تصنيف المساجد الجامعة بطريقة تمييز النمط

رنا محفوظ حامد
مهندسة معمارية
قسم الهندسة المعمارية
جامعة الموصل

د. ماجد ضرار يونس
مدرس
قسم هندسة الحاسبات والمعلوماتية
جامعة الموصل

د. علي حيدر الجميل
أستاذ مساعد
قسم الهندسة المعمارية
جامعة الموصل

الملخص

شكَّلتصنيف المساجد الجامعةموضوعاً هاماًبالنسبة لدراسات العمارة الإسلامية التي قدمت تصنيفات مختلفةللمساجد.ومع ذلك فإن هذا البحثيهدف إلى تقديم تصنيف جديد لأنماط المساجد الجامعةوتتمثل أهميته في أنه يوظف في عملية التصنيف التقنيات الرقمية الخاصة بتمييز النمط وهي منهجية جديدة تتسم بشمولية وموضوعية ودقة أكثر مقارنة بالطرائق المعتمدة في التصنيفات السابقة. وقد انتشرت الحالات المنتخبة للتصنيف، على معظم السياق الزماني والمكاني للعمارة الإسلامية،واعتمد البحث خوارزمية لتصنيف الصورة بدون مُشْرِف باستخدام شبكة Kohonen العصبية التنافسية، وأُنجِز التصنيف بتخصيص بيانات لواحد من عدد ثابت من الأصناف الممكنة، ثم تصنيف أجزاء الصورة إلى عدد معطىً من الأصناف إعتماداً على ملامح الأجزاء، وبواسطة عملية تنظيم ذاتية ترتَّبت الحالات المدروسة في خارطة حيزية تمثل أنماط التصنيف الناتجة. وقد دعَّم قسم من الإستنتاجات مقولات محددة وتقاطع قسم آخر مع تصورات أخرى في نظرية العمارة الإسلامية مما يتطلب تعديلها وفق ما تم استنتاجه في هذا البحث بعد التثبت منها في دراسات لاحقة.

الكلمات المفتاحية:تصنيف المساجد الجامعة، التقنيات الرقمية، تمييز النمط

Congregational Mosques Classification Using Pattern Recognition Method

Dr. A. H. Al-Jameel
Assistant Professor
Architectural Engineering
Mosul University

Dr. M. D. Younis
Senior Lecturer
Dpt. Computer Engineering Dpt.
Mosul University

R. M. Hamed
Architect
Architectural Engineering Dpt.
Mosul University

Abstract

Congregational Mosques Classification is an important issue for Islamic Architecture studies which introduced many different classifications.This paperaims to introduce a new classification of the congregational mosques using the pattern recognition digital technique. The cases selected for the study covers most of the period and space of the Islamic for a more objective and accurate classification. Thepaper takes up an unsupervised texture image classification algorithm which uses a competitive neural network. The classification is done by assigning data to one of the fixed number of possible classes then classifying image segments into a given number of classes using segments features by using Kohonen competitive neural network and through a process of self-organization, configures the output units, representing the selected congregational mosques, into a spatial mapincluding the resulted classificationtypes.The conclusions support some knownstatements and contradict others within Islamic Architecture Theory, so certain modifications are needed according to the concluded statements after corroborating them in future studies.

Keywords: **Congregational Mosques Classification, Digital Techniques, Pattern Recognition.**

أستلم: 14-1-2013 **قبل: 10-3-2013**

1. المقدمة:

تعدُّ المساجد أهم النتاجات المعمارية التي شيَّدها المسلمون والنمط الوظيفي الأول الذي تميزت به العمارة الإسلامية، فالمسجد مفهوم تم استحداثه مع نشوء الإسلام كونه المكان الذي يجتمع فيه المسلمون لأداء صلواتهم وعباداتهم المختلفة إضافة إلى الوظائف والفعاليات الأخرى التي تمارس فيه. ولعل أبرز دليل على أهمية المسجد أنه أول منشأ يستحدث عند إنشاء مدن جديدة أو عندما تفتح مدن كانت موجودة سابقاً. ورغم أن المساجد لها وظائف متشابهة إلا أنه مع إنتشار الإسلام واتساع رقعته الجغرافية تعددت وتنوعت الصور والأشكال التي اتخذتها المساجد بتأثير عوامل مختلفة منها مواد البناء والأنظمة والتقنيات الإنشائية السائدة والعوامل البيئية والإقتصادية والإجتماعية المختلفة، ولذلك إنشئت على الرقعة الجغرافية التي سادت فيها الحضارة الإسلامية مساجد مختلفة في خصائصها المعمارية كالحجم والمساحةوالأنماط الشكلية والتركيب الفضائي والعناصر المعمارية وغير ذلك.

2.1.تصنيف المساجد: أهمية الموضوع

يكتسب موضوع تصنيف المساجد أهمية كبيرة، وتتجلَّى هذه الأهمية في ناحيتين إثنتين في الأقل، الأولى بالنسبة للطروحات النظرية للعمارة الإسلامية والثانية بالنسبة للممارسة التصميمية في إطار العمارة الإسلامية. فمن ناحية ترجع أهمية تصنيف المساجد،كجزءٍ مهمٍ من نظرية العمارة الإسلامية، إلى أنهانتاج عملية تحليلية هدفها توصيف مجموعة الأنماط الخاصة بالمساجد وتحديد الخصائص المشتركة التي تنتمي في ضوئها المساجد المتعددة والمختلفة لتلك الأنماط ومن ثم تفسيرها بمجموعة من العوامل المؤثرة كالمناخ ومواد البناء والتقنيات الإنشائية والثقافات المحلية. أما بالنسبة للممارسة التصميمية فإن المعرفة الخاصة بأنماط المساجد تمكِّن المصمم المعماري من توظيف السوابق التاريخية في التصاميم الجديدة للمساجدبصورة واعية لإنتاج أو إبداع نماذج جديدة لأنماط مؤسسة أو حتى الدمج بين تلك الأنماط.

3.1.إستعراض الدراسات السابقة

تصدى عدد كبير من الدراسات لموضوع تصنيف المساجد عموماً والمساجد الجامعة على وجه الخصوص، تلكالتي تتميز عن المساجد الإعتيادية في أن الأولى تقام فيها صلاة الجمعة في حين أن الثانية مخصصة للصلوات اليومية.وإن مراجعة لتلك الدراسات تُظهر تباينها في كيفية مقاربة تصنيف المساجد فيما يتعلق بكل من المنهجالمعتمد في التصنيف من ناحية ومحتوىالدراسة من ناحية أخرى فيما يتعلق بطبيعة الجوانب والمفردات والعناصر المعمارية التي يتم التركيز عليها أولاً وشمولية الدراسة بالنسبة للسياق الزماني والمكاني للدراسة ثانياً.

قسم من الدراسات إتسمت بكونها دراسات وصفية وتوثيقية تكرَّست لتقديم صورة واضحة عن حالة وتاريخ المساجدفكانت تهدف إلى وصفها ومواد بنائها والفترات التاريخية التي شهدت بنائها وتطورها في مختلف أنحاء العالم الإسلامي منها، على سبيل المثال، دراسة(مؤنس، 1981)ودراسة (سلمان وآخرون، 1985)، وهذه الدراسات عادة ماتكون مصحوبة بالصور (الفوتوغرافية)لتلك الأبنية أو أجزاء منها كالمآذن والقباب والقاعات والعناصر التزيينية. وتنتمي إلى هذا النوع أيضاً الدراسات الآثارية التي تتعدى وصف المساجد الى دراسة وضبط تواريخ أنشائها والظروف التاريخية والحضارية التي رافقت ذلك، وقد تتناول التأثيرات المتبادلة بين الطرز المعمارية والأساليب الإنشائية أو تقارن بينها وتضع بعض التصورات عن تطورها وانتشارها، ويكون هذا النوع من الدراسات مصحوباً بالإضافة الى الصور (الفوتوغرافية) ببعض المخططات الهندسية مع بعض الآراء والتقييمات الذاتية. ومن الدراسات التي تناولت المساجد ضمن دراسات عامةدراسة (Creswell، 1968) التيركزت علىتطور عمارة المساجد في القرون الاولى من الإسلام في مختلف بلدان العالم الإسلامي، كما أن من الدراسات ما تناول المساجد في سياقات محدودة، منها على سبيل المثال،دراسة (فكري، 1965) التي ركزت على مساجد مصر ودراسة (الريحاوي، 1979) الخاصةبتطور المساجد في سوريا ودراسة (الديوه جي، 1963) التي تناولتجوامع الموصل في مختلف العصور، ودراسة (مصطفى، 1978) عن مساجد بيروت وغيرها.

أما القسم الآخر فهي الدراسات التحليلية التى هَدَفَ قسم منها إلى تحديد طبيعةالإنتشارالزماني والمكاني للمساجد، واهتم قسم آخر بدراسة خاصية أو مجموعة خصائص شكلية كانت أو تركيبية في فترة محددة أو لعدة فترات أو مكان محدد أو عدة أماكنوتحليل هذه الخصائص بمنهج محدد، ويتم إستخدام وسائل قياس معينة لتحقيق هدف الدراسة كالمقاييس النوعية عاليةأو واطئة الحساسية إضافة إلى التحليلاتالإحصائية المناسبة.وقد تباينت الدراسات فيما بينها من ناحية طبيعة وعدد ودرجة تداخل المعايير المعتمدة في عملية التصنيف مما أدى إلى الخروج بتصنيفات عديدة متباينة للمساجد.فمن الدراسات التي إعتمدت التصنيف الزماني والجغرافي للمساجد تبرز، على سبيل المثال، كل من دراسة (Hoag، 1975) التي تعاملت مع المساجد في إطار تصنيف العمارة الإسلامية بمواقعها الجغرافية المختلفة إلى ثمانية عشرة حقبة زمنية، ودراسة (Michell & Grube، 1978) التي تناولت المساجد ضمن الإطار الشمولي للعمارة الإسلامية أيضاً.ومن الدراسات التي غلب عليها اعتماد التصنيف الجغرافي تبرز، على سبيل المثال، دراسة(مؤنس)في تصنيفها للمساجد إلى سبعة أنماط:

الطراز المغربي والطراز الاندلسي والطراز المصري والطراز التركي السلجوقي والطراز الهندي والطراز الإيراني الصفوي والطراز التركي العثماني(مؤنس،1981).

وتناول (Hillenbrand)مسألة تصنيف المساجد الجامعة في المناطق المركزية للدولة الإسلامية، ورغم أن دراسته أشارت إلى مقاربات تصنيفية مختلفة كالأنماط البنائية أو التسلسل الزمني أو التقسيمات الإقليمية التفصيلية أو الوظيفة إلا أنها تبنَّت مقاربة (جغرافية/ قومية)،معإقرارها مجموعة من الصعوبات المنهجية، في طرحها لثلاث فئات رئيسة للمساجد الجامعة تتمثل بالنمط العربي والنمط الفارسي والنمط التركي كونها أنماطاً متطورة متمايزة بصورة إستثنائية، كما أشارت إلى أن إعتبار مساجد شبه القارة الهندية فروعاً لكل من النمط العربي والفارسي تبسيط وإجمال في مسألة التصنيففي حي تجاوزت مساجد جنوب شرق آسيا وأفريقيا لأسباب مرتبطة بحدود الدراسة.(Hillenbrand، 1994، ص64-66)

وصنَّف (شافعي) المساجد إلى ثلاثة أنماط: النمط النبوي الذي أصبح نموذجاً للعديد من المساجد الإسلامية كمسجد إبن طولون ومسجد القيروان، والنمط ذوالأواوين الأربعة الذي يعود أصله، حسب رأيه، الى أيام السلاجقة والأيوبيين في مصر أواخر القرن العاشر الميلادي ومنها انتقل الى الشام والعراق ثم إيران، والنمط (البازيليكي)الذي سمي كذلك لأنه متأثر بكنيسة (آيا صوفيا) التي تم تحويلهاإلى مسجد بعد فتح القسطنطينية.(شافعي، 1970)

وأشار (Michell) إلى تصنيف(زكي) لأربعة أنماط للمساجد:النمط الصرحي المركزي المغطى بقبة كبيرة حولها أنصاف قباب كما في جامع السلطان احمد في تركيا، والنمط المطوَّر حيث الحرم عبارة عن قاعة مستطيلة ضخمة مقسمة إلى صفوف من الأعمدة وسقفه مستوٍ وخال من العناصر عدا المئذنة والقبتان الصغيرتان فوق المدخل والمحراب لتأشير محور القبلة وقد انتشر في شمال أفريقيا واسبانيا كما في مسجد القيروان، والنمط الإيراني الذي يتقاطع مسقطه مع قبة كبيرة فوق المصلى كما في مسجدأصفهان، وأخيراً نمط المصلى المفتوحالذي يبنى على هيئةفضاءمفتوح لايحوي سوى حائط القبلة والمحراب ويستخدم في الأعياد كما في مصلى ناظم آباد في كراتشي.(Michell& Grube،1978)

وصنَّف (Ardalan) المساجد إلى خمسة أنماط: النمطمتعدد الأعمدة (Hypostyle) والنمط متعدد الأعمدة مع التأكيد على محور القبلة بقبة والنمط متعدد الأعمدة المسقف بقباب والنمط ذو الأواوين الأربعة والنمط ذو القبة المركزية(Ardalan، 1980)، في حين صنَّف (Prochazka) المساجد الى ستة أنماط :المسجد البدئي المكون من صحن وأروقة كمسجد الرسول (ص) ومساجد المدن الإسلامية الأولى والمسجد العربي المبكر والمسجد الإيرانيذوالأواوينالأربعة والمسجد التركي ذو القبة المسيطرة فوق الحرم والمسجد الهندي ومساجد شرق آسيا(Prochazka،1986).

أما (إبراهيم) فقد صنّف المساجد من ناحية تكوينها الفراغي للفترة التاريخية من ظهور الإسلام وإلى نهاية القرن التاسع عشر إلى التكوين العربي والتكوين الفارسي والتكوين العثماني إضافة إلى التكوين الحديث للقرن العشرين(إبراهيم، 1982). وصَنَّفت(طاهر) المساجد الجامعة وفقاً لخاصية المحورية فيها إلى النموذج أحادي المحور الأفقي (النوع العربي) والنموذج أحادي المحور العمودي (النوع العثماني) والنموذج ذو المحاور المتقاطعة (النوع الإيواني) والنموذج ذو المحاور المتعددة (النوع الهندي المغولي) (طاهر، 1994).

وصنَّفت (العمري) المساجد إلى أربعة أنواع رئيسة:النوع العربي وهو النوع الرئيسي الذي اشْتُقت منه أكثر المساجد العربية، وهو عبارة عن صحن مفتوح الى السماء تحيط به الأروقة من أربع جهات أوسعها رواق القبلة أما حرمه فمستطيل مكون من بلاطات ويمكن تصنيفه اعتماداً على تصميم حرمه الداخلي وعناصره الإنشائية ووفق التطور الزمني والتاريخي له الى النماذج التالية:النموذج النبوي (المحافظ ذو الأعمدة) متمثلاً بمسجد الرسول (ص) والنموذج ذو المحور الوسطي (المجاز القاطع) كجامع الحاكم بمصر والنموذج ذو الأكتاف البنائية كمسجد سامراء الكبير والنموذج ذو الوحدات المتكررة. أما النوع الرئيس الثاني فهو النوع السلجوقيالمكون من قاعدة منبسطة مسقفة بقباب صغيرة وهذا النوع يخلو من الفناء.ويعدُّ النوع العثماني النوع الثالث وفيه يكون المسجد مستطيلاً ذا فناء مفتوح للسماء محاطٍ بأروقة من جهاته الأربعة إلا أن الأروقة اخذُصِرتإلى بلاطة واحدة غُطِّيت بقباب صغيرة، أما حرم المسجد فمربع الشكل مغطى في وسطه بقبة كبيرة ضخمة عالية الإرتفاع ترتكز بواسطة أربع مثلثات كروية كبيرة على أربع دعائم ضخمة وتساند هذه القبة أنصاف قباب أُخذت فكرتها من كنيسة آيا صوفيا، إلا أن المعمار سنان وتلاميذه طوروا هذا الفراغ الداخليإلى درجة عالية من النضج كما في جامع السليمانية وجامع السلطان أحمد (الجامع الازرق). أما النوع الرابع فهو النوع الإيواني الذي تُرجِعه(العمري)إلى أبنية (الكرفان سراي) وهي محطات القوافل، وأبنية المدارس والأضرحة. (العمري، 1988)

وأخيراً فإن دراسة (kuran)تعدُّ من الدراسات التي صنَّفت المساجد وفق عناصرها الشكلية إلا هذا التصنيف مرتبط بسياق زماني وجغرافي محدد، فقد صُنِّفت مساجد الحقبة العثمانية المبكرة في تركيا والاناضول حسب الخصائص المعمارية لبيت الصلاة وطريقة تقسيمه إلى ستة أنماط: المسجد منفرد الوحدة ذو الكتلة المركبة والمسجد منفرد الوحدة ذو الفضاء الداخلي المفصل والمسجد ذو الإيوان المحوري والمسجد ذو الإيوان المتقاطع والمسجد ذو الوحدات المتعددة المتشابهة والمسجد ذو الوحدات المتعددة غير المتشابهة. (Kuran، 1968)

2. مشكلة وهدف البحث:

إن مراجعة وتحليلاً للدراسات آنفاً يُظهر أنَّ منها ما اعتمد معايير غير ذات علاقة بالظاهرة المعمارية كالتصنيفات الزمانية والمكانية، ومنها ماعتمد مجموعة متداخلة من المعايير. كما أن من الدراسات ما اعتمد خصائص معمارية عامة في التصنيف إلا أنها قُدِّمت بمفردات جغرافية- قومية في آن واحد من خلال نسبة الأشكال والتكوينات المعمارية إلى القوميات والشعوب، مع ما يتضمن ذلك من تجاوز لحقيقة الظاهرة المعمارية القائمة على أساس الإحتكاك والتواصل بين الثقافات المختلفة أولاً والصعوبات التي ترافق عملية تصنيف الحالات الهجينة والنماذج المتنوعة من العناصر المعمارية. أما الدراسات التي اعتمدت الخصائص المعمارية المنفردة في عملية التصنيف فرغم أنها تقدم تصنيفات موضوعية ودقيقة إلا أنها تتسم بمشكلة صعوبة توظيفها من قبل المصمم المعماري الذي سيكون عليه الرجوع إلى عدد كبير من الدراسات التي تركز كل واحدة منها على خاصية معمارية واحدة كمعيار للتصنيف وبالتالي التوفيق بين التصنيفات المختلفة للوصول إلى النتيجة المطلوبة.

إستناداً إلى ما ورد أعلاه، إتخذ البحث **هدف التوصل إلى تصنيف جديد للمساجد الجامعة يأخذ بنظر الإعتبار مجموعة الخصائص المرتبطة بالظاهرة المعمارية مع بعضها في آن واحد كمعايير للتصنيف**باعتماد مقاربة أكثر شمولية من ناحية المعايير المعتمدة وأكثر موضوعيةودقة من ناحية المنهجية المعتمدة، مما سيطور المعرفة الموجودة في نظرية العمارة الإسلامية بهذا الخصوص، كما أنه سيجعل عملية إستثمار السوابق من أبنية المساجد من قبل المصمم المعماري في الوقت الحاضر في تصميم المساجد الجديدة أكثر كفاءة وفاعلية في الحفاظ على الهوية والتقاليد المعمارية إضافة إلى جعل عملية الإستثمار تلك أكثر سهولة باعتماد لغةومفردات معمارية مألوفة التداول بالنسبة للمصمم المعماري.

جدول (1)
عدد أنماط المساجد الجامعة وفقاً لأمثلة من الدراسات السابقة

نوع الدراسة	معايير التصنيفات	أمثلة من الدراسات السابقة	عدد أنماط المساجد الجامعة					
			3	4	5	6	7	7<
دراسات وصفية	تصنيف زماني	Hoag 1975						■
	تصنيف زماني	Michell 1978						■
	تصنيف (إثنوغرافي)	Hillenbrand,1994	■					
	تصنيف جغرافي	مؤنس،1981					■	
دراسات تحليلية	خصائص شكلية	Kuran, 1966				■		
		شافعي، 1970	■					
		Ardalan, 1980			■			
		Prokhazca, 1986				■		
		زكي		■				
		العمري، 1987		■				
	خصائص بنيوية/ تركيبية	إبراهيم، 1982	■					
		طاهر، 1994		■				

3. تمييز النمط: طريقة مقترحة لتصنيف المساجد الجامعة

إن مراجعة لدراسات العمارة الإسلامية التي عُنيت بمسألة تحليل وتصنيف الأنواع الوظيفية المختلفة فيها تُظهر اعتمادها على رؤية الباحثين للعمارة باستنباط خصائص المساجد من خلال عناصرها الشكلية وخصائصها التركيبية، وتركيزها على الفحص البصري وقدرات العين البشرية وعمليات التفكير المصاحبةوما يوفره كل ذلك من إمكانيات في عملية التحليل.من ناحية أخرى، فإن التطورات التي حصلت في مجال هندسة البرمجيات،وبصورة خاصة في ما يتعلق بتمييز الأنماط والتعرُّف عليها باستخدام التقنيات الرقمية في تحليل نتاجات شكلية وتصاميم هندسية وأرقام مكتوبة باليد، توفر إمكانية إستثمار هذه التقنيات في تناول قضايا مختلفة تتعلق بالتصنيفات والأنماط في العمارة عموماً والعمارة الإسلامية على وجه الخصوص.

يعد تمييز النمط أحد فروع علم تعلم الألة (Machine Learning) وتحديداً الذكاء الاصطناعي، وتهدف البحوث الخاصة بهذا العلم إلى إيجاد أو تطوير تقنيات للتعرف على أنماط أو بنى محددة في الإشارات الرقمية، إذ تمثل الإشارة صورة تحوي حرفاً مكتوباً أو مقطعاً موسيقياً أو كلامياً أو نصاً حاسوبياً، ويمكن أن يكون النمط المطلوب التعرف عليه هو

الحرف الذي تحويه الصورة أو الآلة المستخدمة في المقطع الموسيقي أو الكلمة الملفوظة في المقطع الكلامي أو تحديد ما إذا كان النص الحاسوبي يتحدث عن الفيزياء أو الأدب أو السياسة.

1.3. تمييز النمط: تعريف المفهوم

طرحت الدراساتالسابقة عدداً كبيراً من تعريفات مفهوم تمييز النمط، فعلى سبيل المثال يعدُّ تمييز النمط المجال المعني بتمييز الآلة لإنتظامات ذات معنى في بيئات معقدة مشوشة(Duda, Hart & Stork، 2001)، أو أنه تصنيف لبيانات معطاة بواسطة استخلاص ملامح مهمة من بيانات ضخمة مشوشة (Gonzalez & Thomason، 1978)، كما أنه نظام علمي يهدف إلى تصنيف الأشياء إلى عدد من الفئات أو الأصناف وهو جزء متكامل مع معظم منظومات الذكاء الإصطناعي المعنية باتخاذ القرارات (Theodoridis، 2003).

ورغم أن تمييز النمط،وهو خوارزمية حاسوبية تستخدم لتصنيف بيانات خام، قد برز في مجال التعليم الآلي إلا أنه استخدم في علم النفس الإدراكي بتكييفه لوصف النظريات المختلفة حول كيف ينتقل الدماغ من المعلومات الحسية المستلمة من قبله باتجاه إنتقاء الإستجابة لتلك المعلومات. ويتضمن تمييز النمط، الذي مرَّ بتطويرات هامة لعدة سنوات، عدداً من الطرائق التي أحدثت مجموعة كبيرة من التطويرات في مجالات مختلفة. (Rao & Reddy،2011)

وقد زادت في السنوات الأخيرة تطبيقات استخدام تقنيات التعرف على النمط إحصائياً ومشكلة تمييزه من خلال الصور،وتعددت التقنيات في تمييز الشكل من خلال الصور، كما في دراسة(Murase &Nayar، 1995) إذطرحت منهجاً غير تقليدي في الإدراك باستخدام مطابقة المظهرالمرئي وليس الشكل وذلك بالتركيز على المشهد وخصائص الإنعكاس وظروف الاضاءة التي تختلف من مشهد لآخر.أما دراسة(Turk & Pentland، 1991)فقد عالجت مشكلة التعرف على الوجه بوصفه مشكلة إدراكية جوهرية ثنائية الأبعاد بدلاً من الإسترداد ثلاثي الأبعادالهندسي والإستفادة من حقيقة أن الوجوه عادة ماتكون مستقيمة وبالتالي يمكن وصفهابمجموعة صغيرة من خصائص العرض ثنائية الأبعاد.

من ناحية أخرى، عالجتدراسة (LeCun & Others، 1998)مشكلة إدراك الشكل وتمييزه من خلال الصور ولكن باستخدام تقنية التدريب بواسطة الشبكة العصبية (Neural Network)، واستعرض الباحثونأساليب مختلفة يتم تطبيقها على الحروف المكتوبة بخط اليد للتعرف عليها "إدراكها" ومقارنتها، وتُظهر الشبكات العصبية (تلافيفاً) يتم تصميمها خصيصاً للتعامل مع تنوع الأشكال ثنائية الابعاد.في حين إستخدمتفي دراسة(Belongie & Others، 2002) عينةمن الارقام المكتوبة باليد بالإضافة الى الكائنات المنزلية ثلاثية الابعاد، كما استخدمت منهجية التمثيل العام للشكل، حيث يتم أخذ مجموعة من النقاط كعينة من ملامح الكائن ويكون لكل نقطة وصف جديد وسياق شكلي مختلف باختلاف النقاط على الشكل الواحد ومع ذلك تميل النقاط المتقابلة على الشكلين لأن تمتلك سياقات شكلية متشابهة، ويتم إستخراج التطابق الشكلي عن طريق خوارزمية أمثلية تكراريةلربط التطابقات النقطية.

2.3. مقاربات تمييز النمط

تشير الدراسات الخاصة بهذا الموضوع إلى مقاربتين عامتين من ناحية أساليب عمل منظومات تمييز النمط، الإحصائية (Statistical) والبنيوية(Structural)وكلاهما توظِّفان تقنيات مختلفة في الوصف والتصنيف (Goldfarb، 1984). فالمقاربات الإحصائية في تمييز النمط تستخدم مفاهيم نظريات إتخاذ القرار في التمييز بين أشياء تنتمي إلى مجموعات مختلفة إعتماداً على ملامحها الكمِّية (Fukunaga، 1990)، (Jain, Duin&Jianchang، 2000)، (Duda, Hart & Stork، 2001)، (Olszewski، 2001). أما المقاربات البنيوية في تمييز النمط فتستخدم القواعد التركيبية في التمييز بين أشياء تنتمي إلى مجموعات مختلفة إعتماداً على ملامحها المورفولوجية الشكلية أو البنيوية. (Pavlidis، 1977)، (Gonzalez &Thomason، 1978)، (Olszewski، 2001)، في حين تعدُّالمقاربات الهجينة نوعاً ثالثاً يمثل دمجاً لدراسة الملامح الإحصائية والبنيوية للأشياءالخاضعة للتحليل(Olszewski، 2001).

أما دراسة (Liu, Sun & Wang، 2006) فقد قدمت تصنيفاً لمجموعة من الطرائق والتقنيات التي ساعدت على حدوث تطويرات في عدد كبير من التطبيقات في مجالات مختلفة وأبرزها مايلي:

1. تمييز النمط إحصائياً (Statistical Pattern Recognition):

تقوم هذه الطريقة على إستخدام الإحصاء في إيجاد أو تمييز الأنماط الموجود في بيانات معطاة، وهذه الطريقة قديمة وقد مرَّت بعمليات تطوير طويلة عبر الزمن.

2. عَنْقَدَة البيانات (Data Clustering):

تهدف هذه الطريقة إلى إيجاد عناقيد متشابهة قليلة لكمية كبيرة من البيانات، وبصورة عامة تكون عَنْقَدَة البيانات على نوعين: العنقدة الهرمية (Hierarchical Clustering) وعنقدة التقسيم(Partition Clustering).

3. الشبكات العصبية (Neural Networks):

وهي طريقة لعنقدة البيانات تعتمد على قياس المسافة وتطبق فيها مفاهيم بايولوجية على الماكنة لإنجاز عمليات تمييز النمط. وتتسم هذه الطريقة بالجاذبية لأنها تحتاج أقل ما يمكن من معرفة سبقية وبواسطة ما يكفي من طبقات و(Neurons) في الشبكة العصبية يمكن إيجاد منطقة معقدة لاتخاذ القرارات.

4. تمييز النمط بنيوياً (Structural Pattern Recognition):

تُعنى هذه الطريقة بوصف البنية وبصورة خاصة كيف تُكوِّن بعض الأنماط الثانوية نمطاً واحداً، وهي تضم طريقتين أساسيتين: الأولى تحليل التركيب (Syntax Analysis) وأساسها نظرية اللغة الشكلية (Theory of Formal Language) والثانية تطابق البنية (Structure Matching) وأساسها تقنية رياضية تعتمد على فكرة الأنماط الثانوية. وتختلف هذه الطريقة عن الطرائق الأخرى بأنها تتعامل مع المعلومات الرمزية مما يوفر إمكانية استخدامها على مستويات عليا كتأويل الصورة على سبيل المثال.

5. تمييز النمط تركيبياً (Syntactic Pattern Recognition):

هذه الطريقة نوع من أنواع تمييز النمط البنيوي، وتعنى بقواعد التكوين وتتسم بكونها ملائمة للتعامل مع الحالات المتواترة، ويتم إنجازها بعد أن يتم إنهاء سلسلة القواعد التي تصف العلاقة بين أجزاء الشيء.

من ناحية أخرى، فقد صُنِّف تمييز النمط وفقاً لنوع إجراءات التعلُّم المستخدمة في توليد قيمة ناتج تَطوُّر النموذج الإحصائي. فالتعلُّم بوجود مُشْرِف (Supervised Learning) يفترض تجهيز مجموعة من بيانات التدريب(The Training Set) تتألف من مجموعة حالات مميزة باليد مع الناتج الصحيح، ثم تقوم إجراءات التعلُّم بتوليد نموذج يحاول أن يلبي هدفين متقاطعين في بعض الأحيان، أي العمل على ماهو ممكن من بيانات التدريب، وكذلك توليد ما هو ممكن من بيانات جديدة، وهذا يعني أن يتضمن أبسط ما يمكن من الإجراءات. من الناحية الأخرى، يفترض التعلُّم بدون مُشْرِف (Unsupervised Learning) بيانات تدريب لم يتم ترميزها باليد ويحاول في نفس الوقت إيجاد الأنماط المتأصلة في البيانات التي ستستخدم،من ثم،في تحديد قيمة الناتج للحالات الجديدة. وقد طرحت مؤخراً محاولة الدمج بين النوعين السابقين من إجراءات التعلم في نوع ثالث هو التعلُّم شبه المُشْرَف عليه (Semi-Supervised Learning) الذي يدمج بين البيانات المرمَّزة وغير المرمَّزة (عادة ما تدمج مجموعة صغيرة من بيانات مرمَّزة مع كمية كبيرة من بيانات غير مرمَّزة). كما أشارت بعض الدراسات إلى أنه في حالات من التعلُّم بدون مُشْرِف قد لا تكون هنالك بيانات تدريبية على الإطلاق أي أن البيانات التي سيتم ترميزها هي بيانات التدريب.(Farrar& Others، 1999)، (Rao & Reddy، 2011).

3.3. إجراءات عملية تمييز النمط:

تباينت دراسات تمييز النمط في طبيعة ودرجةتفصيلها للإجراءات المتخذة لإنجاز هذه العملية، فمثلاً أشار (Olszewski) إلى أن تمييز النمط يشمل مهمتين أساسيتين إثنتين: الوصف والتصنيف، فلكي يتم تحليل شيء ما فإن منظومة تمييز النمط (Pattern Recognition System) تقوم أولاً بتوليد وصف لذلك الشيء ويسمى النمط (Pattern) ومن ثم تصنيفه إعتماداً على ذلك الوصف وهذا يسمى التمييز (Recognition). (Olszewski، 2001)

من ناحية أخرى،قدَّمت دراسة(Tohka)إجراءات أكثر تفصيليةلتمييزالنمط في خمسة مراحل:(Tohka، 2011)

1. التحسس (Sensing): تشير إلى ملاحظة ما حول الشئ المطلوب تمييزه.
2. المعالجة السبقية(Pre-Processing) والتقطيع (Segmentation): يتم فيها تنقية البيانات الخام لتحسين نوعيتها مع التقطيع الذي يتم فيه فرز البيانات بحيث يمثل كل جزء شيئاً واحداً لتصنيفه.
3. إستخلاص الخصائص المميزة (Feature Extraction): يتم فيها إيجاد الملامح التي تصف البيانات المطلوب تصنيفها بأفضل مايكون.
4. التصنيف (Classification): يتم فيها إنجاز التصنيف إستناداً إلى الملامح المستخلصة في المرحلة السابقة.
5. المعالجة البَعدية (Post-processing): يتم فيها تقييم نتائج التصنيف وصلاحيتها بالنسبة للسياق.

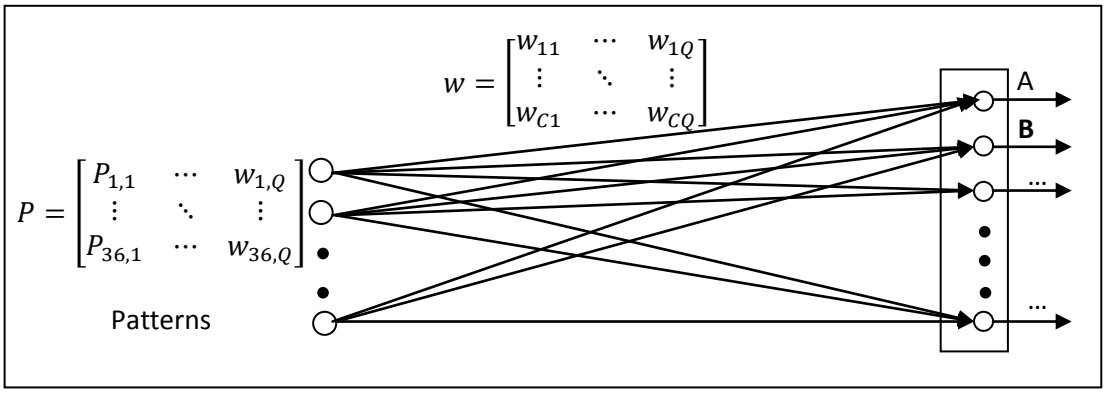
4. منهجيةوإجراءات البحث:

يقدم البحث خوارزمية لتصنيف تراكيب الصورة باستخدام شبكة عصبية بدون مُشْرِف (Unsupervised Texture Image Classification Algorithm) ذات مبدأتنافسي، حيث يتم تصنيفالصور المدخلة الى عدد محدد من الأصناف. وتعتبر هذه الخوارزمية إحدى طرق التعلُّم بدون مُشرف (Unsupervised Learning)، وهو، كما ذكر آنفاً، نوع من التعلُّم يقوم على إفتراض بيانات تدريب لاتعتمد الترميز اليدوي، ومن ثم يحاول إيجاد الأنماط المتأصلة في البيانات (المعطيات) التي تستخدم في تقرير القيمة الصحيحة للناتج للحالات الجديدة من البيانات. (Pratiwi، 2012)

والهدف في هذا البحث إيجاد أقصى عدد من الأصناف يمكن تصنيف نماذج العينة له وإيجاد أصول كل صنف ودرجة تقاربه مع الأصناف الأخرى، وذلك بمقارنة كل مرحلة من مراحل التصنيف مع المرحلة التي تسبقها وتليها. وسيتم

اعتمادخوارزمية (كوهين Kohonen) العصبية التنافسية كأساس لبناء برامجيات التصنيف، وهي شبكة ذات تغذية أمامية ومن نوع الشبكات العصبية بدون مُشْرِف،وتعمل على إعادة تنظيم قيم أوزانها الداخلة ذاتياً لتكوين خارطة حيزية (Spatial Map)(Guthikonda، 2005).أما هيكلة الشبكة فتتكون من طبقتين من (العقدNodes): طبقة المعطيات (Input Layer) وطبقة الناتج (Output Layer) أو ماتسمى (Mapping Layer) كما في الشكل (1).

شكل (1)
الشبكة العصبية التنافسية



وقد اتخذت الإجراءات التالية لغرض تهيئة مخططات المساجد وتغذيتها لبرامجيات التصنيف:

- تحديد المساجد المنتخبة للتحليل، جدول (2)
- إختزال المساجد إلى عناصرها الأساسية.
- تمييز العناصر الرئيسةللمنظومات الفضائية والمعمارية والأنماط الانشائية من أعمدة وقباب وعناصر للتسقيف المستخدمة حيث اختلفت طبيعة تلك المنظومات ونسب وجودها ما أدى بالتالي الى اختلاف مسجد عن آخر.
- تعريف العناصر أعلاه بسمة لونية خاصة ليتم تغذيتها في البرنامج وفق الجدول (3).
- إدراج مخططات المساجد في البرنامج على هيئة صورة يتم اعتمادها في التحليل والتصنيف.

ويبين الجدول (4) الصور اللونية للمساجد المنتخبة، إذ تم تمييز فضاءات الحركة أو الأروقة الجانبية المحيطة بالفناء المركزي للمساجد ذات الأعمدة المتعددة بلون مميز في حين تم تمييز المصلىذي السقف المستوي للمسجد نفسه بلون آخر وهذا مايلاحظ في مساجد الفترة الإسلامية المبكرة بينالقرنين السابع والتاسع الميلادي. وقد تطورت تلك الفضاءات لاحقا في مساجد القرن الثاني عشر الميلادي ولم تقتصر على كونها فضاءات للحركة فحسب بل فضاءات مكملة لقاعة الصلاة مما استدعى تغيير سماتها اللونية إلى لون مشابه للون قاعة الصلاة (إذأصبحت الصلاة وظيفتها الرئيسة) إن كانت تتسمبالعنصر الانشائي نفسه للتسقيف وهذا ما يلاحظ في المساجد ذات الأواوين، كما في مسجد أصفهان على سبيل المثال. أما بالنسبة للمآذن والمداخل فقد تم تحديد مواقعها فقط لإعطاء صورة واضحة عن طبيعة العلاقة التركيبية بينها وبين عناصر المسجد الأخرى.

بعد تحويل مخططات المساجد إلى صور تمثل الألوان فيها سمات العناصر المميزة للمسجد تقوم برامجيات التصنيف بقراءة الصور وتمثيل كل صورة بواسطة قيمها اللونية كصف منفصل بطول (Q=540x540) من صفوف مصفوفة النمط (Pattern Matrix P) وهي مصفوفة ثنائية الأبعاد بحجم (Qx36). أما مصفوفة الأوزان (Weight Matrix W) فهي مصفوفة تقوم بربط طبقة المعطيات بطبقة الناتج وتكوِّن مصفوفة ثنائية الأبعاد بحجم (QxC) حيث C تمثل عدد الأصناف، كما أن عدد العقد في طبقة الناتج سيساوي عدد الأصناف (الملامح أو الخصائص المرافقة للناتج)، وترتبط طبقة المعطيات كلياً بطبقة الناتج التنافسية. وفي بداية كل عملية تصنيف تعطى كل صفوف مصفوفة الأوزان قيم أولية تمثل المعدل المُعايَر(Normalized Average) لصفوف مصفوفة النمط، وخلال عملية التدريب يتم مقارنة كل صف من المصفوفةPبكل صفوف المصفوفة Wويتم تحديد العقدة الفائزة من خارطة الحيز وذلك بكونها ذات المسافة الإقليدية الأصغر بين $P_{k,j}$ و $W_{i,j}$. من ثم يتم ضبط قيمة $W_{i,j}$ لتقليل المسافة الإقليدية إضافة إلى ضبط العقد المجاورة للعقدة الفائزة تناسبياً باستخدام معادلة التعلم (Pratiwi، 2012) و (Perez-Aguila, Gomez-Gil & Aguilera، 2006).

جدول (2)
المخططات الأفقية للمساجد الجامعة المنتخبة للتحليل

المساجد الجامعة متعددة الأعمدة							
I11	المسجد النبوي 622 م	I12	مسجد الكوفة الكبير 670 م	I13	مسجد ابن طولون 879 م	I14	مسجد الحاكم 990 م	I15	مسجد سامراء 852 م
I16	مسجد سوسة الكبير 850 م	I17	مسجد شامبانير الكبير 1485 م	I18	مسجد دلهي الكبير 1650 م	I19	مسجد اللؤلؤة 1648 م		
المساجد الجامعة ذات الأواوين الأربعة							
I21	مسجد الجمعة/ سفاريه 1135 م	I22	مسجد بيبي خانم/ سمرقند 1399 م	I23	مسجد فارامين 1322 م	I24	مسجد الجمعة/ أردستان1160 م	I25	مسجد الجمعة/ أصفهان 1135م
I26	مسجد الجمعة/ كرمان 1349 م	I27	مسجد كاليان/بخارى 1514 م	I28	مسجد كولبايكان/ ايران 1105 م	I29	مسجد جوهر شاه/ مشهد 1417 م		
المساجد الجامعة ذات القباب المتكررة							
I31	المسجد الكبير/ بورصة 1396 م	I32	مسجد السلطان بايزيد II أماسيا 1486 م	I33	مسجد مراد باشا/ إستانبول 1469 م	I34	مسجد أتيق عليباشا إستانبول 1496م	I35	المسجد القديم/ أدرنه 1403 م
I36	مسجد محمد باشا إستانبول 1471 م	I37	مسجد محمود باشا/ إستانبول 1462 م	I38	مسجد سليم/ قونيا 1566 م	I39	مسجد يلدرم/ بورصة 1390 م		
المساجد الجامعة ذات القبة المركزية							
I41	مسجد السليمانية/ إستانبول 1550 م	I42	مسجد السلطان أحمد/ إستانبول 1609 م	I43	مسجد شاه زاد/	I44	مسجد السليمية/ أدرنه1569م	I45	مسجد محمد الفاتح /إسطنبول 1463م
I46	مسجد الشريفلي/ أدرنه 1438 م	I47	مسجد الملكة صفية/القاهرة 1611 م	I48	مسجد سنان باشا/ استانبول 1554 م	I49	مسجد بايزيد II/ أدرنه 1481 م		

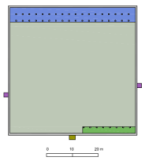
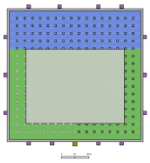
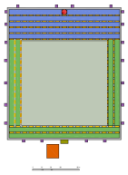
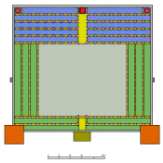
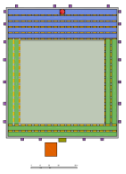
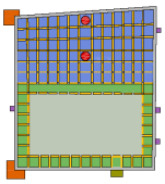
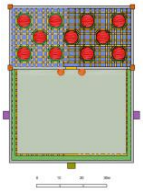
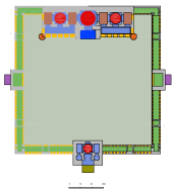
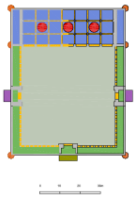
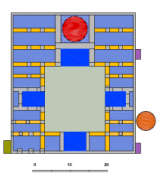
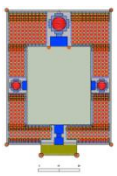
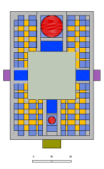
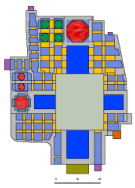
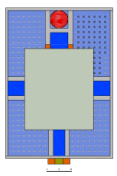
$$W_{i,j} = W_{i,j} + \rho * (P_{k,j} - W_{i,j})$$

حيث ρ تمثل نسبة التعلم في كل تكرار وتساوي 0.0001 .
وهكذا وبعد أن تُعامل كل المعطيات في مصفوفة النمط P بواسطة مئات من العمليات التكرارية إلى أن تصبح كل قيمة $(P_{k,j} - W_{i,j})$أقل من قيمة صغيرة وهي0.000001 ، ستتوقف عملية التعلم ، وبذلك تكون النتيجة عبارة عن تنظيم حيزي (Spatial Organization) للبيانات (المعطيات) مرتَّبة في تجمعات (Clusters) من مناطق متشابهة متجاورة.

جدول (3)
السمات اللونية المنتخبة للعناصر المميزة للمساجد الجامعة

	العناصر الفضائية والمعمارية المميزة للمساجد		السمة اللونية		العناصر الشكلية المعمارية والإنشائية	السمة اللونية
1	الفضاء الرئيسي للمصلى ذو السقف المستوي			1	القباب (بغض النظر عن حجم تلك القبة مقارنة بالفضاء)	
2	الفناء المركزي			2	أنصاف القباب	
3	الأروقة الجانبية للفناء / فضاءات الحركة			3	التسقيف بقبة مضلعة	
4	الأواوين			4	التسقيف بقبة مضلعة مقطوعة	
5	المآذن			5	الأعمدة والجدران	
	المداخل	الرئيسية		6	الأقواس التي تربط الأعمدة فيما بينها	
		الثانوية				

جدول (4)
ترميز العناصر الرئيسةللمنظومات الفضائية والمعمارية والأنماط الإنشائية للمساجد الجامعة المنتخبة للتحليل

المساجد الجامعة متعددة الأعمدة											
I11	المسجد النبوي 622 م	I12	مسجد الكوفة الكبير 670 م	I13	مسجد ابن طولون 879 م	I14	مسجد الحاكم 990 م	I15	مسجد سامراء 852 م		
											
I16	مسجد سوسة الكبير 850 م	I17	مسجد شامبانير الكبير 1485 م	I18	مسجد دلهي الكبير 1650 م	I19	مسجد اللؤلؤة 1648 م				
											
المساجد الجامعة ذات الأواوين الأربعة											
I21	مسجد الجمعة/ سفاريه 1135 م	I22	مسجد بيبي خانم/ سمرقند 1399 م	I23	مسجد فارامن 1322 م	I24	مسجد الجمعة/ أردستان1160م	I25	مسجد الجمعة/ أصفهان1135م		
											
I26	مسجد الجمعة/ كرمان 1349 م	I27	مسجد كاليان/بخارى 1514 م	I28	مسجد كولبايكان 1105 م	I29	مسجد جوهرشاد/ مشهد 1417 م				

المساجد الجامعة ذات القباب المتكررة							
I31	المسجد الكبير/ بورصة 1396 م	I32	مسجد السلطان بايزيدIIأماسيا 1486 م	I33	مسجد مراد باشا/ إستانبول 1469 م	I34	أتيق علي باشا إستانبول1496م	I35	المسجد القديم أدرنه 1402 م
I36	مسجد محمد باشا/ إستانبول 1471 م	I37	مسجد محمود باشا/ إستانبول 1462 م	I38	مسجد سليم/ قونيا 1566 م	I39	مسجد يلدرم/ بورصة 1390 م		
المساجد الجامعة ذات القبة المركزية							
I41	مسجدالسليمانية/ إستانبول 1550 م	I42	مسجد السلطان أحمد/ إستانبول 1609 م	I43	مسجد شاه زاد/ إستانبول 1543 م	I44	مسجد السليمية/ أدرنه 1569م	I45	مسجد محمد الفاتح /إستانبول1463 م
I46	مسجد الشريفلي/ أدرنه 1438 م	I47	مسجد الملكة صفية/ القاهرة 1611 م	I48	مسجد سنان باشا/ إستانبول 1554 م	I49	مسجد بايزيد II/ أدرنه 1481 م		

إشتملت المعطيات مجموعة من المساجد الجامعة كحالات منتمية الى التصنيفات المختلفة المعروفة لها وفقاً للمعايير المعتمدة سابقاً الشكلية منها وغير الشكلية، كما أن الحالات المنتخبة للدراسة تنتشر على كامل مدى السياق الزماني وعلى كامل مساحة السياق المكاني للعمارة الإسلامية وتنتمي لأكبر عدد من المجتمعات المنضوية ضمن الثقافة الإسلامية الكلية، وروعي إختيار المساجد التي تمثل حالات متنوعة من التكوينات الشكلية والبنيوية والأنظمة الإنشائية والعناصر والملامح المعمارية الأخرى ذات العلاقة. إستناداً لذلك تم إنتقاء عينة تتكون من 36 مسجداً جامعاً على امتداد العالم الإسلامي من الهند إلى إسبانيا بدءً من العصر الإسلامي المبكر في القرن السابع الميلادي الى القرن السابع عشر الميلادي، وقد توزعت الحالات الخاضعة للدراسة على الأنماط الأربعة التي إفترضها البحث كخطوة إبتدائية إستناداً الى الفحص البصري الأولي وهي المساجد متعددة الأعمدة والمساجد ذات الأواوين والمساجد ذات القباب المتكررة والمساجد ذات القبة المركزية. وقد تم تحليل تلك النماذج خوارزمياً والتعرف على أنماطها وتصنيفها على وفق عناصرها المعمارية والحيزية وعلاقاتها التكوينية الشكلية والبنيوية.

5. نتائج التحليل:

أولاً/ النتائج الخاصة بتصنيف المساجد المنتخبة في مجموعة واحدة:

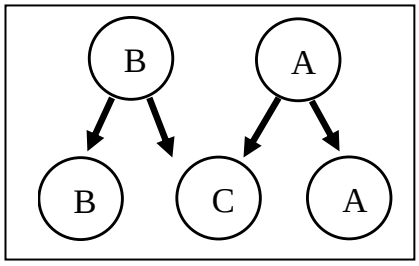
أبرزت النتائج الخاصة بهذه المرحلة معرفة أولية لأنماط المساجد، على الرغم من وقوعها في مجموعة واحدة إلا أنها تؤشرإلى وجود إختلاف بينالمساجد المنتخبة حيث تراوحت القيم مابين (0.2370-1.4448)وكما يبين الجدول(5a)، حيث تشير المسافة النسبية مابين أعلى قيمة وأقل قيمة إلى وقوع المساجد المنتخبة ضمن مجموعتين كنتيجة أولية للتصنيف.

ثانياً/ النتائج الخاصة بتصنيف المساجد المنتخبة الى مجموعتين:

1. أكدت نتائج المرحلة الثانية ماتم التوصلإليه في المرحلة الأولى عن وجود تصنيف أولي لنمطين من المساجد، حيث أن المساجد التي كانت قيمها أكثر من الواحد في المرحلة الأولى ظهرت ضمن المجموعة الثانية في هذه المرحلة باستثناء المسجد I_{48} رغم حصوله على القيمة (1.0528) في المرحلة الاولى بمايشير إلى إحتمالية وقوعه ضمن المجموعة الثانية في التصنيفذيالمجموعتين،إلا أن نتائج المرحلة الثانية أظهرت بأنه أقرب للمجموعة الأولى منها إلى المجموعة الثانية،إذ تراوحت القيم العائدة لهبين(1.4759 – 0.9850) كما يوضح الجدول (5b)، وفي هذا إشارة إلى إحتمالية وقوعه ضمن مجموعة ثالثة في المراحل اللاحقة من التحليل.
2. يلاحظ بالنسبةللمسجدI_{42}عدم وجود تفاوت كبير في القيم الخاصة بهإذ تراوحت مابين (0.6882 – 0.4805) كما في الجدول رقم(5b)، وبذلك فقدتم توقيعه ضمن المجموعة الأولى لأنه أقرب إليها.

ثالثاً/ النتائج الخاصة بتصنيف المساجد المنتخبة الى ثلاثة مجموعات:

1. في هذه المرحلة تم تصنيف المساجد المنتخبة إلى ثلاثة أنماط، إذ تم، وفقاً لآلية عمل البرنامج،الموضحة في شكل (2)، في هذه المرحلة إخراج بعض المساجد من المجموعتين الاولى والثانية لتوضع في مجموعة ثالثةحيث كانتأبعد مايكون عن المجموعتين الأوليتين مقارنة ببقية المساجد.
2. يُظهر الجدول (c5) المساجد في المجموعة الثالثة قد كانت في المرحلة الثانية ضمن المجموعة الاولى وهذا يشير إلى أنها بعيدة نسبياً عنمساجد أخرى تقع معها ضمن المجموعة نفسها. في حين بقيت المجموعة الثانية كما هي، دون خروج أيمسجد منها الى المجموعة الثالثة الجديدة.



شكل (2)
آلية عمل البرنامج في التصنيف

3. كما يُظهر الجدول (5c) إبتعاد المسجد I_{16} وهو (مسجد سوسة الكبير) عن مجموعة المساجد متعددة الأعمدة التي كان مفترضاً وجوده ضمنها، إستناداً للمعرفة المتداولة حالياً، ووقوعه ضمن النمط الثاني، كما يُظهر ابتعاد المسجد I_{22} وهو (مسجد بيبي خانم في سمرقند) عن مجموعة المساجد ذات الأواوين الذي كان يفترض وجوده ضمنها، إستناداً للمعرفة المتداولة حالياً،ليقع ضمن النمط الأول.
4. بالرغم من وقوع المسجد I_{48} ضمن المجموعة الثالثة إلا أنه بعيد نسبياًعنأقرانه ضمنالمجموعةنفسها مما يؤشرإحتمالية وقوعه في مجموعة أخرى ستأتي لاحقاً في عملية التحليل.

رابعاً/ النتائج الخاصة بتصنيف المساجد المنتخبة الى أربعة مجموعات:

1. يُظهر الجدول(4d) أن معظم مساجد المجموعة الرابعة قدأُخرجت من المجموعة الثانية عدا المسجدI_{42} الذي كان ينتمي إلى المجموعة الأولى، والمسجدI_{48}الواقع في الأصل ضمن المجموعة الثالثة في التصنيف السابق.
2. بالرغم من وقوع المسجد I_{48}ضمن المجموعة الرابعة الجديدة إلا أنه لم يزل بعيدا نسبيا عن أقرانه ضمن المجموعة نفسها، إذ بلغت قيمته (0.9799)، في حين تراوحت قيم بقية المساجد ضمن هذه المجموعة مابين – (0.3040 0.0750)، كما يوضح الجدول(5d)، وهذا يؤشرإحتمالية وقوعه ضمن مجموعة أخرى في التصنيفات اللاحقة.

خامساً/ النتائج الخاصة بتصنيف المساجد المنتخبة الى خمسة مجموعات:

1. يُظهر الجدول رقم (5e) إنفصال المسجدI_{48} في مجموعةأخرى بعيداً عن المجموعات الأربعة المتشكلةآنفاً، كما أنه المسجد الوحيد الواقع ضمن المجموعة الخامسة حيث بلغت قيمته 0.000 مما يشير إلى عدم وجود أية مسافة بينه وبين المجموعة الخامسة، بينما بقيت المساجد الأخرى كما هي في المرحلة الرابعة دون تغيير، وهذا يعني تحقيق أقصىعدد من التصنيفات كخمسة مجموعات وليس أكثر.
2. إستمرت المجموعات كما هي دون أي تغيير في المرحلة السادسة والمراحل اللاحقة ولم تصنَّف مجموعة المساجد المنتخبة إلى أكثر من خمسة مجموعات.

جدول (5)
النتائج الخاصة بتصنيف المساجد المنتخبة الى مجاميع

	A
I11	0.4078
I12	0.2995
I13	0.2403
I14	0.2548
I15	0.2370
I16	0.2651
I17	0.2309
I18	0.2347
I19	0.3576
I21	0.5259
I22	0.2731
I23	0.6561
I24	0.9492
I25	0.4950
I26	0.4576
I27	0.4884
I28	0.5022
I29	0.4925
I31	1.3349
I32	1.3290
I33	1.2720
I34	1.4234
I35	1.3895
I36	1.3284
I37	1.3299
I38	1.4448
I39	1.4109
I41	0.7547
I42	0.3097
I43	0.8131
I44	0.5617
I45	0.6300
I46	0.7132
I47	0.6458
I48	1.0528
I49	0.6293

مجموعة واحدة (5a

	A	B
I11	0.4919	1.8318
I12	0.2493	1.9527
I13	0.2925	1.7641
I14	0.2765	1.8384
I15	0.2517	1.8273
I16	0.1462	1.7705
I17	0.3417	1.3981
I18	0.2816	1.6852
I19	0.468	1.7435
I21	0.3761	1.4594
I22	0.4003	1.2019
I23	0.4412	1.2619
I24	0.6543	1.5446
I25	0.2842	1.8139
I26	0.3015	1.6853
I27	0.3026	1.8183
I28	0.2393	1.6705
I29	0.2724	1.6855
I31	1.7449	0.1726
I32	1.8205	0.1997
I33	1.7547	0.2056
I34	1.8726	0.1768
I35	1.9162	0.383
I36	1.7892	0.161
I37	1.7717	0.225
I38	1.8424	0.183
I39	1.671	0.4557
I41	0.9098	0.4285
I42	0.4805	0.6882
I43	1.092	0.0973
I44	0.9036	0.1995
I45	0.9321	0.212
I46	1.0487	0.165
I47	0.9595	0.0918
I48	0.985	1.4759
I49	0.8112	0.4757

مجموعتين (5b)

	A	B	C
I11	0.1039	1.6816	0.8712
I12	0.3088	1.8827	0.4429
I13	0.0548	1.6380	0.6240
I14	0.1886	1.7397	0.5566
I15	0.1434	1.7278	0.5363
I16	0.3766	1.7323	0.1678
I17	0.0284	1.2615	0.7076
I18	0.0396	1.5606	0.5956
I19	0.0688	1.5914	0.8914
I21	0.9081	1.4900	0.1372
I22	0.1077	1.0773	0.7910
I23	1.1069	1.3437	0.3514
I24	1.5222	1.6487	0.3853
I25	0.7168	1.8259	0.1411
I26	0.5282	1.6363	0.2417
I27	0.6188	1.7887	0.1496
I28	0.7578	1.7012	0.1348
I29	0.7933	1.7227	0.1115
I31	2.0208	0.1893	1.8708
I32	1.9063	0.1780	2.0716
I33	1.8439	0.1852	1.9970
I34	2.0564	0.2098	2.0444
I35	1.8596	0.2954	2.1189
I36	1.9603	0.1958	2.0175
I37	1.9808	0.2348	1.9861
I38	2.1761	0.2460	1.9207
I39	2.2050	0.5589	1.7597
I41	1.1215	0.4656	1.1405
I42	0.3116	0.6276	0.7847
I43	1.3078	0.1406	1.2935
I44	0.8865	0.1609	1.2007
I45	0.9236	0.1700	1.1721
I46	1.0970	0.1245	1.4074
I47	1.0961	0.0722	1.2617
I48	1.7173	1.5646	1.0867
I49	0.9087	0.4424	1.1865

ثلاثة مجاميع (5c)

	A	B	C	D
I11	0.0505	2.3957	1.0552	1.3486
I12	0.2995	2.6102	0.7003	1.3481
I13	0.0313	2.3693	0.8575	1.2110
I14	0.1977	2.4769	0.8223	1.2319
I15	0.1234	2.4601	0.7860	1.2451
I16	0.4061	2.4295	0.3556	1.2149
I17	0.0265	1.9741	0.8925	0.9198
I18	0.0099	2.2785	0.7994	1.1679
I19	0.0353	2.3086	1.0960	1.2423
I21	0.9213	1.7925	0.1583	1.3530
I22	0.1062	1.7693	0.9236	0.7735
I23	1.1942	1.7074	0.2200	1.1015
I24	1.6077	2.0202	0.1926	1.3743
I25	0.6876	2.3618	0.1900	1.4667
I26	0.5825	2.2755	0.2480	1.2513
I27	0.6622	2.4494	0.2296	1.3543
I28	0.7639	2.2875	0.0597	1.2797
I29	0.7744	2.1702	0.1288	1.4235
I31	2.2107	0.0281	1.9548	0.6647
I32	2.0880	0.0407	2.1993	0.6652
I33	2.0048	0.0544	2.1364	0.6630
I34	2.2779	0.0379	2.1255	0.6912
I35	2.0310	0.2411	2.2986	0.8106

	A	B	C	D	E
I11	0.0580	2.3560	0.9204	1.4943	2.5547
I12	0.2519	2.5760	0.5699	1.5759	1.2722
I13	0.0133	2.3328	0.7352	1.4014	1.8654
I14	0.1598	2.4477	0.7234	1.4561	1.4054
I15	0.0962	2.4252	0.6585	1.4554	1.5451
I16	0.3621	2.4097	0.2832	1.3959	1.1744
I17	0.0465	1.9397	0.8101	1.0537	2.0490
I18	0.0022	2.2416	0.6767	1.3348	1.9919
I19	0.0409	2.2736	0.9842	1.3999	2.3463
I21	0.9048	1.7821	0.0595	1.4472	1.6699
I22	0.1597	1.7370	0.8741	0.8699	2.0614
I23	1.2216	1.7590	0.3817	1.0831	1.2333
I24	1.6353	2.0584	0.3575	1.3724	1.3090
I25	0.6690	2.3397	0.0741	1.5844	1.6447
I26	0.5695	2.2791	0.3038	1.3378	1.8144
I27	0.6322	2.4364	0.1976	1.4663	1.7018
I28	0.7741	2.2937	0.1051	1.3441	1.3917
I29	0.7591	2.1620	0.0385	1.5181	1.5363
I31	2.3257	0.0239	1.9320	0.6316	2.2083
I32	2.2059	0.0303	2.1589	0.6567	2.3978
I33	2.1220	0.0358	2.0595	0.6667	2.3696
I34	2.3990	0.0434	2.1137	0.6233	2.3982
I35	2.1379	0.1948	2.1903	0.8308	2.8240

I36	2.2822	0.0360	2.0922	0.6036	2.1879
I37	2.2635	0.0646	2.0457	0.6954	2.2052
I38	2.5354	0.0774	2.0046	0.6222	2.1490
I39	2.4684	0.3242	1.8048	0.9546	1.8948
I41	1.4689	1.0719	1.3539	0.0883	1.0257
I42	0.5251	1.2923	0.9539	0.3235	1.5707
I43	1.6713	0.4378	1.4755	0.0665	1.2445
I44	1.1650	0.5457	1.3775	0.1289	1.3196
I45	0.6117	1.2358	1.3579	0.0780	1.4860
I46	0.4926	1.4140	1.6381	0.1044	1.2746
I47	0.3756	1.3890	1.4455	0.0909	1.1660
I48	1.9363	2.1928	1.3971	1.1081	0.0000
I49	1.0653	1.2005	1.4302	0.1476	1.0436
خمسة مجاميع (5c)					

I36	2.1649	0.0394	2.1325	0.6458
I37	2.1474	0.0732	2.1003	0.7043
I38	2.4265	0.0663	1.9885	0.6939
I39	2.3769	0.2777	1.7760	0.9951
I41	1.3585	1.0694	1.2042	0.1430
I42	0.4589	1.3106	0.9163	0.3040
I43	1.5637	0.4334	1.3780	0.1304
I44	1.0672	0.5792	1.3961	0.0821
I45	1.1334	0.6363	1.3138	0.0750
I46	1.3035	0.4951	1.5356	0.0839
I47	1.2802	0.3851	1.3897	0.0704
I48	1.9202	2.1690	1.2447	0.9799
I49	1.0918	1.0580	1.2606	0.1430
أربعة مجاميع (5c)				

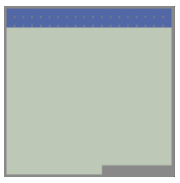
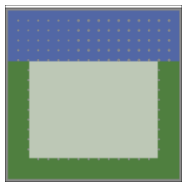
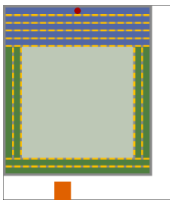
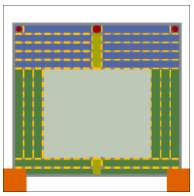
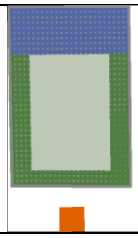
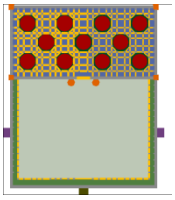
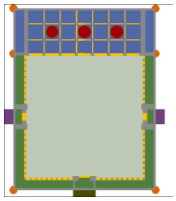
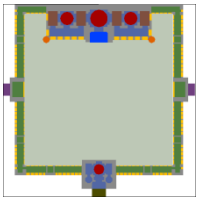
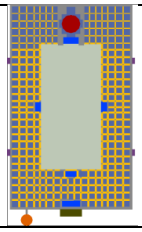
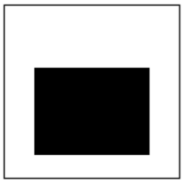
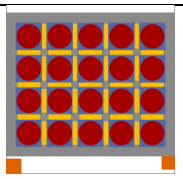
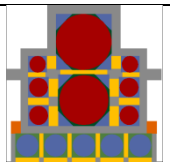
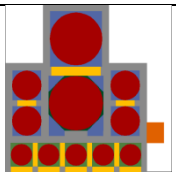
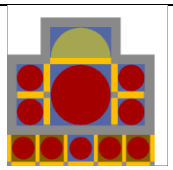
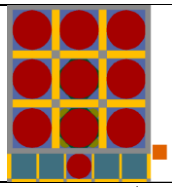
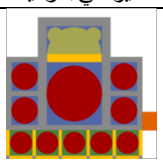
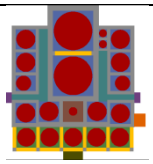
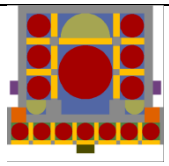
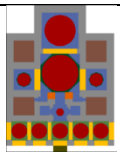
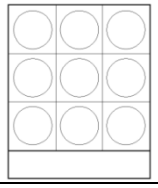
6. الإستنتاجات:

1. لقد أمكن في هذا البحث التوصل إلى مجموعة من الإستنتاجات الخاصة بتصنيف المساجد الجامعة وقد دعَّمت قسم من هذه الإستنتاجات مقولات في نظرية العمارة الإسلامية عن هذا الموضوع في حين تقاطعت مع مقولات أخرى الأمر الذي يتطلب تعديل المعرفة المتداولة وفقاً لاستنتاجات هذا البحث.
2. أبرزت طريقة تمييز النمط رقمياً أن المساجد الإسلامية يمكن تصنيفها بصورة طبيعية إلى خمسة أنماط هي: **النمط مستوي السقف المنتشر والنمط مستوي السقف المتمفصل والنمط مقبب السقف غير ذي الفناء والنمط مقبب السقف ذو الفناء والأروقة المقببة والنمط مقبب السقف ذو الفناء والأروقة مائلة السقف**.
3. أظهرت الآلية المتبعة في طريقة تمييز النمط صورة عن هيكلية المعايير (الخصائص التصميمية) الأكثر أهمية التي اعتمدتها الآلة في التصنيف، فقد ظهر أن **طبيعة التكوين الكلي** وما يرتبط به من **نظام إنشائي وشكل التسقيف**هي المعايير الأكثر أهمية بدليل تصنيف المساجد آلياً في المرحلة الأولى إلى فئتين هما،**المساجد ذات التكوين مستوي التسقيف والمساجد ذات التكوين مقبب التسقيف**. وجاءت خاصية **طبيعة تمفصل المخطط الأفقي**في المرتبة الثانية من ناحية الأهمية بدليل أنه مع بقاء **المساجد مقببة السقف** كنمط منفصل في المرحلة الثالثة للتصنيف الآلي إنقسمت **المساجد مستوية التسقيف** إلى،**المساجد مستوية التسقيف المنتشرة والمساجد مستوية التسقيف المتمفصلة رباعياً**. في حين برز **وجود الفناء في التكوين المقبب** كمعيار تالٍ في الأهمية بدليل إنفصال **التكوين مقبب السقف** في المرحلة الرابعة للتحليل الآلي إلى **مساجد مقببة التسقيف ذات فِناء ومساجد مقببة التسقيف غير ذات فناء**. وأخيراً برزت خاصية **طبيعة التعامل مع الأروقة المحيطة بالفناء** في المساجد مقببة التسقيف كمعيار رابع وأخير في المرحلة الخامسة من التحليل الآلي بدليل إنفصال **المساجد مقببة التسقيف ذات الفناء** إلى **مساجد مقببة التسقيف ذات الفناء والأروقة المقببة ومساجد مقببة التسقيف ذات الفناء والأروقة مائلة الأسقف**.
4. أظهرت نتائج التحليل أن **المساجد ذات التكوين المقبب المستقل (بدون فناء)** نمط قائم بذاته، والبحث بهذا الإستنتاج يدعم من ناحية الدراسات التي أشارت إلى وجود مستقل لهذا النمطويتقاطع من ناحية أخرى مع الدراسات التي لم تقدمه كنمط مستقل قائم بذاته، وهو من ناحية ثالثة يتقاطع مع الدراسات التي أشارت إلى هذا النمط كنمط سلجوقي بدليل وجود حالات من المساجد (العثمانية) غير ذات الفناء تنتمي إلى هذا النمط.كما أنه يتقاطع مع الدراسات التي صنَّفت المساجد غير ذات الفناء إلى أنماط عدة نسبة إلى إختلاف المصلى فيها.
5. لم تظهر **القبة المركزية** كمعيار أو خاصية تصميمية مهمة في التصنيف بدليل أن مساجد ذات قبة مركزية قد ظهرت في التحليل منتمية للنمط الثالث والرابع والخامس وهذا يؤشر أن المساجد ذات القبة المركزية لا تشكل نمطاً مستقلاً قائماً بذاته للمساجد الجامعة، وبذلك فإن البحث يتقاطع مع الدراسات السابقة فيما يتعلق بهذه المسألة.
6. أظهر وجود النمط الخامس للمساجد أن **طبيعة التعامل مع الأروقة المحيطة بالفناء في المساجد ذات القباب** قد شكَّل معياراً مهماً في التصنيف بدليل إبتعاد مسجد سنان باشا في إستانبول عن جميع المساجد في جميع مراحل التصنيف ووقوعه تماماً في فئة مستقلة تمثل النمط الخامس وبدون أية مسافة عن معدل النمط.
7. بغض النظر عن التصنيفات (الجغرافية/ القومية) التي تم تجاوزها في هذا البحث، فقد أبرزتنتائج التحليلأن **المساجد في شبه القارة الهندية تنتمي للفئة نفسها التي تنتمي لها المساجد (العربيةمتعددة الأعمدة والفارسية ذات الأواوين الأربعة)**، وبهذا فان البحث لا يدعم وجود تصنيف خاص للمساجد في بلاد الهند او ماتسميه الدراسات (الطراز المغولي) على المستوى الخاص بالمخطط الأفقي والبنية التركيبية الفضائية في أقل تقدير.
8. أبرزت النتائج إنتماء نماذج من المساجد الجامعة لأنماط أخرى تختلف عما كان معروفاً سابقاً، وهذا يعني أن إعتماد مجموعة كبيرة من الخصائص المعمارية معاً كمعايير في التصنيف قد أدى إلى تعديل في خارطة التصنيف المعروفة للمساجد الجامعة، كما أن هذا ربما يفسر حالة عدم التأكدية التي تتضمنها بعض الدراسات في نسبتها نماذج محددة

لأنماط مختلفة مما يتطلب تعديل المعرفة المتداولة حول الموضوع وفقاً لإستنتاجات هذا البحث التي يمكن إعتبارها فرضية جديدةيتطلب التثبت منها في دراسات مستقبلية. الجدول رقم (6)

9. يقدم هذا البحث، بما تم اعتماده من إجراءات موضوعية في التعاملمع الحالات الدراسية وتمثيل عناصرها وفضاءاتها المعمارية والإنشائية كمدخلاتوتجاوز كل من المقاربات الذاتية ومحدودية القدرات البشرية التي تلازم طرائق التحليل إضافة إلى الإمكانات التي توفرها التقنيات الرقمية فيما يتعلق بالتعامل مع المشاكل معقدة التركيب، دليلاً واضحاً على إمكانية وفائدة إستثمار تلك التقنياتعموماً وطريقة تمييز النمط بصورة خاصة كأداة لفحص ودعم وتعديل المعرفة المتداولة لبناء نظرية أكثر موضوعية ودقة للعمارة الإسلامية.

جدول (6)
الأنماط الخمسة المستنتجة للمساجد الجامعة

المجموعة الأولى	I11 المسجد النبوي	I12 مسجد الكوفة	I13 مسجد ابن طولون	I14 مسجد الحاكم	I15 مسجد سامراء
					
	I17 مسجد الجمعة/ شامبانير- الهند	I18 مسجد الجمعة / دلهي - الهند	I19 مسجد اللؤلؤة / اكرا – الهند	I27 مسجد كاليان/بخارى	**النمط مستوي السقف المنتشر**
					
المجموعة الثانية	I31 الجامع الكبير/ بورصة، تركيا	I32 جامع السلطان بايزيد/ اماسيا، تركيا	I33 جامع مراد باشا/ اسطنبول، تركيا	I34 جامع اتيق علي باشا/ تركيا	I35 الجامع القديم/ ادرنه، تركيا
					
	I36 جامع محمد باشا اليوناني/ تركيا	I37 جامع محمود باشا اسطنبول/ تركيا	I38 جامع سليم / كونيا ، تركيا	I39 جامع يلدرم / بورصة، تركيا	**النمط مقبب السقف غير ذي الفناء**
					
المجموعة	I16 مسجد سوسة	I21 مسجد الجمعة/سفاريه، ايران	I22 مسجد بيبي خانم/سمرقند	I23 مسجد فرامن/ ايران	I24 مسجد الجمعة/ اردستان، ايران

	I25	I26	I28	I29	**النمط مستوي**
	مسجد اصفهان/ايران	مسجد الجمعة/ كرمان، ايران	مسجد كولبايكان/ ايران	مسجد جوهر شاد/ مشهد،ايران	**السقف المتمفصل**
المجموعة الرابعة	I41	I42	I43	I44	I45
	مسجد السليمانية	مسجد السلطان احمد/ تركيا	مسجد شيهزاد	مسجد السليمية	مسجد محمد الفاتح
	I46	I47	I49	**النمط مقبب السقف ذو الفناءوالأروقة المقببة**	
	جامع الشريفلي/ تركيا	جامع الملكة صفية/ مصر	جامع السلطان بايزيد الثاني /ادرنه، تركيا		
المجموعة الخامسة	I48	**النمط مقبب السقف ذو الفناءوالأروقة مائلة السقف**			
	مسجد سنان باشا/ تركيا				

المصادر:

1. الريحاوي، د. عبد القادر، "العمارة الإسلامية، خصائصها وآثارها في سوريا"، وزارة الثقافة والإرشاد القومي، دمشق، (1979).
2. العمري،حفصة رمزي، "عمارة المساجد الحديثة بالعراق- دراسة تحليلية ميدانية لعمارة مساجد بغداد منذ الحرب العالمية الثانية"، رسالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية، جامعة بغداد، (1988).
3. إبراهيم، د. محمد عبد العال، " المسجد من المسقط العربي إلى المسقط الأوروبي"، *المجلة المعمارية العلمية*، العدد الثالث، جامعة بيروت العربية، بيروت، (1982).

4. الديوه جي، سعيد، " جوامع الموصل في مختلف العصور"، مطبعة شفيق، بغداد، (1963).
5. سلمان، عيسى وآخرون، "العمارات العربية الإسلامية في العراق"، الجزء الأول، دار الرشيد للنشر، بغداد، (1982).
6. شافعي، د. فريد، "العمارة العربية في مصر الإسلامية"، الهيئة المصرية للتأليف والنشر، القاهرة، (1970).
7. طاهر، أسماء نيازي، " الظواهر المشتركة في فن عمارة المساجد، دراسة إستقرائية مقارنة للمحور في الأبنية الدينية"، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة بغداد، (1994).
8. فكري، د.أحمد، " مساجد القاهرة ومدارسها"، الجزء الأول، دار المعارف بمصر، (1965).
9. مؤنس، د.حسين، "المساجد"، سلسلة عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، عدد 37،(1981).
10. مصطفى، د.صالح لمعي، "مساجد بيروت ، جامعة بيروت العربية، بيروت، (1978).
11. Ardalan, Nader, "A Preliminary Study of Mosque Architecture" in *Architecture as Symbol and Self Identity*, The Aga Khan Award for Architecture, Philadelphia, (1980).
12. Belongie S., Malik J. & Puzicha J., "Shape Matching and Object Recognition Using Shape Contexts" in*IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 24, No. 24, PP. 509-522, (2002).
13. Creswell, K., "A Short Account of Early Muslim Architecture", Penguin Books, (1959).
14. Duda R., Hart P., & Stork D.,"Pattern Classification", Wiley, New York, Second Edition, (2001).
15. Farrar C., Duffey T., Doebling S. & Nix D., "A Statistical Pattern Recognition Paradigm for Vibration-Based Structural Health Monitoring", the 2nd International Workshop on Structural Health Monitoring, Stanford, CA, (1999).
16. Fukunaga, K., "Introduction to Statistical Pattern Recognition". Academic Press, Boston, Second Edition, (1990).
17. Goldfarb L., "A Unified Approach to Pattern Recognition". In *Pattern Recognition*, Vol. 17 No. (5), PP 575– 582, (1984).
18. Gonzalez R. &ThomasonM. "Syntactic Pattern Recognition: An Introduction", Addison Wesley, Reading,Massachusetts, (1978).
19. Guthikonda, S., "Kohonen Self-Organizing Map", Wittenberg University, (2005).
20. Hillenbrand, R., "Islamic Architecture, Form, Function and Meaning", Edinburgh University Press, (1994).
21. Hoag, J., "Islamic Architecture", Harry N. Abrams, Inc. Publisher, New York, (1979).
22. Jain A., Duin R. & Jianchang M., "Statistical Pattern Recognition: A Review". *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*,Vol.22 No.(1) PP.4–37,(2000)
23. Kurran, Aptullah, "The Mosque in Early Ottoman Architecture", University of Chicago Press, Chicago & London, (1968).
24. LeCun Y., Bottou L., Bengio Y. & Haffner P.,"Gradient-Based Learning Applied to Document Recognition". Proceedings of the IEEE, Vol.86, No.(ll), PP 2278-2324,(1998).
25. Liu, Sun, & Wang, "Pattern Recognition: An Overview", *International Journal of Computer Science and Network Security*, Vol. 6, No.6, June(2006).
26. Michell, G. & Grube E., "Architecture of the Islamic World", Thames & Hudson Ltd., London, (1978).
27. Murase H. &Nayar S., "Visual Learning and Recognition of 3D Objects from Ap-pearance", in *International Journal of Computer Vision*, Vol.14 No. (1),PP 5-24, (1995).
28. Olszewski R.,"Generalized Feature Extraction for Structural Pattern Recognition in Time-Series Data", School of Computer Science, Carnegie Mellon University, A Doctor of Philosophy Thesis, (2001).
29. Pavlidis T.,"Structural Pattern Recognition". Springer Verlag, (1977).
30. Perez-Aguila R, Gomez-Gil P. & Aguilera A., "One-Dimensional Kohonen Networks and Their Application to Automatic Classification of Images", International Seminar on

Computational Intelligence, IEEE Cgapter Mexico-Tijuana Institute of Technology, (2006).
31. Pratiwi D., "The use of Self Organizing Map Method and Feature Selection in Image Database Classification System", (2012).
32. Prochazka A., "Mosques", in *Architecture of the Islamic Cultural Sphere*, MARP, Muslim Architecture Research Program, Zurich, (1986).
33. Rao M. &Reddy B., "Comparative Analysis of Pattern Recognition Methods: An Overview", *Indian Journal of Computer Science and Engineering*, Vol. 2 No. 3, (2011).
34. Theodoridis S.& Koutroumbas K., "Pattern Recognition", Second Edition,Academic Press, (2003)
35. Tohka J., " Introduction to Pattern Recognition", Lectures introduced in the Tampere University of Technology,(2011)
36. Turk M. & Pentland A.,"Eigenfaces for Recognition". Journal of Cognitive Neuroscience, 3(1), PP. 71—96, Nov. (1991).

تم اجراء البحث في كلية ألهندسة = جامعة ألموصل