفية و المعمارية ، لتوضيح اهم الخصائص و المفردات التي يمكن استثمارها في تصاميم مستقبلية .
- ضرورة توفر المخططات الافقية الدقيقة و ذات تعريف واضح للفضاءات و المحاور الحركية و اي تفاصيل اخرى.
- ضرورة توفر اكثر من نموذج مختلف بكافة تفاصيله و لنفس النوع الوظيفي . و ان يكون المبنى موثقا او قائما بشكل كامل.

وفقا لاعلاه فان هنالك مدى واسعاً من الانماط الوظيفية التاريخية و التي تمتلك قيمة تاريخية و معمارية كمباني القصور و الخانات و البيوت و الاضرحة ... الخ . لغرض البحث و تطبيق الدراسة العملية سيتم انتخاب النمط الوظيفي المرتبط بالقصور لعدة اسباب منها :

- تتعدد وظائف القصر ، حيث لم تقتصر الوظيفة على السكن فقط ، و انما تعتبر مراكز للسلطة و الحكم و لبيان قوة الدولة ، و مراكز ادراية لادراة شؤون الدولة كذلك للسكن و الراحة. هذا و تاتي اهمية القصور الاسلامية كونها احد الانماط الوظيفية التي تمثل كلا من السلطة الدينية والدنيوية معا او الدينية فقط واحيانا الراحة والنزهة.
- ان مبنى القصر ذومعالمتصميمية وخصائصمشتركة [من الامور المهمة في قواعد الشكل].

تتعدد اشكال القصور ما بين المنتظمة الشكل و التي لها شكل هندسي واضح و قصور ليش لها شكل منتظم البحث هنا اختص بالقصور التي لها شكل هندسي منتظم ، حيث ان من الصعب استخلاص القواعد و القوانين المتعلقة بالقصور التي ليس لها اشكال هندسية منتظمة،لذلك تم انتخاب ثمانية عينات [تتضمن اربعة قصور تنتمي الى الفترة الاموية هي قصر الجند في الحير الغربي و المشتى قصر و قصر الحير الشرقي و خربة المفجر بالاضافة الى اربعة قصور تنتمي الى الفترة العباسية هي قصر بلكوارا و قصر الجص و الاخيضر و قصر العاشق] .

5- عملية تحليل و توليد القصور بتقنية قواعد الشكل

عملية تحليل خصائص و مفردات العينات المنتخبة من القصور ، و ايجاد قوانين التصميم الخاضعة لها . تتضمن اربع خطوات .

- الخطوة الاولى تتضمن عملية تعريف مفردات تكوين القصور Vocabulary الرئيسة المكونة للقصور من خلال تحليل العينات المنتخبة و الاطلاع على المعلومات الخاصة بها . و من ثم ترميز هذه المفردات ، لاستخدامها بسهولة في عمليات التحليل اللاحقة .
- الخطوة الثانية تشمل هذه الخطوه على عملية تحليل عدد من الخصائص الاساسية الخاصة بالمفردات الرئيسة بالقصور بشكل مجموعات Groups، و من ثم دراستها على العينات المنتخبة باسلوب التحليل اليدوي تتضمن سبعة مجاميع من G1،G2....G7.
- الخطوة الثالثة تشمل على عملية تحليل المجموعات السبعة Groups المنتخبة . تتنوع كل مجموعة الى عدد من الخصائص المستنتجة من الدراسات السابقة الخاصة بالقصور التي سيتم تصنيفها الى قوانين رئيسة خاصة بكل مجموعة . سيتم بعد ذلك الاشارة الكل قانون Rules بالرمز R1،Rn...R2، من دون الاخذ بنظر الاعتبار الى النسب و الاحجام.

- الخطوة الرابعة تشمل الخطوة الرابعة عملية تحليل للقوانين الخاصة بكل عينة من العينات المنتخبة و المشتقة من القوانين الرئيسة [R] عن طريق استخدام برنامج AutoCAD . سيُشار الى هذه القوانين rules المشتقة بالرمز r[حرف صغير] و تتنوع الى r1 ،r2،Rn...3rو تكون صيغتها بشكل قوانين تقنية قواعد الشكل، حيث تحتوي على شكلين هما: الشكل في الجانب الايسر Left Hand Side [LHS]و[الذي يمثل الشكل الابتدائي]، و الشكل في الجانب الايمن Right Hand Side [RHS]و[الذي يمثل الشكل الناتج بعد عملية تطبيق القاعدة]، يفصل بينهما سهمالذي يمثل القاعدة التي تحول الشكل من الابتدائي الى الناتج.

المجموعة الاولى الشكل العام لمبنى القصر G1

ان الشكل العام للقصر عبارة عن كتلةبنائية منفردة،واضحةالمعالم،يتم تسقيطها وسطفضاءمفتوح .ان G1 لها قانونان رئيسان هما :

R1 القصر شكل هندسي منتظم هو المربع.

R2 القصر شكل هندسي منتظم هو المستطيل بغض النظر عن الابعاد و النسبة.

و سيتم توضيح القوانين المشتقة من القوانين الرئيسة بصيغة قواعد الشكل في الجدول رقم [1] .

المجموعة الثانية السور الخارجي G2

يمثل السور عنصر الفصل بين داخل القصر و خارجه . ان G2 لها قانونان رئيسان هما :

R1 السور الخارجي له شكل هندسي منتظم هو المربع.

R2 السور الخارجي له شكل هندسي منتظم هو المستطيل بغض النظر عن الابعاد و النسبة. و سيتم توضيح القوانين المشتقة من القوانين الرئيسة بصيغة قواعد الشكل في الجدول رقم [2] .

المجموعة الثالثة التقسيم الهندسي للمخططات G3

ان تصاميم القصور تتبع انظمة في تقسيمها الى وحدات معمارية ذات استقلال وظيفي،انعكست من خلال وجود نظام تقسيم هندسي يعتمد مفهوم التناظر[Symmetry]نستنتج ان G3 لها قانونان رئيسان هما:

R1 قانون نظام التقسيم الثلاثي.

R2 قانون نظام التقسيم الرباعي.

و سيتم توضيح القوانين المشتقة من القوانين الرئيسة بصيغة قواعد الشكل في الجدول رقم [3] .

المجموعة الرابعة المحورية G4

تتسم معظم القصور بوجود مبدا المحورية في تنظيم فضاءات القصر يقع المحور في الغالب في القسم العام للقصر المخصص للاستقبال و التشريفات حيث يبدا من البوابة الخارجية للقصر و ينتهي في الاجزاء المهمة كالفناء المركزي العام او ديوان الخليفة ان G4 لها ثلاثة قوانين رئيسة

R1 محور رئيس واحد .

R2 محوران رئيسان متعامدان كلاهما محور دخول و محور لقاعات الاستقبال.

R3 محوران رئيسان متعامدان احدهما محور دخول والاخر محور لقاعات الاستقبال.

و سيتم توضيح القوانين المشتقة من القوانين الرئيسة بصيغة قواعد الشكل في الجدول رقم [4] .

المجموعة الخامسة الفناءات G5

تعتمد جميع القصور و التي تنتمي الى فترات مختلفة سواء كانت اموية ام عباسية مبدا التوجيه نحو الداخل و استخدام الفناءات الداخلية ان G5 لها قانونين رئيسن

R1 فناء عام واحد بغض النظر عن النسب و الابعاد.

R2 فناءات متعددة موزعة بغض النظر عن النسب و الابعاد.

و سيتم توضيح القوانين المشتقة من القوانين الرئيسة بصيغة قواعد الشكل في الجدول رقم [5] .

المجموعة السادسة التنظيم الفضائي G6

تقسم القصور عادة الى ثلاثة مستويات رئيسة هي العام و الخاص و القسم الخاص بسكن الحاشية و الجند و يمكن تصنيف العلاقة بين المستويات الثلاثة للقصور الى :

- الفصل المكاني بين المستويات الثلاثة و تكون متجاورة و تفصل عن طريق الجدران و المداخل .
- الدمج بين عدد من المستويات كان ينفتح المستوى الاول و سكن الخليفة على نفس الفناء المركزي او المستوى الاول مع المستوى الثالث .
- الفصل الكتلي من خلال وجود مبان متجاورة .نستنتج ان G6 لها اربعة قوانين رئيسة

R1 الفصل المكاني.

R2 الدمج بين المستويات.

R3 الفصل الكتلي.

و سيتم توضيح القوانين المشتقة من القوانين الرئيسة بصيغة قواعد الشكل في الجدول رقم [6] .

المجموعة السابعة البوابات و المداخلG7

تمثل بوابات القصر المفصل الذي يربط بين داخل القصر و خارجه تتميز اغلب القصور بوجود بوابة واحدة خارجية بينما تحتوي بعض القصور على اربعة مداخل

ان G6 لها قانونين رئيسين

R1 مدخل واحد مباشر بغض النظر عن الموقع و النسبة و الاشكال.

R2 مداخل متعددة بغض النظر عن الموقع و النسبة و الاشكال.

وسيتم توضيح القوانين المشتقة من القوانين الرئيسة بصيغة قواعد الشكل في الجدول رقم [7] .

6- الاستنتاجات الخاصة بنتائج التطبيق

تمثل هذه الاستنتاجات ما برز من نتائج الدراسة العملية على العينات المنتخبة في محوري التطبيق الذي تم طرحهما سابقا في هذا الفصل ، حيث تم استخلاص 45 قانوناً شكلياً مشتقاً من 16 قانوناً رئيساً مولداً لنماذج القصور من خلال تحليل خصائصها المصنفة تحت سبعة مجاميع، كانت استنتاجاتها كالأتي :

- يتضح من خلال نتائج التطبيق العملي انه بالرغم من ان كل القصور تتولد من نفس المجموعات او المراحل الا انها تتباين على مستوى القوانين الرئيسة و يكون مستوى التباين قليلاً ، اذ يتراوح ما بين 2-3 قوانين رئيسة لكل مجموعة اما التباين و توضيح الفرق و تميز كل قصر عن الاخر يكمن في القوانين المشتقة بقواعد الشكل و التي تراوحت ما بين 4-8 قانون شكلي. اذ يتضح ان مستوى التباين لقوانين الشكلية في قواعد الشكل اوسع من تباين القوانين الرئيسة المُصنفة للمباني وفق خصائصها.
- ان جميع النماذج المنتخبة على اختلاف الفترات و مكان انشائها و بالرغم من اختلاف خصائصها الا انها تتالف من اشكال ابتدائية مشتركة ، و بالتحديد تكون نقطة الاصل للقصر اما على محورين[X&Y] او على محور واحد[X or Y] وامكانية تولدها على نفس المراحل التصميمة .

- اتضح من خلال تحليل نتائج الدراسة ان الشكل العام لمبنى القصر فان غالبيتها ذات شكل هندسي منتظم ، اما القصور غير المنتظمة الشكل فتكون عادة نتيجة لعمليات الاضافة و التوسع على العصور المختلفة او مساحتها الشاسعة و تعدد الاقسام المكونة لها وتتميز بعض القصور بشكل غير منتظم ينتج من مجموع الاجزاء المكونة للقصر حيث يظهر التعبير الكتلي احيانا لبعض هذه الاجزاء. هذا و توزع الشكل العام لمبنى القصر ما بين قانونين رئيسين هما الشكل المربع او المستطيل. و يتضح ان غالبية القصور الاموية ذات قانون شكلي يكون فيها الشكل الناتج لمبنى القصر مربع الشكل اما القصور العباسية فان غالبية القصور يكون مبنى القصر مستطيل الشكل .
- اظهرت النتائج ان بالنسبة للشكل العام للسور الخارجي ان غالبية القصور ذات سور خارجي ذي شكل هندسي منتظم و توزع شكل السور الخارجي ما بين قانونين رئيسين هما الشكل المربع و المستطيل. ،و بالرغم من كون الشكل الابتدائي للقانون الشكلي مشترك لعدد من نماذج القصور الا ان هنالك اختلاف بين الشكل الناتج و المتمثل بتوليد السور الخارجي و علاقته بالشكل الابتدائي لمبنى القصر مما ادى الى تباين بين القوانين الشكلية . اذ اتضح ان غالبية القصور الاموية ذات سور خارجي مربع الشكل و لها نفس القانون الشكلي اما القصور العباسية فقد انقسمت النسبة بالتساوي ما بين الشكل المربع و المستطيل .
- اتضح من خلال تحليل نتائج التقسيم الهندسي للمخططات، ان التقسيم الهندسي توزع على قانونين رئيسين هما الثلاثي و الرباعي و بعد ان تم اشتقاق كل قانون لكل نموذج لايضاح التقسيم الهندسي من المستوى العام الى مستوى الجزء ، تبين انه بالنسبة الى القصور الاموية فقد انقسمت النسبة بالتساوي للنماذج المنتخبة ما بين التقسيم الثلاثي و الرباعي اما القصور العباسية فان غالبية القصور ذات تقسيم هندسي ثلاثي ، مما يؤدي الى استنتاج ان القصور العربية الاسلامية بشكل عام ذات تقسيم هندسي ثلاثي للمخططات .
- تم استنتاج انه بالنسبةلمحورية القصور فأن هنالك علاقة بين الشكل العام لمبنى القصر و بين محوريته حيث ان مبنى القصر المستطيل الشكل يكون ذا محور واحد مواز للمحور العمودي و تتناظر حوله الفضاءات ، اما مبنى القصر المربع الشكل يكون ذو محورين متقاطعين ، هذا و توزعت المحورية على ثلاثة قوانين رئيسة هي : محور واحد او محوران يستخدمان للدخول و مؤدية لقاعات الاستقبال و القانون الثالث هو محوران احدهما للدخول و الاخر لقاعات الاستقبال ، و تبين انه بالنسبة للقصور الاموية فان غالبية القصور تكون ذات محورين احدهما للدخول و محور اخر مؤدي الى قاعات الاستقبال و لها نفس القانون الشكلي اما بالنسبة للقصور العباسية فان غالبية القصور تكون ذات محور واحد عمودي تتناظر حوله الفضاءات و هذا الامر مرتبط بما تم استنتاجه سابقا ان غالبية القصور العباسية تكون مستطيلة الشكل و تكون ذات محور واحد .
- كما وتبين ان بالنسبة للجزء المتعلق بفناءات القصر فأن هنالك نوعين من الفناءات هي الفناءات العامة و الخاصة فبالنسبة للفناءات الخاصة فلا توجد قاعدة او قانون شكلي اذ تتوزع على كل قسم من اقسام القصر الخاصة و العامة. اما الفناءات العامة فقد توزعت على قانونين رئيسين هما اما فناء مركزي او فناءات متعددة ، اذ تبين ان كل القصور الاموية المنتخبة ذات فناء مركزي واحد و ان غالبية القصور لها نفس القانون الشكلي، اما بالنسبة الى القصور العباسية فقد انقسمت النسبة بالتساوي ما بين الفناء المركز الواحد و الفناءات المتعددة ، مما يؤدي بشكل عام الى ان اغلب القصور تكون ذات فناء مركزي واحد يقع على محور الدخول و يؤدي الى ديوان الخليفة مما يجعله فضاءاً عاماً مسيطراً عليه اما الفناءات العامة المتعددة فعادة ما تؤدي الى ديوان الخليفة الذي يقع في مركز القصر و الذي له دلالات رمزية لها علاقة بسيطرة الخليفة على الجهات الاربعة.

- اظهر التحليل ان بالنسبة للجزء المتعلق بالتنظيم الفضائي ان هنالك ثلاثة قوانين رئيسة هي الفصل المكاني او الدمج بين المستويات او الفصل الكتلي ، و تبين ان غالبية القصور الاموية يكون فيها دمج بين مستويات او فضاءات القصر الرئيسة ، اما بالنسبة للقصور العباسية فان كل النماذج المنتخبة ذات فصل مكاني بين الفضاءات الرئيسة ،اما قانون الفصل الكتلي الذي ظهر في نموذج واحد يعزل مستويات او الفضاءات الخاصة بالقصر بكتل منفصلة كما في قصر الجند في قصر الحير الشرقي.

7- الاستنتاجات النهائية من البحث

تشمل الاستنتاجات المرتبطة بالاطار النظري ، فمن خلال الاطلاع على الدراسات التي تناولت تقنية قواعد الشكل في العمارة بشكل عام تبين ما يلي :

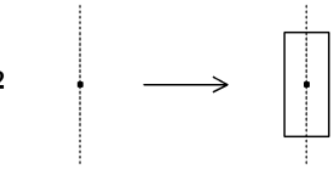
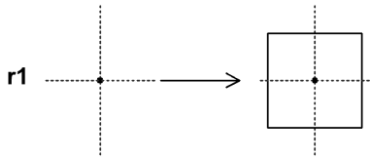
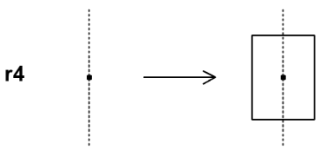
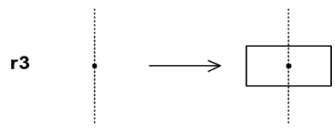
- هنالك علاقة وثيقة و تشابه بين تقنية و عناصر قواعد الشكل و بين اللغة من حيث احتوائهما على مفردات [كلمات] و علاقات تركيبية و قوانين لتشكيل تكوينات مختلفة [جُمل] على المستوى الدلالي و التركيبي . اذ عدت العمارة لغة مرئية يمكن قراءة نصوصها و تحليلها .
- ان قواعد الشكل تقنية لقراءة الاشكال المعمارية تركيبيا و تحليل لغاتها . تستخلص هذه اللغات بشكل شفرات معمارية لاعادة استخدامها في تصاميم لاحقة لتستمد منها الروحية و الانتمائية المكانية و الزمانية.
- تستخدم قواعد الشكل في انشاء تصاميم اصلية ، كما و تُظهر التقنية امكانيتها في انشاء تصاميم قد تبدو معقدة من خلال استخدام بعض الاشكال الاساسية البسيطة و مجموعة من العلاقات و القوانين .
- ان قواعد الشكل بالرغم من اعتمادها على مجموعة من القوانين و المحددات و المعّلمات ، الا انها لا تحد من العملية الابداعية ، حيث اظهرت البحوث امكانية انشاء العديد من التصاميم المتنوعة و توفر المرونة الكافية للاحتمالات المختلفة باستبدال بعض العلاقات و القوانين لنفس الاشكال و اللغات المعمارية .
- تُظهر قواعد الشكل امكانيتها في تصنيف المباني سواء تللك التي تعود الى حقبة او طراز معين او معماري ما من خلال تحليل الخصائص الخاصة بها و تفسر العملية التركيبية و التوليدية لها .
- تتنوع قواعد الشكل المستنتجة من تحليل نفس اللغات المعمارية باختلاف مؤلفي القواعد نفسها من ناحية قدراتهم وامكانياتهم في تشكيل هذه القواعد .
- تتنوع قواعد الشكل في انوعها من قواعد بارامترية و قياسية و قواعد التوازي لتواكب و تلائم متطلبات الاحتياجيات التصميمة سواء كانت تلك المتطلبات في حقل العمارة او خارج حقل العمارة .
- تختلف قواعد الشكل في مستويات و درجة تعقيدها لتُظهر المرونة في استخدامها و الامكانيات التطبيقية لها سواء في استخدام او عدم استخدام المعّلمات و القيود او المحددات او في استخدام التقنية يدويا او باستخدام برامج حاسوبية . لتلائم مستوى مستخدم التقنية و حسب خبرته .
- اظهرت البحوث امكانية استخدام قواعد الشكل سواء على المستوى التحليلي او التركيبي في انشاء تصاميم اصليةيدويا لفهم القوانين و العلاقات و الاشكال ، كذلك امكانية استخدام البرامج الحاسوبية التي توفر سرعة في الاداء وامكانيات تصميمية متنوعة لتوفر الوقت و الجهد بالنسبة للمتمرسين و ذي الخبرة في استخدام هذه البرامج و مستخدمي قواعد الشكل
- قدم البحث الية مبسطة لتفسير الاشكال و قراءتها بصورة اكثر عمقا من الطرق التقليدية و امكانية استخدام و اعادة تركيب الاشكال و الخصائص لاستخدام هذه اللغات و الاستفادة منها في تصاميم لاحقة .

8- التوصيات وافاق البحث المستقبلية

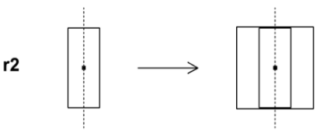
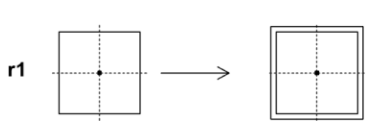
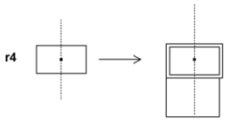
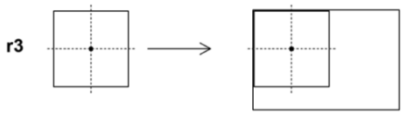
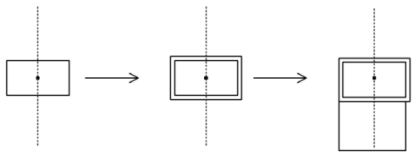
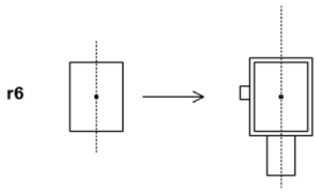
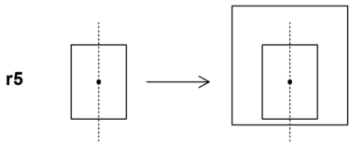
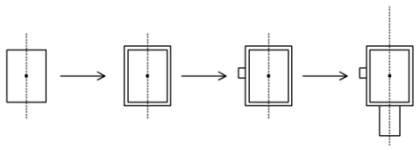
يقدم البحث صورة عن تقنية قواعد الشكل بصورة مبسطة و امكانية و مستويات استخدامها، كما و تعد النتائج المستخلصة من التطبيق العملي أنموذجاً لهذه الاستخدامات في استخلاص قواعد تركيب و انشاء القصور الاسلاميةلذلك:

- يوصي البحث المصمم المعماري اعادة توظيف و تركيب هذه اللغات بصورة تصاميم حديثة تلائم متطلبات العصر الحالي سواء كان ذلك في مباني القصور الثقافية او حتى على مستوى المباني الادارية او الحكومية ، اذ لم تقتصر وظيفة القصور الاسلامية على السكن فقط و انما عدت مراكز للادارة و الحكم بالاضافة الى وظيفة قصور النزهة و الراحة. كما ان هذه القواعد لا تعد قواعد مطلقة ، اذ ان لكل مصمم او مؤلف لقواعد الشكل القدرة على استنتاج قواعد الشكل بصورة مختلفة لما تتميز به التقنية بالقدرة على التنوع في استكشاف و قراءة الاشكال حتى على مستوى النماذج نفسها .
- كما توصي الدراسة استخدام قواعد الشكل كمنهج في انتاج التصاميم الاصلية للمراحل الاولية في الدراسة الاكاديمية للتعريف بالاشكال و العلاقات بينها لفهم افضل للتكوينات و تشكيلها .
- دراسة قواعد الشكل على مستوى الواجهات او الزخارف او على المستوى الكتلي سواء لمباني القصور او لطرز و مبان اخرى .
- دراسة قواعد الشكل في تحليل طرز معمارية اخرى او تلك التي تعود الى معماري ما خصوصا على المستوى المحلي .
- دراسة قواعد الشكل على المستوى التركيبي او التصميم الاصلي في انشاء تصاميم جديدة .
- اعتماد و تطوير التصاميم باستخدام برامج حاسوبية و لاستكشاف العديد من التصاميم و الاحتمالات المتنوعة .
- دراسة قواعد الشكل على المستوى الحضري ، اذ لم تقتصر الدراسات على المستوى المعماري فقط.

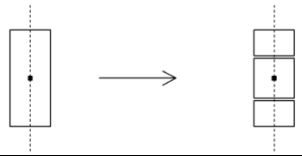
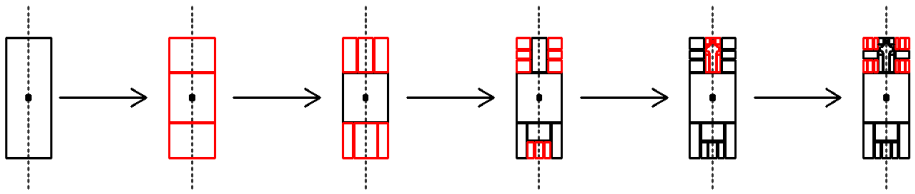
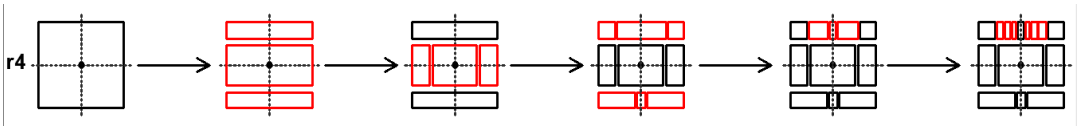
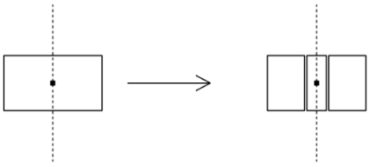
جدول (1): القوانين المشتقة للشكل العام لمبنى القصر للعينات المنتخبة / المصدر : الباحثتان

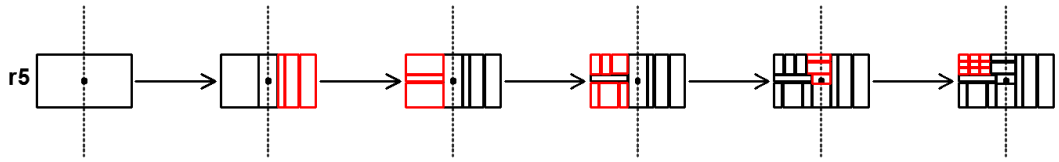
	
القانون يمثل توليد الشكل العام لمبنى القصر ، حيث LHS يمثل الشكل الاولى [عبارة عن نقطة الاصل في المحور الاحداثي العمودي [axis Y] تتناظر حوله الفضاءات]، اما RHS يمثل الشكل الناتج ،يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة. هذا القانون مشتق من **R2**للمجموعة **G1** و للعينة **P2**	القانون يمثل توليد الشكل العام لمبنى القصر ، حيث LHS يمثل الشكل الاولى [عبارة عن نقطة الاصل في المحور الاحداثي العمودي [axis Y-X] تتناظر حولها الفضاءات]، اما RHS يمثل الشكل الناتج ،يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة. هذا القانون مشتق من **R1** للمجموعة **G1** و الذي ينطبق على كل من **P1،P3، p4، p6**
	
القانون يمثل توليد الشكل العام لمبنى القصر ، حيث LHS يمثل الشكل الاولى [عبارة عن نقطة الاصل في المحور الاحداثي العمودي [axis Y] تتناظر حوله الفضاءات]، اما RHS يمثل الشكل الناتج ، يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة. هذا القانون مشتق من **R2** للمجموعة **G1** و الذي ينطبق على كل من **P7،P8**	القانون يمثل توليد الشكل العام لمبنى القصر ، حيث LHS يمثل الشكل الاولى [عبارة عن نقطة الاصل في المحور الاحداثي العمودي [axis Y] تتناظر حوله الفضاءات]، اما RHS يمثل الشكل الناتج ، يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة. هذا القانون مشتق من **R2**للمجموعة **G1** و للعينة **P5** .

جدول (2): القوانين المشتقة للشكل العام للسور الخارجي للعينات المنتخبة / المصدر : الباحثتان

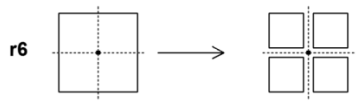
	
القانون يمثل توليد السور الخارجي ، حيث LHS يمثل الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]، اما RHS يمثل الشكل الناتج بعد اضافة السور الخارجي ، يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من **R1**للمجموعة **G2** و للعينة **P2 .**	القانون يمثل توليد السور الخارجي ، حيث LHS يمثل الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]، اما RHS يمثل الشكل الناتج بعد اضافة السور الخارجي ، يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من **R1**للمجموعة **G2** و للعينات**P1**،**P3** ، **P6**
	
القانون يمثل توليد السور الخارجي ، حيث LHS يمثل الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]، اما RHS يمثل الشكل الناتج بعد اضافة السور الخارجي ، يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من **R2**للمجموعة **G2** و للعينة **P5 .**	القانون يمثل توليد السور الخارجي ، حيث LHS يمثل الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]، اما RHS يمثل الشكل الناتج بعد اضافة السور الخارجي ، يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من **R2**للمجموعة **G2** و للعينة **P4 .**
يوضح القانون هنا اشتقاق القانون **r4** اعلاه للعينة **P5**الذي يتضمن جزئين الاول هو اضافة السور الخارجي لمبنى القصر و الثانية هي اضافة السور الخارجي للمنطقة المحيطة بالمبنى و التي تعتبر جزء من القصر ايضا	
	
القانون يمثل توليد السور الخارجي ، حيث LHS يمثل الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]، اما RHS يمثل الشكل الناتج بعد اضافة السور الخارجي ، يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من **R2**للمجموعة **G2** و للعينة **P8 .**	القانون يمثل توليد السور الخارجي ، حيث LHS يمثل الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]، اما RHS يمثل الشكل الناتج بعد اضافة السور الخارجي ، يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من **R1**للمجموعة **G2** و للعينة **P7 .**
يوضح القانون هنا اشتقاق القانون **r6** اعلاه للعينة **P8**الذي يتضمن ثلاث مراحل الاول هو اضافة السور الخارجي لمبنى القصر و الثانية و الثالثة هي اضافة السور الخارجي للمناطق المحيطة بالمبنى و التي تعتبر جزء من القصر ايضا	

جدول (3): القوانين المشتقة للتقسيم الهندسي للمخططات التابعة للعينات / المصدر : الباحثتان

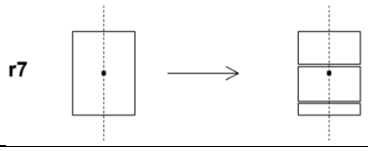
القانون يمثل التقسيم الهندسي الرباعي حيث يمثل LHS الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]، اما RHS يمثل الشكل الناتج بتقسيم المخطط تقسيم رباعي كل قسم يحوي فضاءات او قسم معين ، يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من **R2**للمجموعة **G3** و للعينة **P1** .	r1
القانون يمثل التقسيم الهندسي الثلاثي حيث يمثل LHS الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]، اما RHS يمثل الشكل الناتج بتقسيم المخطط تقسيم ثلاثي كل قسم يحوي فضاءات او قسم معين ، يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من **R1**للمجموعة **G3** و للعينة **P2** .	r2 
r2 	
الشكل يوضح عملية اشتقاق التقسيم الهندسي الثلاثي للمخطط، حيث يمثل الشكل الاول الشكل الابتدائي ، بعدها تبدا عملية الاشتقاق بتقسيم المخطط الى ثلاثة اقسام رئيسة في الشكل الثاني و من ثم تقسيم كل قسم الى ثلاثة اقسام اخرى و هكذا تتوالى عملية التقسيم الثلاثي على كل جزء. للعينة **P2**	
القانون يمثل التقسيم الهندسي الرباعي حيث يمثل LHS الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]، اما RHS يمثل الشكل الناتج بتقسيم المخطط تقسيم رباعي كل قسم يحوي فضاءات او قسم معين ، يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من **R2**للمجموعة **G3** و للعينة **P3** .	r3
القانون يمثل التقسيم الهندسي الثلاثي حيث يمثل LHS الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]، اما RHS يمثل الشكل الناتج بتقسيم المخطط تقسيم ثلاثي كل قسم يحوي فضاءات او قسم معين ، يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من **R1**للمجموعة **G3** و للعينة **P4** .	r4
r4 	
الشكل يوضح عملية اشتقاق التقسيم الهندسي الثلاثي للمخطط، حيث يمثل الشكل الاول الشكل الابتدائي ، بعدها تبدا عملية الاشتقاق بتقسيم المخطط الى ثلاثة اقسام رئيسة في الشكل الثاني و من ثم تقسيم كل قسم الى ثلاثة اقسام اخرى و هكذا تتوالى عملية التقسيم الثلاثي على كل جزء. للعينة **P4**	
القانون يمثل التقسيم الهندسي الثلاثي حيث يمثل LHS الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]، اما RHS يمثل الشكل الناتج بتقسيم المخطط تقسيم ثلاثي كل قسم يحوي فضاءات او قسم معين ، يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من **R1**للمجموعة **G3** و للعينة **P5** .	r5 



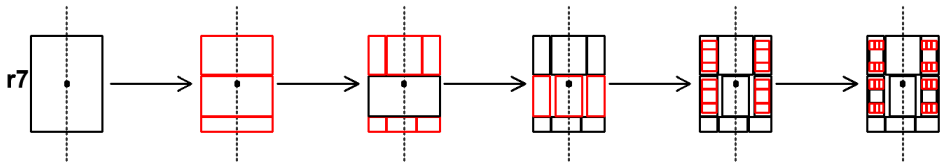
الشكل يوضح عملية اشتقاق التقسيم الهندسي الثلاثي للمخطط، حيث يمثل الشكل الاول الشكل الابتدائي ، بعدها تبدا عملية الاشتقاق بتقسيم المخطط الى ثلاثة اقسام رئيسة في الشكل الثاني و من ثم تقسيم كل قسم الى ثلاثة اقسام اخرى و هكذا تتوالى عملية التقسيم الثلاثي على كل جزء. للعينة **P5**



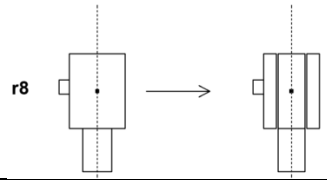
القانون يمثل التقسيم الهندسي الرباعي حيث يمثل LHS الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]، اما RHS يمثل الشكل الناتج بتقسيم المخطط تقسيم رباعي كل قسم يحوي فضاءات او قسم معين ، يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من **R2**للمجموعة **G3** و للعينة **P6** .



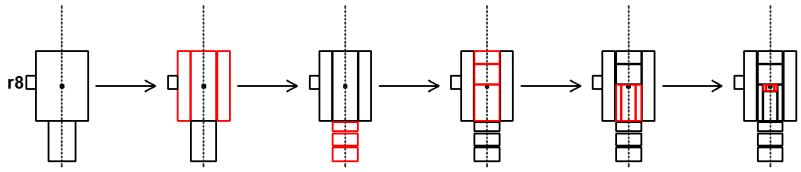
القانون يمثل التقسيم الهندسي الثلاثي حيث يمثل LHS الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]، اما RHS يمثل الشكل الناتج بتقسيم المخطط تقسيم ثلاثي كل قسم يحوي فضاءات او قسم معين ، يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من **R1**للمجموعة **G3** و للعينة **P7** .



الشكل يوضح عملية اشتقاق التقسيم الهندسي الثلاثي للمخطط، حيث يمثل الشكل الاول الشكل الابتدائي ،بعدها تبدا عملية الاشتقاق بتقسيم المخطط الى ثلاثة اقسام رئيسة في الشكل الثاني و من ثم تقسيم كل قسم الى ثلاثة اقسام اخرى و هكذا تتوالى عملية التقسيم الثلاثي على كل جزء. للعينة **P7**

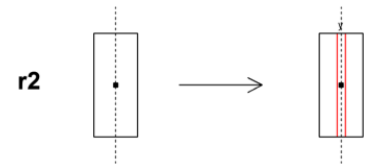
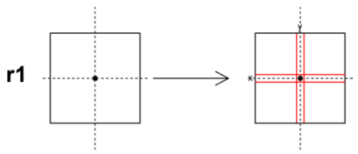
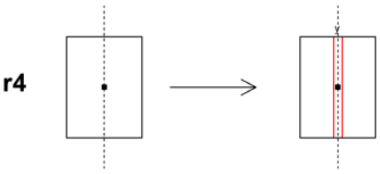
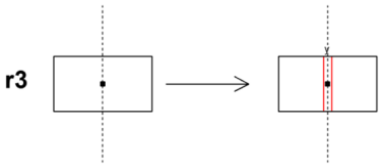
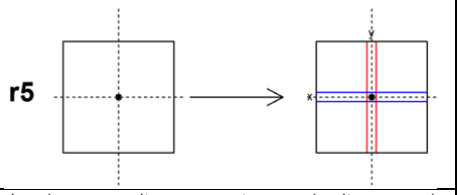


القانون يمثل التقسيم الهندسي الثلاثي حيث يمثل LHS الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]، اما RHS يمثل الشكل الناتج بتقسيم المخطط تقسيم ثلاثي كل قسم يحوي فضاءات او قسم معين ، يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من **R1**للمجموعة **G3** و للعينة **P8** .

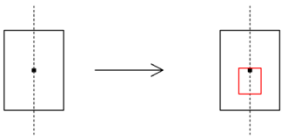


الشكل يوضح عملية اشتقاق التقسيم الهندسي الثلاثي للمخطط، حيث يمثل الشكل الاول الشكل الابتدائي ، بعدها تبدا عملية الاشتقاق بتقسيم المخطط الى ثلاثة اقسام رئيسة في الشكل الثاني و من ثم تقسيم كل قسم الى ثلاثة اقسام اخرى و هكذا تتوالى عملية التقسيم الثلاثي على كل جزء. للعينة **P8**

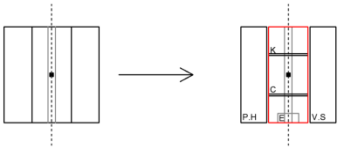
جدول (4): القوانين المشتقة للمحورية للعينات المنتخبة / المصدر: الباحثتان

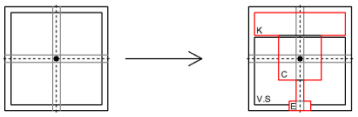
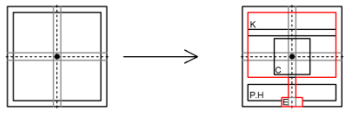
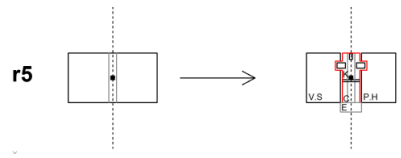
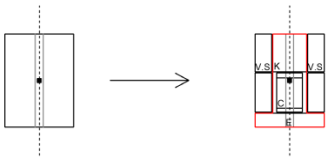
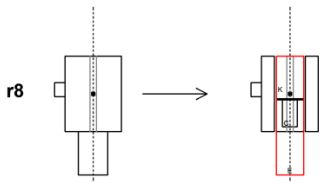
	
القانون يمثل المحورية، حيث يمثل LHS الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]، ما RHS يمثل الشكل الناتج بعد توليد المحور الرئيس على المحور العمودي [Y axis] و التي تتناظر حولها الفضاءات ، يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من R1للمجموعة G4 و للعينة P2 .	القانون يمثل المحورية، حيث يمثل LHS الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]، اما RHS يمثل الشكل الناتج بعد توليد المحاور الرئيسة على المحاور [Y-X axis] و التي تتناظر حولها الفضاءات ، يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من R2للمجموعة G4 و للعينات P1، P6 .
	
القانون يمثل المحورية، حيث يمثل LHS الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]، اما RHS يمثل الشكل الناتج بعد توليد المحور الرئيس على المحور العمودي [Y axis] و التي تتناظر حولها الفضاءات ، يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من R1للمجموعة G4 و للعينات P7،P8 .	القانون يمثل المحورية، حيث يمثل LHS الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]، اما RHS يمثل الشكل الناتج بعد توليد المحور الرئيس على المحور العمودي [Y axis] و التي تتناظر حولها الفضاءات ، يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من R1للمجموعة G4 و للعينة P5 .
	
	القانون يمثل المحورية، حيث يمثل LHS الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]، اما RHS يمثل الشكل الناتج بعد توليد المحاور الرئيسة على المحاور [Y-X axis] و التي تتناظر حولها الفضاءات ، يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من R3للمجموعة G4 و للعينات P3، P4 .

جدول (5): القوانين للفناءات العامة للعينات المنتخبة/ المصدر : الباحثتان

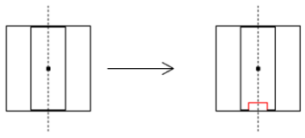
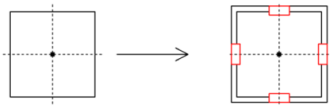
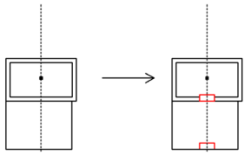
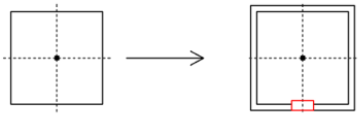
r2	r1
القانون يمثل توليد الفناء المركزي العام، حيث يمثل LHS الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]، اما RHS يمثل الشكل الناتج بعد اضافة الفناء المركزي العام حسب موقعه و نسبته في المخطط الاصلي ، يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من **R1**للمجموعة **G5** و للعينة **P2** .	القانون يمثل توليد الفناء المركزي العام، حيث يمثل LHS الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]، اما RHS يمثل الشكل الناتج بعد اضافة الفناء المركزي العام حسب موقعه و نسبته في المخطط الاصلي ، يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من **R1**للمجموعة **G5** و للعينات **P1،P3** ، **P4** .
r4	r3
القانون يمثل توليد الفناء المركزي العام، حيث يمثل LHS الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]، اما RHS يمثل الشكل الناتج بعد اضافة الفناء المركزي العام حسب موقعه و نسبته في المخطط الاصلي ، يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من **R2**للمجموعة **G5** و للعينة **P6** .	القانون يمثل توليد الفناء المركزي العام، حيث يمثل LHS الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]، اما RHS يمثل الشكل الناتج بعد اضافة الفناء المركزي العام حسب موقعه و نسبته في المخطط الاصلي ، يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من **R2**للمجموعة **G5** و للعينة **P5** .
r6	r5 
القانون يمثل توليد الفناء المركزي العام ، حيث يمثل LHS الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]، اما RHS يمثل الشكل الناتج بعد اضافة الفناء المركزي العام حسب موقعه و نسبته في المخطط الاصلي ، يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من **R2**للمجموعة **G5** و للعينة **P8** .	القانون يمثل توليد الفناء المركزي العام، حيث يمثل LHS الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]، اما RHS يمثل الشكل الناتج بعد اضافة الفناء المركزي العام حسب موقعه و نسبته في المخطط الاصلي ، يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من **R2**للمجموعة **G5** و للعينة **P7** .

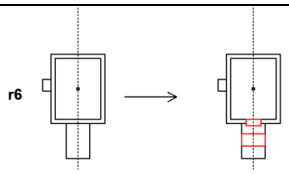
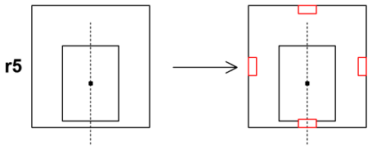
جدول (6): القوانين المشتقة للتنظيم الفضائي للعينات المنتخبة / المصدر: الباحثتان

r1	القانون يمثل التنظيم الفضائي، حيث يمثل LHS الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]، اما RHS يمثل الشكل الناتج بعد تقسيم الفضاءات ، يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من **R3**للمجموعة **G6** و للعينة **P1** .
r2 	القانون يمثل التنظيم الفضائي، حيث يمثل LHS الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]، اما RHS يمثل الشكل الناتج بعد تقسيم الفضاءات و تحديدباللون الاحمر القسم العام للقصر [الذي يمثل اهم اجزاء القصر]، يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من **R1**للمجموعة **G6** و للعينة **P2** .
	القانون يمثل التنظيم الفضائي، حيث يمثل LHS الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]، اما RHS يمثل الشكل الناتج بعد تقسيم الفضاءات و

تحديدباللون الاحمر القسم العام للقصر [الذي يمثل اهم اجزاء القصر]، يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من **R2**للمجموعة **G6** و للعينة **P3** .	r3 
القانون يمثل التنظيم الفضائي، حيث يمثل LHS الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]، اما RHS يمثل الشكل الناتج بعد تقسيم الفضاءات و تحديدباللون الاحمر القسم العام للقصر [الذي يمثل اهم اجزاء القصر]، يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من **R2**للمجموعة **G6** و للعينة **P4** .	r4 
القانون يمثل التنظيم الفضائي،حيث يمثل LHS الشكل الاولي[وهو الشكل العام لمبنى القصر]،اما RHS يمثل الشكل الناتج بعد تقسيم الفضاءات و تحديدباللون الاحمر القسم العام للقصر [الذي يمثل اهم اجزاء القصر]،يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة .هذا القانون مشتق من **R1**للمجموعة **G6** و للعينة **P5** .	r5 
القانون يمثل التنظيم الفضائي، حيث يمثل LHS الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]، اما RHS يمثل الشكل الناتج بعد تقسيم الفضاءات و تحديدباللون الاحمر القسم العام للقصر [الذي يمثل اهم اجزاء القصر]،يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من **R1**للمجموعة **G6** و للعينة **P6** .	r6
القانون يمثل التنظيم الفضائي، حيث يمثل LHS الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]، اما RHS يمثل الشكل الناتج بعد تقسيم الفضاءات و تحديدباللون الاحمر القسم العام للقصر [الذي يمثل اهم اجزاء القصر]، يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من **R1**للمجموعة **G6** و للعينة **P7** .	r7 
القانون يمثل التنظيم الفضائي، حيث يمثل LHS الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]، اما RHS يمثل الشكل الناتج بعد تقسيم الفضاءات و تحديدباللون الاحمر القسم العام للقصر [الذي يمثل اهم اجزاء القصر]، يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من **R1**للمجموعة **G6** و للعينة **P8** .	r8 

جدول (7): القوانين المشتقة للمداخل الرئيسة للعينات المنتخبة/ المصدر : الباحثتان

r2 	r1 
القانون يمثل توقيع المداخل الرئيسة، حيث يمثل LHS الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]،اما RHS يمثل الشكل الناتج بعد اضافة المداخل الرئيسة الواقعة على المحور الرئيس،يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من **R1**للمجموعة **G7** و للعينة **P2** .	القانون يمثل توقيع المداخل الرئيسة، حيث يمثل LHS الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]، اما RHS يمثل الشكل الناتج بعد اضافة المداخل الرئيسة الواقعة على المحور الرئيس ، يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من **R2**للمجموعة **G7** و للعينات **P1**، **p6** .
r4 	r3 

القانون يمثل توقيع المداخل الرئيسة، حيث يمثل LHS الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]،اما RHS يمثل الشكل الناتج بعد اضافة المداخل الرئيسة الواقعة على المحور الرئيس،يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من **R1**للمجموعة **G7** و للعينة **P5 .**	القانون يمثل توقيع المداخل الرئيسة، حيث يمثل LHS الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]،اما RHS يمثل الشكل الناتج بعد اضافة المداخل الرئيسة الواقعة على المحور الرئيس،يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من **R1**للمجموعة **G7** و للعينات **P3 ،P4 .**
	
القانون يمثل توقيع المداخل الرئيسة، حيث يمثل LHS الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]،اما RHS يمثل الشكل الناتج بعد اضافة المداخل الرئيسة الواقعة على المحور الرئيس،يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من **R1**للمجموعة **G7** و للعينة **P8 .**	القانون يمثل توقيع المداخل الرئيسة، حيث يمثل LHS الشكل الاولي [وهو الشكل العام لمبنى القصر]، اما RHS يمثل الشكل الناتج بعد اضافة المداخل الرئيسة الواقعة على المحور الرئيس ، يفصل بينهما سهم الذي يمثل القاعدة المطبقة . هذا القانون مشتق من **R2**للمجموعة **G7** و للعينة **P7 .**

8- المصادر

1- AL-Kazzaz ،Duha ، **SHAPE GRAMMARS FOR HYBRID COMPONENT-BASED DESIGN**، A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements of the University of Strathclyde for the Degree of Doctor of Philosophy ، Glasgow، Scotland، United Kingdom ، 2011 ،p.31 .[From I.V.S.L. iraq]

2- AL-Kazzaz ،Duha ، **SHAPE GRAMMARS FOR HYBRID COMPONENT-BASED DESIGN**، A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements of the University of Strathclyde for the Degree of Doctor of Philosophy ، Glasgow، Scotland، United Kingdom ، 2011 ،p.45 .

3- AL-Kazzaz ،Duha ، **SHAPE GRAMMARS FOR HYBRID COMPONENT-BASED DESIGN**، A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements of the University of Strathclyde for the Degree of Doctor of Philosophy ، Glasgow، Scotland، United Kingdom ، 2011 ،p.46 .

4- AL-Kazzaz ،Duha ، **SHAPE GRAMMARS FOR HYBRID COMPONENT-BASED DESIGN**، A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements of the University of Strathclyde for the Degree of Doctor of Philosophy ، Glasgow، Scotland، United Kingdom ، 2011 ،p.47 .

5- Cenani،Sehnaz، MSc،Arch، Cagdas،Gulen، PhD،Arch،**A Shape Grammar Study: Form Generation with Geometric Islamic Patterns**، 10th Generative Art Conference، Istanbul Technical University، Istanbul،Turkey، 2007.

6- Chen، X. **Relationships between product form and brand: A shapegrammatical approach**. University of Leeds، Leeds،2005، p.56، 78.

7- Chouchoulas،ORESTES. **SHAPE EVOLUTION [An Algorithmic Method for Conceptual Architectural Design Combining Shape Grammars and Genetic Algorithms]**، University of Bath ، United Kingdom ، 2003.

8- Duarte، J. Ducla-Soares، G. Caldas،Luisa. Instituto Superior Técnico، Portugal & ROCHA، J. Universidade de Évora، Portugal ، AN URBAN GRAMMAR FOR THE MEDINA OF MARRAKECH، 2006.

9- Grace،Kazjon،Shape Grammars،university of Sydney،Sydney،Australia، 2013.

10- http://www.andrew.cmu.edu/course/48747/subFrames/lecture/OnShapeGrammars.pdf[03-08-2013[

11- Jowers، I. University of Leeds، UK، Prats، M. Open University، UK،Eissa، H. Sultan Qaboos University، Oman، Lee، Ji-Hyun ، KAIST، Republic of Korea ، A STUDY OF EMERGENCE IN THE GENERATION OF ISLAMIC GEOMETRIC PATTERNS، 15th International Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia ، 2010 .
12- Knight، T. APPLICATIONS **IN ARCHITECTURAL DESIGN، AND EDUCATION AND PRACTICE**، Department of Architecture School of Architecture and Planning Massachusetts Institute of Technology Cambridge،USA، 1999، p.3.
13- Knight، T. **APPLICATIONS IN ARCHITECTURAL DESIGN، AND EDUCATION AND PRACTICE**، Department of Architecture School of Architecture and Planning Massachusetts Institute of Technology Cambridge، USA، 1999، p.5.
14- Knight، T. **Shape Grammars in Education and Practice: History and Prospects**، International journal of design computing 2. 1999 .
15- Knight، Terry،**APPLICATIONS IN ARCHITECTURAL DESIGN، AND EDUCATION AND PRACTICE**، Department of Architecture School of Architecture and Planning Massachusetts Institute of Technology ،Cambridge، United state ، 1999.
16- Liew ، Haldane ،**Descriptive Conventions for Shape Grammars**، Massachusetts Institute of Technology ، USA ، 2002 ، p.2 .
17- Özkar، Mine ، Middle East Technical University Ankara ، Kotsopoulos ، Sotirios ، Digital Design Fabrication Group School of Architecture and Planning Massachusetts Institute of Technology Cambridge USA ، **INTRODUCTION TO SHAPE GRAMMARS**، 2008 ،p.27 .
18- Özkar، Mine ، Middle East Technical University Ankara ، Kotsopoulos ، Sotirios ، Digital Design Fabrication Group School of Architecture and Planning Massachusetts Institute of Technology Cambridge USA ، **INTRODUCTION TO SHAPE GRAMMARS**، 2008 ،p.57 .
19- Özkar، Mine ، Middle East Technical University Ankara ، Kotsopoulos ، Sotirios ، Digital Design Fabrication Group School of Architecture and Planning Massachusetts Institute of Technology Cambridge USA ، **INTRODUCTION TO SHAPE GRAMMARS**، 2008 ،p.60 .
20- Özkar، Mine ، Middle East Technical University Ankara ، Kotsopoulos ، Sotirios ، Digital Design Fabrication Group School of Architecture and Planning Massachusetts Institute of Technology Cambridge USA ، **INTRODUCTION TO SHAPE GRAMMARS**، 2008 ،p.60 .
21- Prats ، M. & others ، **IMPROVING PRODUCT DESIGN VIA A SHAPE GRAMMAR TOOL**، INTERNATIONAL DESIGN CONFERENCE - DESIGN 2004 Dubrovnik، 2004، p.1 .
22- Pupo، R. & others ،**A DESIGN TEACHING METHOD USING SHAPE GRAMMARS**، UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas، FEC - Faculdade de Engenharia Civil، Arquitetura e Urbanismo ، Brazil ، 2007.
23- Stiny، G،Shape: Talking about seeing and Doing، MIT Press، U.S.A. 2006،p12.
24- Stiny، G. "**Computing with form and meaning in architecture**"، Journal ofArchitectural Education، 1985، p.8.
25- Stiny، G. "**Ice-ray: a note on Chinese lattice designs**،" Environment and Planning [1977]،P.89 .
26- Stiny، G. "**Kindergarten grammars: designing with Froebel's building gifts**،" Environment and Planning 1980، p.409.
27- Stiny، G. **Introduction to shape and shape grammars**. Environment andPlanning B: Planning and Design، 1980، p.347.
28- Stiny، G. **Introduction to shape and shape grammars**. Environment and Planning B: Planning and Design 7،1980،p.3.
29- Ulu، Ebru، MSc. Arch ، Şener، Sinan Mert ، PhD. Arch، **A Shape Grammar Model To Generate Islamic Geometric Pattern**، 12th Generative Art Conference ،، Istanbul Technical University، Istanbul، Turkey ، 2009.
30- Wells، Andrew B. grammars for engineering design، thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the Degree of Doctor of Philosophy، California Institute of Technology،Pasadena،California،1994،p.4.