دار المنظومة
DAR ALMANDUMAH
الرواد في قواعد المعلومات العربية

العنوان:	ملاطات البوزولان (Pozzolan) في مباني الفيلات الرومانية بإقليم المدن الثلاث في ليبيا
المصدر:	مجلة الجامعة الأسمرية الإسلامية
الناشر:	الجامعة الأسمرية الإسلامية
المؤلف الرئيسي:	نامو، مصطفى علي محمد
مؤلفين آخرين:	الهدار، علي بشير مصباح(م. مشارك)
المجلد/العدد:	ع32
محكمة:	نعم
التاريخ الميلادي:	2018
الشهر:	يونيو
الصفحات:	549 - 589
رقم MD:	962415
نوع المحتوى:	بحوث ومقالات
اللغة:	Arabic
قواعد المعلومات:	IslamicInfo
مواضيع:	العمارة القديمة، مواد البوزولان، العصر الرومانى، الفن المعمارى، ليبيا
رابط:	http://search.mandumah.com/Record/962415

© 2021 دار المنظومة. جميع الحقوق محفوظة.
هذه المادة متاحة بناء على الإتفاق الموقع مع أصحاب حقوق النشر، علما أن جميع حقوق النشر محفوظة. يمكنك تحميل أو طباعة هذه المادة للاستخدام الشخصي فقط، ويمنع النسخ أو التحويل أو النشر عبر أي وسيلة (مثل مواقع الانترنت أو البريد الالكتروني) دون تصريح خطي من أصحاب حقوق النشر أو دار المنظومة.

مجلة الجامعة الأسمرية
المجلد (32) العدد الأول (يونيو 2018)

ملاطات البوزولان (Pozzolan) في مباني الفيلات الرومانية بإقليم المدن الثلاث في ليبيا

د.مصطفى علي نامو* أ.علي بشير الهدار**
قسم الآثار الكلاسيكية- كلية الآثار والسياحة- جامعة المرقب - الخُمس- ليبيا

m.namu@elmergib.edu.ly

ملخص: تسلط هذه الدراسة الضوء على الاستخدام التقني الإنشائي لمواد البوزولان، التي استخدمها البناءون، وتقنيو الفسيفساء الرومان خلال القرن الثاني الميلادي، في إعداد ملاطات أرضيات، وجدران مباني الفيلات الرومانية المكتشفة في الجزء الشمالي الغربي من الساحل الليبي، ضمن النطاق الجغرافي لما كان يُعرف قديماً بـ إقليم المدن الثلاث خلال العصر الروماني، حيث بيّنت الدراسة الميدانية لعينات الملاط، وكذلك المعملية باستخدام تقنيات التحليل العلمية الحديثة المتمثلة في: تحليل النسيج الصخري(التحليل البتروغرافي)، وتحليل حيود أشعة أكس، ملامح الاستخدام الإنشائي المتنوع لمواد البوزولان ضمن ملاطات بعض العناصر الفنية المعمارية، ضمن مباني الفيلات، وذلك بما يكفل لها خاصيتا تماسك، وديمومة، وفق المتطلبات الإنشائية لهذه العناصر على مر العصور والأزمان.

Abstract: This study sheds light on the constructional-technical utilization of Pozzolan materials, that had been utilized to preparation Mortars in the second century A.D. Pavements and Walls of Roman villas which geographical was a part of Tripolitania region in North-West Libyan coast during the Roman period, have composed of Mortars that had made of different Pozzolan materials. The

archaeological field study as well as modern laboratory techniques study such as Petrology analysis, X-Ray Diffraction analysis, of Mortars remains, have illustrated that Roman villas' Mortars of varied artistic structures had made of a variety of Pozzolan materials for a different structural purpose during the Roman period.

مقدمة:-

البوزولان(*Pozzolan*) مادة بركانية سهلة التفتت منتشرة في إقليم لاتيوم(*Latium*)، وإقليم كمبانيا(*Campania*) في شبه الجزيرة الإيطالية، وتتواجد على هيأة طبقات سميكة من الكتل الصغيرة، وقطعٍ من الحصى الصغير المتفاوت الأحجام، كما أنها تتميز بألوانها المتباينة ما بينَ اللون الأحمر الضارب إلى الاصفر،أو إلى البنفسجي، وكذلك اللون البُني، واللون الرمادي، واللون الأسود[1]، وهى مادة تتألف بشكل رئيس من السليكا(Silica)، أو السليكا و الألومينا (Alumina) معاً، متحدة على نحوٍ ثانوي مع كمية ضئيلة من الكلس(Lime)، والبوتاس(Potash)، والصودا(Soda)، والمغنيسيوم(Magnesia)، إضافة إلى الحديد(Iron) المتصل ميكانيكياً مع كل هذه العناصر بشكل مغناطيسي.[2]

ونظراً لامتلاك هذه المادة الضئيل من الخاصية الإسمنتية(Cementitious property) بشكل ذاتي، أو لانعدام وجودها التام، فإنه في ظل شكلها التركيبي المتضارب، ووجود عامل الرطوبة، والتفاعل الكيميائي مع هيدروكسيد الكالسيوم(Calcium Hydroxide)، وكذلك درجة الحرارة الاعتيادية، ينتج عن ذلك تشكّل مركبات كيميائية تمتلك خصائص إسمنتية[3]، وبالأخص السليكات الهيدروليكية(Hydraulic Silicates)، المتشكلة من جرّاء اتحاد البوزولان مع الكلس، ورمل الكوارتز(Quartz sand)، والماء(Water).[4]، وبالتالي، فإن البوزولان في حد ذاتها ليست

1 - Kirca(2005),P.92; Vicat(1997),P.49

2 - Vicat(1997),P.49
3 - Malhotra and Mehta(1996),P.2
4 - Kirca(2005),P.92

بالإسمنت الحقيقي في واقع تركيبها الطبيعي، وإنما تصبح كذلك عند مزجها مع الكلس، والماء.[1]

تعد البوزولان واحدة من ثلاثة أصناف من طبقات التوفا البركانية(Volcanic Tuff) المنتشرة في روما، والمناطق المجاورة لها، والمتمثلة في: التوفة الصخرية(Stony Tuff) المنتشرة في المنطقة المحيطة بجبل فيزوفيوس(Mount Vesuvius) حيث تقع منطقة باياي(Baiae)[2]، والتوفا الحبيبية(Granular Tuff)، والتوفا الرملية(Sandy Tuff) المنتشرة في جبال منطقة بوزولي(*Pozzuoli*) التي تمثل ما يُعرف بـ البوزولانا(*Pozzolana*)، أو الرماد البركاني(Volcanic Ash) الغني بمادة السليكا(Silica[3]، ويعتبر النوع الأخير من بين الأنواع الثلاثة الأكثر ملاءمة من حيث الاستخدام الإنشائي، ضمن مجال إعداد الملاط الروماني[4]، وهو ذات النوع الذي أشار إليه المهندس الروماني ماركوس فيتروفيوس بوليو(*Marcus Vitruvius Pollio*)(15-70/80 ق.م) في الفصل السادس من كتابه(في العمارة- *De Architectura*)[5]، وكذلك الكاتب جايوس بلينيوس سكيندوس(*Gaius Plinius Secundus*) الشهير بـ(بليني الأكبر)(23-79م)، في الكتاب الخامس والثلاثين من كتابه (التاريخ الطبيعي- Natural Hisstory)[6].

استخدم مصطلح البوزولان لأول مرة من قبل الرومان، وذلك لوصف الرماد البركاني الناتج عن ثوران بركان جبل فيزوفيوس الذي دمر مدينتي: بومبيي (*Pompeii*)، وهيركيولانوم(*Herculanum*)، وعدد من القرى الواقعة على طول امتداد خليج مدينة نابولي(Naples) في عام(79م)[7]، وقد شكلت قرية بوزولي الواقعة عند الخليج واشتق من اسمها مصطلح البوزولان، منجماً نموذجياً للرماد البركاني الذي شغل الغالبية العظمى من مساحة هذه المنطقة[8]، واستُخدم على نطاق واسع في إعداد الملاطات الإنشائية المستخدمة في غالبية مباني العاصمة روما(Rome) وضواحيها؛ لينتشر استخدامه لاحقاً ضمن عمارة المباني في كافة أرجاء الإمبراطورية الرومانية، وذلك بعد أن

1 - Searle(1914),P.35
2 - Branda and Others(2000),P.212; Porter(1907), P 14.
3 - Griswold and Uricheck(1998),P.96 ; Porter(1907),P.14.
4 - Ibid,P.14
5 - Vitruvius Book II.C.VI
6 - Pliny Book XXXV.XLVI.165-XLVII.167 ; XLVII.167-XLIX.170
7 - Malhotra and Mehta(1996),P.2
8 - Searle(1914),P.15

أدرك النخبة من معماريو الإمبراطورية وبنّائيها الرومان، أهمية الدور الإنشائي الذي لعبته البوزولان في تحسين أداء ملاطات الخرسانة ضمن مباني: الأرضيات، والجدران، والسدود، وقناطر جرّ المياه، والأنابيب، ومباني الحمامات، والأحواض، والخزانات بمختلف أنواعها [1].

منذ أن اصطلح الرومان على تسمية المواد ذات الأصل البركاني الناتجة عن الثوران البركاني مثل : الحمم(Lavas)، واللاّبة(Tuffs) بالبوزولان، أصبحت هذه التسمية منذ ذلك التاريخ وحتى الوقت الحاضر، تُطلق - حسب رأى الباحثين- على كل مادة طبيعية كانت ،أم مصنّعة، تتشابه في خواصها التركيبية مع تلك التي تتميز بها هذه النواتج البركانية، على الرغم من أن الرومان لم يكونوا بالأساس، لا السبّاقين، ولا أصحاب الفكرة الأساسية فيما يتعلق بالاستخدام الإنشائي للبوزولان ضمن مجال إعداد الملاطات، سواءٌ الطبيعية منها (Natural Pozzolan) في هيأة الرماد البركاني، أو المصنّعة(Artificial Pozzolan) في هيأة رماد فحم الخشب، أو ما يُعرف بالرماد الطيّار(Coal Fly Ash)، ومسحوق، وشظايا بقايا الأطيان المكلسنة(Calcined Clay) مثل القرميد(Brick)، والمشغولات الفخارية(Crockeries)، التي دلّت الشواهد الحضارية على استخدامها الإنشائي الموغل في القدم من تاريخ الحضارات الإنسانية القديمة.

إن إضافة مواد معينة ذات تركيب بوزولاني إلى مزيج الملاط، هو بمثابة تقليد إنشائي قديم، حظي باهتمام المعماريين منذ زمن بعيد، أوجدته الحاجة إلى إنتاج ملاطات قادرة على التصلّب تحت سطح الماء[2]، ويمتد تاريخ تقنية استخدام البوزولان في إعداد الملاط إلى الماضي لعدة آلاف من السنين، إلى الفترة ما قبل تاريخ اختراع إسمنت البورتلاند(Portland cement) في أوائل القرن التاسع عشر(1824م)[3]، حيث كانت هذه التقنية الإنشائية مألوفة الاستخدام لدى شعوب الحضارات القديمة في الشرق الأقصى(Ancient Far East) في الهند(India)، والصين(China)، والشرق الأدنى في مصر(Egypt)، الذين استخدموا مسحوق، وشظايا الأطيان المكلسنة في إعداد ملاطات هياكل مبانيهم المتنوعة[4]، كما شهدت منطقة بلاد الشام القديمة منذ الألف السابع قبل الميلاد خلال العصر الحجري الحديث(Neolithic

[1] Kirca(2005),P.92 ; Velosa and Others(2010),PP.235,237
[2] Ibid,P.235
[3] King,P.E(2005),P.1
[4] Malhotra and Mehta(1996),P.3 ; Joshi and Lohtia(1997),P.1

preiod)، بوادر الاستخدام الإنشائي للبوزولان، وذلك من خلال الرماد الطيّار الذي استخدم في إعداد ملاط قنطرة المياه(Aqueduct) المعروفة بـ(نفق السلام-Siloam Tunnel) في مدينة القدس (Jerusalem) في فلسطين(Philistine)[1].

أما شعوب حضارات بلاد اليونان القديم ، فقد اطّلعوا عن كثب على تقنية إعداد ملاطات البوزولان ، أو ما يُعرف بـ كلس البوزولان(-Lime pozzolan)، الطبيعية منها ، والمصنّعة، حيث استخدم شعب الحضارة المينوية(Minoan) القاطنين منهم جزيرة كريت(Crete)، ملاطات البوزولان المصنّعة في عمارة بعض المباني التي يعود تاريخها إلى الفترة الممتدة ما بين(2000-1500 ق.م) ، في حين استخدم نظراؤهم القاطنين في جزيرة سانتوريني(Santorini)، ثيرا(Thera) قديماً، منذ حوالي(1500 ق.م)، ملاطات إنشائية استخدم في اعدادها مادة بركانية مماثلة للرماد البركاني الذي اشتهرت به منطقة بوزولي، وقد أطلق الإغريق على هذه المادة تسمية (تربة سانتورين)(Santorin earth)(*) نسبة إلى اسم الجزيرة البركانية.[2]

في العصر الهلينستي، استخدمت مواد البوزولان المصنعة في إعداد ملاطات المباني، ثم ساد استخدام البوزولان بعد ذلك على نطاق واسع خلال العصر الروماني في كافة أنحاء الإمبراطورية، تلا ذلك العصر البيزنطي، ومن بعده العصر الإسلامي[3]؛ ليستمر بعدها مثل هذا الاستخدام بدءاً من القرن التاسع عشر وحتى الوقت الحاضر على ذات النهج التقني الإنشائي من حيث الغرض الإنشائي، وطبيعة الاستخدام، وذلك في بعض الدول الصناعية المتقدمة، والمتنامية على حدٍ سواء، في أمريكا اللاتينية، والولايات المتحدة، وكندا، وأوروبا، وآسيا، وبعض الدول العربية.[4]

---

[1] Rech(2004),PP.212-213,216

(*) تمثل تربة جزيرة سانتورين البركانية نوع آخر من المواد البركانية المماثلة للبوزولان الطبيعية، وهى تربة تتسم باحتوائها غير الاعتيادي من مادة السليكا، وكذلك احتوائها على الألومينا بنسبة أقل مما تحتويه البوزولان الطبيعية،وقد استخدم البنائين الإغريق هذه التربة كمزيج معدني(mineral admixtures)لإعداد البطانة الخرسانية لـ(Suez Canal)، أو قناة فرعون(Canal the Pharaohs) خلال عصر البطالمة(بطليموس الثاني) في مصر، كما أن الأسمنت اليوناني الحديث يحتوي على ما نسبته(10%) من تربة سانتورين.انظر:
Searle (1997),PP.14-15 ; Malhotra and Mehta (1996),P.8

[2] Searle(1914),PP.14-15 ; Malhotra and Mehta(1996),PP.2-3

[3] Rech(2004),P.217

[4] King,P.E(2005),PP.1,4,7 ; Velosa and Others(2010),PP.235-236

الخلفية التاريخية لمواقع الدراسة:-

فيلا النيل (*The Nile Villa*):-

اكتشفت فيلا النيل في عام (1916م)، وهى تعد واحدة من الفيلات الرومانية البحرية الواقعة بمحاداة شاطئ البحر في إقليم المدن الثلاث التي يرجع تاريخها إلى القرن الثاني الميلادي، وتقع أطلال هذه الفيلا في الجزء الجغرافي الذي يمثل منتصف المسافة ما بين الميناء(Port)، وحلبة سباق العربات(Circus) في الجزء الشرقي من موقع مدينة لبتس الكبرى(Leptis Magna)، وقد تميزت الفيلا بتصميمها الفني المعماري المشيدة أساساته ضمن رواسب الحجر الجيري المحادية لخط الشاطئ على هيأة منسوبين متفاوتي الارتفاع بمعدل(4.5 أمتار)([1]). **اللوحة(A,B.1)**

لقد أسفرت أعمال الحفر والتنقيب التي أجريت في موقع الفيلا خلال الفترة التاريخية الممتدة ما بين الأعوام(1916-1930م)، عن إبراز كافة معالم الفيلا التي شملت:أروقة معمدة، وأخرى غير معمدة، وجدران، وحجرات، وحمام خاص ملحق بمبنى الفيلا، **الشكل(1)**، أما عن أروع ما زخرت به الفيلا من معالم فنية، فهى أرضيات الفسيفساء(Mosaic) الرائعة التي عكست بلوحاتها الجميلة المتنوعة موضوعات فنية مستوحاة من الميثولوجيا، والطبيعة البرية، والبحرية، ومن البيئة المصرية القديمة، إضافة إلى الأشكال الفنية الهندسية، وتعكس الموضوعات الفنية المستوحاة من البيئة المصرية الطبيعية، وتلك الخرافية، مدى التأثير الفني المصري-السكندري في مجال فن صناعة الفسيفساء على الفسيفساء الرومانية في إقليم المدن الثلاث، وهو ما تجلى بوضوح من خلال موضوعات اللوحات الفنية الفسيفسائية المكتشفة في الفيلا، الأمر الذي أطلقت معه تسمية (فيلا النيل) على أطلال مبنى الفيلا.[2]

فيلا وادي لبدة (*Wadi Lebda Villa*):-

تقع الأطلال المعمارية لفيلا وادي لبدة في المنطقة الزراعية المنخفضة الواقعة في الجزء الجنوبي الشرقي من مدينة لبتس الكبرى وعلى مقربة من وادي لبدة الذي اكتسبت مسماها الفني من وقوعها على الضفة الغربية من مجرى الوادي الذي ينتهي مصبه شمالاً باتجاه البحر عند مدخل ميناء المدينة،

[1] Aurigemma(1960),P.46
[2] Ibid,P.47-49

وهى تعد واحدة من الفيلات الريفية التي ارتبط تأسيسها بفعاليات النشاط الزراعي في ضواحي المدينة خلال العصر الروماني، وشهدت مراحل تطورية امتدت ما بين القرنين الأول والثاني الميلاديين[1]. **اللوحة(A,B.2)**

أسفرت أعمال الحفر والتنقيب الأثري ضمن موقع الفيلا منذ اكتشافها في عام(1999م) وخلال الفترة التاريخية الممتدة ما بين الأعوام(2000-2004م)، عن اكتشاف مبنى مشيد من الحجر تعرض لعمليات حت ونخر بفعل مياه مجرى الوادي، الأمر الذي أدى إلى تدهوره عبر مراحل تاريخية متفاوتة، كما تعرضت تربة الموقع للتشبع بالمياه، وكذلك انجرافها من مواقع التلال الواقعة باتجاه الجنوب الغربي من موقع الفيلا بفعل عامل التعرية الكيميائية.[2]

عكست المعالم الأثرية المعمارية المكتشفة ضمن مبنى الفيلا مظاهر النشاط الاقتصادي، والاجتماعي، والترفيهي، التي كانت تُمارس من قبل مالك الفيلا الذي يمثل أحد النخب الاجتماعية الرومانية، والتي من بينها ملحق الحمام الخاص بمرافقه الخدمية المتكاملة الشبيهة بتلك المعهودة في مباني الحمامات الرومانية العامة الضخمة، وكذلك معصرة لإنتاج زيت الزيتون، إضافة إلى حجرات المعيشة الكبيرة الحجم، وما ازدانت به أرضياتها من عناصر فنية زخرفية تمثلت في لوحات الفسيفساء الجميلة والنادرة، المستوحاة موضوعاتها الفنية من مظاهر اللهو والترفيه التي كانت تشهدها الحياة العامة اليومية خلال العصر الروماني[3]، **اللوحة(3)**، إضافة إلى تصاميم الأشكال الفنية الهندسية، والنباتية، وبعض الموضوعات الميثولوجية، والتصاميم الفنية المتعلقة بفن التصوير الجداري(*Fresco*)، كما تميزت الفيلا بتنوع كبير في مواد البناء المختلفة مثل:الرخام، والحجرالجيري، والزجاج، والقرميد، والكلس، والتربة الطينية(الإسمنتية).[4]

أما فيما يتعلق بطبيعة اللُقى الأثرية التي عثر عليها ضمن موقع الفيلا فقد شملت: الأواني الفخارية، والمصابيح ،والألواح الحجرية المنحوتة، والهياكل العظمية البشرية، والعملات البرونزية.[5]

---

[1] Wendowski and Ziegert(2007),P.33

[2] Ziegert(2002),P.94 ; Wendowski and Ziegert(2007),P.33 (

[3] بن جمعة و بن رابحة(2000) ، Wendowski and Ziegert(2007),P.33

[4] Fagan(2007),P.126 ، بن جمعة و بن رابحة(2000)

[5] (27) Fagan(2007),P.126 ؛ بن جمعة و بن رابحة(2000)

فيلا نعيمة (*Naeemah Villa*):-

تقع أطلال هذه الفيلا الرومانية التي يرجع تاريخها إلى أواخر القرن الثاني الميلادي، ضمن الرقعة الجغرافية من المنطقة الزراعية المسماة(نعيمة) الواقعة في أقصى الضواحي الغربية لمدينة ثوبكتس (Thubictus) مصراتة حديثاً، وباتجاه الغرب من منطقة الدافنية (Addaffneyah) بمسافة (22كيلومترا)، ومن اتجاه الشمال، يحدها الطريق الساحلي الرئيس(طرابلس-Tripoli/بنغازي-Bengazie)، الذي تبعد عنه شمالاً بمسافة(200 متر)[1]، وقد اكتشفت أطلال الفيلا التي اكتسبت مسماها الفني من موقع الاكتشاف، في عام(1976م)، وخضعت منذ ذلك التاريخ وحتى عام (1976م) لأعمال صيانة وترميم قامت بها مصلحة الآثار الليبية لما تبقى من أجزائها المعمارية من جدران، وأرضيات، وأساسات، وبعض العناصر الفنية الزخرفية[2]. **اللوحة(A,B.4)**

لقد كشفت الدراسة الأثرية الأولية لموقع الاكتشاف عن بقايا لمعالم فنية معمارية وزخرفية شملت: قاعات، وحجرات معيشة، مختلفة الأبعاد والأغراض الوظيفية، وملحق معماري لحمام خاص بكافة مرافقه الخدمية المماثلة لتلك التي كانت تزخر بها مباني الحمامات العامة الرومانية، والتي عكست مظهراً من مظاهر اللهو والترفيه داخل مبنى الفيلا، كما زخرت الفيلا ببعض العناصر الفنية الزخرفية التي شملت أرضيات الفسيفساء الجميلة المتعددة الأنماط والتصاميم الفنية الزخرفية الهندسية، والتباتية، هذا إلى جانب أنماط الأعمدة الرخامية، والحجرية، وكذلك التنوع الفريد في مواد البناء التي استثمرت في تشييد الفيلا، والتي من أبرزها:أحجار الرمل الجيري، والكلس، والجبس، والملاط المميز بمكوناته الإنشائية[3]. **الشكل(2)**

فيلا النيريدات (Nereides Villa):-

تقع فيلا النيريدات البحرية بمحاداة شاطئ البحر ضمن منطقة الوادي الشرقي الواقعة شرق مدينة طرابلس(أويا-Oea) قديماً على بُعد ثلاثين كيلومتراً[4]، وتتميز المنطقة الجغرافية التي تحوي أطلال الفيلا بموقعها الجميل، وطبيعتها الخلابة، حيث الخُضرة، ومصادر المياه العذبة، والإطلالة

[1] القسم الفني(1976) ؛ بن مسعود(2000)،ص31
[2] المرجع نفسه،ص28
[3] المرجع نفسه،ص31
[4] دي فيتا(1965)،ص41

الفريدة على شاطئ البحر[1] **اللوحة(A,B.5)**، وقد اكتشفت أطلال هذه الفيلا بمحض الصدفة في عام(1964م)، وأظهرت أعمال الحفر والتنقيب التي استغرقت ثلاثة أشهر، كافة معالم مبنى الفيلا بملحقاته المعمارية المختلفة التي شملت: الحمام الخاص، والقاعات، وحجرات المعيشة، والأروقة المعمدة، **الشكل(3)**، كما احتوى مبنى الفيلا على مجموعة من العناصر الفنية الزخرفية التي شملت: لوحات فن التصوير الجداري، وأرضيات الفسيفساء ذات التصاميم الفنية، والزخرفية الجميلة، وكذلك الموضوعات الفنية التصويرية الطبيعية منها، والأسطورية التي من أبرزها حوريات البحر(النيريدات)، وزوجة (نبتون- Nepton) إله البحر (أمفتريت- Amphitreet)، ولأجل هذه الأخيرة يُطلق على هذه الفيلا في بعض المراجع العلمية تسمية (فيلا حمام أمفتريت)، هذا بالإضافة إلى التنوع الفني الملحوظ في المواد الإنشائية التي استخدمت في عمارة هذه الفيلا.[2]

يرجع تاريخ إنشاء هذه الفيلا إلى منتصف القرن الثاني الميلادي، أي خلال الفترة التاريخية الممتدة ما بين(155-166م)، كما شهد مبنى الفيلا بعض التغيرات والإضافات الفنية المعمارية الجديدة التي حدثت في فترة تاريخية لاحقة خلال القرن الثالث الميلادي.[3]

الطرق العلمية المستخدمة في الدراسة:-

تركزت الطرق العلمية التي تمت الاستعانة بها ضمن التوجه العلمي لموضوع هذه الدراسة حول تحديد ملامح الاستخدام الإنشائي للبوزولان ضمن ملاطات بعض العناصر الفنية المعمارية في مباني الفيلات الرومانية، وذلك بواسطة تقنية تحليل النسيج الصخري، أو التحليل البتروغرافي(Petrographic analysis) من خلال الشرائح المجهرية(Thin section)، وكذلك تحليل حيود أشعة إكس(X.R.D)(X-Ray Diffraction analysis)، وهى تحاليل علمية عززت بدورها- إلى جانب الدراسة الميدانية - من اعتقاد الباحثين المتعلق باستخدام البنائين، وتقنيو الفسيفساء الرومان للبوزولان في إعداد ملاطات مباني الفيلات الرومانية موضوع الدراسة.

[1] النمس(1968)،ص7
[2] دي فيتا(1966)،ص ص43،41
[3] النمس(1968)،ص23

تصنيفات البوزولان:-

إن مواد الخام التي تشتمل على البوزولان بشكل رئيس هى: الأطيان التي تعرضت للحرارة العالية حتى درجة الاحمرار، سواء كان ذلك على نحوٍ طبيعي بفعل قوى الطبيعة مثل النشاط البركاني، أوعلى نحوٍ صناعي داخل أفران خاصة[1]، وعلى الرغم من دراية البنائين الرومان التامة بمواد البوزولان على اختلاف أنواعها، ومدى فعاليتها الإنشائية في تحسين أداء الملاط، إلا أنهم لم يتطرقوا، ولا من سبقهم من الإغريق- حسبما يرى الباحثون-، إلى مسألة تصنيفها اصطلاحياً تبعاً لطبيعة منشأها الأصلي على النحو الذي تم في العصور التاريخية اللاحقة، هذا التصنيف الذي تجلت ملامحه خلال النصف الأول من القرن التاسع عشر الميلادي[2]، وقُدماً حتى أواخر النصف الثاني من ذلك القرن[*]، حيث أخذ التصنيف منحىً علمياً طفيفاً مغايراً لما عهده في السابق، وذلك وفقاً لمقتضيات التطور العلمي الذي أملته الأبحاث، والدراسات العلمية الفنية، والهندسية، ضمن مجال فن العمارة بوجه عام، ومواد البناء بوجه خاص.

صُنّفت البوزولان بوجه عام بالنظر إلى منشأها الأصلي، إلى صنفين رئيسين هما: البوزولان الطبيعية(Natural Pozzolan)، والبوزولان المصنّعة(Artificial Pozzolan)، وما يندرج تحت كل صنف من هذين الصنفين من مواد ذات خاصية بوزولانية ، وذلك تبعاً لطبيعة منشأها الأصلي:

(1) البوزولان الطبيعية:-

يعود منشأ غالبية البوزولان الطبيعية إلى الحمم البركانية التي طرأت عليها تغيرات لاحقة مردّها إلى تفاعل البخار الساخن و أكسيد الكربون التي أحالتها إلى رمل ناعم، وأكسبتها خصائص هيدروليكية، وعلى الرغم من التنوع الشديد

---

[1] Searle(1914),P.35

([2]) تطرق المهندس الفرنسي لويس فيكات(Louis Vicat 1786-1861)،إلى البوزولان وتصنيفاتها من خلال كتابه باللغة الفرسية المنشور في عام(1828م)المعنون بـ(Resume des Connaissances Positives Actuelles sur les Qualites,le choix et la Convenance Reciproque des Materiaux Propres et la Fabrication des Mortiers et ciments Calcaires)، وكذلك نضيره المنشور في عام (1856م) المعنون بـ(Traite pratique et theoretique de la Compositition des Mortiers,Ciments et Gangues a Pouzzolanas).

([*]) ظهور التصنيف العلمي الحديث للبوزولان في عام(1896م)، وذلك وفقاً لتصنيف الجمعية الأمريكية للاختبار وقياسية المواد(The American Society for Testing and Materials' Standred) المعروفة اختصاراً بـ(ASTM-C618).

في طبيعة تركيب مواد البوزولان، إلا أن مقوماتها الأساسية مماثلة لنظيراتها الموجودة في الأطيان التي تعرضت للتسخين البطئ حتى درجة الاحمرار، كما أن معدل قيمتها الطبيعية متوقف على كمية ما تحتويه من مواد السليكا، والألومينا، وعلى نحوٍ استثنائي من أكسيد الحديد(Ferric oxide)، وهى موادُظهر نفسها فيزيائياً ضمن أشكال متنوعة تكون إما على هيأة: كتل سهلة التفتت(pulverulent)، أو طبقات من الحبيبات، أو الخبت(Slag)، أو حجر منخرب أو ما يُسمى بـ النّسفة(Pumice)، أو حجر مسامي او ما يسمى بـ التوفة[35]، كما ينتج عن هذه المواد مركبات ذات خاصية هيدروليكية عند مزج البوزولان مع الكلس، والماء.[1]

من بين أشهر أنواع البوزولان الطبيعية: الرماد البركاني المسمى(*Tosca*) الموجود في جزيرة(Teneriffe)، إحدى جُزر الكناري(Canary Islands) والمستخدمة في إسبانيا(Spain)، ورواسب الحمم البركانية (*Trass*) الموجودة بالقرب من نهر الراين(Rhine)، ثم التربة البركانية المعروفة بـ(تربة سانتورين) الموجودة في جزيرة سانتورين في اليونان.[2]

(2) البوزولان المصنّعة:-

تنتج البوزولان المصنّعة عن عدة مواد مختلفة من حيث طبيعة المنشأ، والخواص الفيزيائية، ومتشابهة من حيث التركيب الكيميائي، ويتم الحصول على البوزولان المصنّع عن طريق الطحن الجزئي(lightly crushing) لمواد الطين المكلسن، أو المحروق مثل: الآجر(Tile)، والقرميد، والفخار(Poterry)، وما ينتج عنه من كِسر أو شظايا صغيرة الحجم(*cocciopesto*)، أو(potsherds)، أو الطحن الكلي(entirely crushing) لذات المواد، وما ينتج عنه من مسحوق ناعم(fine powder)، أو غبار(dust)[3]، كما يُعد من بين مواد البوزولان المصنعة: الشست المكلسنة(Calcined Schists)، والخبت الناتج عن ورش الحدادة(smithy slag)، ونفاية غرف احتراق الفحم(Coal)، والختّ(Turf)، والتربة الطينية(Earth-ware)، ورواسب خبت أفران صهر المعادن(-Blast furnace slags)، وهى مواد كانت تُضاف إلى مزيج الملاط لتحسين أدائه

1 Vicat(1997),P.48
2 Searle(1914),P.15
3 Ibid,P.15

الإنشائي[1]، وتعد مواد البوزولان المصنّعة- من وجهة نظر الباحثين- الأقدم من حيث الاستخدام الإنشائي ضمن مجال إعداد الملاطات، من نظيراتها الطبيعية، في تاريخ الحضارات الإنسانية.

أما التصنيف العلمي الحديث للبوزولان الذي تبنّته الجمعية الأمريكية للاختبار وقياسية المواد(American Society for Testing and Materials' Standard,ASTM-C618) في عام (1896م)، فقد تمثل في تصنيف البوزولان ضمن ثلاث فئات(Classes) رئيسة، وذلك على النحو الآتي:

الفئة(N): تشمل خام البوزولان الطبيعية مثل: الأحجار البركانية المسامية، والرماد البركاني، أو الخامات المتأكسدة مثل: التربة الدياتومية (Diatomaceous earth)(*)، والأحجار الشبيهة بحجر الأوبال(Opline)، والشرت(Chert)(ضرب من الكوارتز)، والطفال(Shales)، بالإضافة إلى المواد المتكلسنة بفعل الحرارة مثل: أطيان الكاولين(Kaolin clays).[2]

الفئة(F): تشمل هذه الفئة من البوزولان: الرماد الطيّار الذي ينتج بشكل طبيعي من جرّاء عملية احتراق الفحم الحجري(Anthracite)، والفحم الحُمَريّ، أو البيتيوميني(Bituminous coal)، وتتسم هذه الفئة من الرماد الطيار بإظهارها لخصائص بوزولانية على نحوٍ نادر،وذلك بغض النظر عن تميّز البعض منها بدرجة صلابة عالية[3]، وهي مواد عادةً ما تحتوي على أكسيد الكالسيوم(CaO) بنسب متدنية تتراوح ما بين(16-18%)، وفي الغالب تحت معدل(10%)، وتؤدي النسبة العالية من محتوى أكسيد الكالسيوم في مواد الرماد الطيّار إلى السمنتة الذاتية(Self cementation)، كما أنها تؤدي في المقابل إلى التقليل من مقاومة هذه المواد لتفاعل السليكا القلوي(Alkali Silica Reaction-ASR)، وكذلك لتأثير أحماض الكبريتات(Sulfate).[4]

---

[1] Ibid,PP.15,35)

(*) الدياتومات(Diatomite): تمثل تربة الدياتومات تراكم القشور السليكاتية المتشكلة بواسطة النباتات أحادية الخلية المسماة (الدياتومات-diatoms) التي تنمو بغزارة في مياه البحر، ومياه البحيرات العذبة، وعند موت هذه الكائنات تتفسخ قشورها مشكلة طبقات متفاوتة اللون من الرمادي إلى الأبيض متحدة إما مع الطفال ، أو مع الرماد البركاني، وعقب اكتسابها لمعدلٍ من الصلابة يُطلق على هذه الرواسب تسمية(الدياتومات).انظر:

Allison and Palmer(1980),P.126

[2] Joshi and Lohtia(1997),PP.15,16 ; Malhotra and Mehta(1996),P.161

[3] Joshi and Lohtia(1997),P.16

[4] King,P.E(2005),P.4

الفئة(C): تشمل هذه الفئة من البوزولان الرماد الطيّار الناتج عن اللجنيت(Lignite)(نوع من الفحم الحجري)، او الفحم الحُمَريّ الأدنى مرتبة(Sub Bituminous)، وتتميز هذه الفئة من مواد البوزولان بخصائصها البوزولانية، وكذلك درجة تنوع خاصية السمنتة الذاتية، وتحتوي غالبية مواد الرماد الطيّار من الفئة(C) على ما تفوق نسبته(15%) من الكالسيوم، في حين يحتوي البعض الآخر منها على ما تقل نسبته عن (10%) من هذا العنصر.[1]

الملاط الروماني:-

لقد شكّل الكلس المشبّع (Fat lime) الأساس التقني لتصنيع جص الكلس(Lime putty) الذي استخدم سواء في حالته النقية، أو شبه النقية، عقب مزجه مع الرمل(Sand)، ومواد إنشائية أخرى، لتصنيع مادة لزجة سريعة الالتصاق تُعرف اصطلاحاً بـ (الملاط-Mortar)، وفي اللاتينية (Mortarium)، استخدمت بنسب متفاوتة للربط ما بين المكونات الإنشائية للعناصر الفنية المختلفة في العمارة الرومانية منذ العصر الجمهوري.[2]

يتألف الملاط من مادة لاحمة قوامها الكلس(Lime)، والجبس(Gypsum)، وبعض المواد المتكتلة (Aggregate) مثل: الرمل (Sand)، أو الحبيبات الرملية الخشنة (Grit)،وتتنوع تركيبة الملاطات على نطاق واسع، كما أنها تنقسم على وجه العموم إلى ملاطات هيدروليكية (Hydraulic)، وغير هيدروليكية (Non-Hydraulic)، وذلك اعتماداً على مدى قدرتها على الالتصاق والتماسك ضمن البيئات الرطبة، ويُعد الكلس واحدا من أكثر المواد اللاحمة أهمية، ويرجع تاريخ أولى النماذج الإنشائية الدالة على استخدام هذه المادة في منطقة الشرق الأدنى ، إلى الألف الثاني عشر قبل الميلاد.[3]

تتمثل أولى مراحل إعداد الملاط في عملية حرق الأحجار الجيرية(Limestone) التي ينتج عنها ما يسمى بالكلس المحروق(burnt lime)، وهى عملية تمثل أولى مراحل التفاعل، ثم يتم بعد ذلك إخماد الكلس المحروق في الماء للحصول على منتوج مايُعرف بالكلس المخمّد(slaked lime)، وهى عملية تمثل ثاني مراحل التفاعل، ثم يُمزج منتوج الكلس المخمّد

1 Joshi and Lohtia(1997),P.16 ; Malhotra and Mehta(1996),P.161
2 Adam(1999),PP.72,73
3 Elert and Others(2002),P.62

بعد ذلك مع الرمل، أو المواد المتكتلة، والماء؛ ليصبح أكثر مرونة للمدّ، أو التمدد[1]، كما يساعد وجود هذه المواد على عدم نشوء تشققات في بنية الملاط نتيجة عملية الانكماش أثناء عملية الجفاف[2]، وعند تعرض هذا المزيج للهواء الجوي يتماسك على نحوٍ تدريجي ويتصلب بفعل امتصاصه لغاز ثاني أكسيد الكربون(Carbon oxide) من الجو، وهذا يمثل المرحلة الثالثة من التفاعل.[3]

أما فيما يتعلق بالأسس والضوابط الفنية التقنية المتعلقة بعملية إعداد الملاط الروماني، ونسب المواد الإنشائية المختلفة التي يتوجب الأخذ بها عند إضافة هذه المواد إلى منتوج الكلس المخمّد، فقد أشار المهندس الروماني (فيتروفيوس)، إلى مجموعة من هذه الأسس والضوابط الفنية التقنية عند حديثه عن الكلس، واستخداماته الإنشائية في الفصل الخامس من الكتاب الثاني من كتابه(في العمارة) والمتمثلة في: وحدة واحدة من الكلس مقابل وحدات من الرمل المستخرج من المقلع(Sand pit)، ووحدتين من الرمل النهري(River sand)، أو الرمل البحري(Sea sand) مقابل وحدة واحدة من الكلس[4]، كما تطرق الكاتب الروماني بليني في كتابه السادس والثلاثين، إلى ذات الأسس والضوابط الفنية التقنية المتعلقة بهذا الشأن عند حديثه عن الكلس، والرمل، وملاطات تجصيص الجدران.[5]

ونظراً لحساسية الملاطات الرومانية العالية جداً لعامل الرطوبة، فإن الرمال الجافة أفضل ما يتوجب استخدامه في هذه الحالة وذلك للحصول على أكبر قدر ممكن من خاصيتي الصلابة، والتماسك المبكر في بنية الملاط، وبناءً على ذلك، فإن ثمة ملاطات سريعة التصلّب (Fast binding) تتسم بخلوها من الرمل وتبدأ بالتصلّب في غضون(7 دقائق) منذ لحظة إضافة الماء، وملاطات بطيئة التصلّب(Slow binding) تحتوي على الرمل وتتسم ببطء تصلّبها الذي يبدأ لاحقاً عقب إضافة الماء بمدة زمنية تصل إلى(15 دقيقة).[6]

خلال المرحلة النهائية من مراحل إعداد الملاط، يتم وضع منتوج الملاط في قوالب خاصة وذلك لإتاحة نشوء تفاعلات إضافية مصحوبة بازدياد في

1 Nawrocka and Others(2010),P.280
2 Adam(1999),P.73
3 Nawrocka and Others(2010),P.280
4 Vitruvius, Book II.C.V
5 Pliny,Book XXXVI.LI.171-LIII.174 ; LIII.174-LV.177
6 Nawrocka and Others(2010),P.262

معدلات درجات الحرارة بما يفوق حوالي(40 درجة مئوية) خلال ثلاثين دقيقة، حيث تتم خلال هذه العملية إزالة عناصر الغازات من بنية الملاط.[1]

أما بخصوص درجة التماسك النهائي للملاط الروماني، فإنها تتطور خلال فترة طويلة من الزمن، ولأجل ذلك يتم اللجوء إلى تخزين القوالب الحاوية لمنتوج الملاط ضمن أجواء تتسم بالرطوبة، وذلك كأفضل وسيلة أساسية لتحسين بنية الملاط [2]، وضمن هذا الإطار التقني الإنشائي، أشار (بليني) في كتابه السادس والثلاثين إلى أن قوانين التشييد العمراني القديمة قد ألزمت متعهدي الإنشاءات بعدم استخدام مزيج الملاط المؤلف من الكلس، والرمل، والماء، في مجال البناء قبل أن يمر على إخماده مدة زمنية لا تقل عن ثلاث سنوات.[3]

وجد القدماء أن عملية سحق بقايا الفخار إلى شظايا صغيرة الحجم، ومن ثم مزجها مع الكلس، ينتج عنها ملاط أكثر صلابة، وأشد تماسكاً حتى تحت سطح الماء[4]، ثم أدرك الإغريق والرومان لاحقاً، أن إضافة مواد محددة ذات أصل بركاني في هيأة مسحوق ناعم، أو تربة بركانية، إلى مزيج الملاط، له من التأثير ما يجعله يكتسب خاصية هيدروليكية(Hydraulic property)، وهى مواد قد تعرضت مسبقاً للتسخين حتى لحظة اندفاعها من البركان، وحين يتم مزجها مع الكلس تشكل إسمنت بوزولاني(Pozzolan cement)[5]، وقد أشار (فيتروفيوس) في الفصل السادس من كتابه الثاني إلى ما يُضفيه البوزولان الممزوج مع الكلس، وكسر الحجارة، من تماسك على المباني، وكذلك على بنية الخرسانة المعدة للاستخدام تحت سطح الماء[6]، كما نوّه الكاتب (بليني) في كتابه السادس والثلاثين بأهمية استخدام الملاط المصنوع من مسحوق الكسر الفخارية في عمارة المباني التي تكون عرضة لتأثير الرطوبة.[7]

1 Kozlowski and Others(2010),P.272
2 Ibid,P.272
3 Pliny,XXXVI.LIII.174-LV.177
4 King,P.E(2005),P.2
5 Searle(1914),PP.14-15
6 Vitruvius Book II.C.VI
7 Pliny,XXXVI.LIII.174-LV.177

أما بخصوص النسب الإنشائية المتعلقة بإضافة هذه المواد، فهى حسب وصف فيتروفيوس تمثل وحدة واحدة من الكلس، مقابل ثلاث وحدات من البوزولان.[1]

إن الحاجة لزيادة المقاومة الضعيفة لملاطات الجير الحي، وتحسين معدل صلابتها حتى في وجود الماء، خاصة لدعم أساسات أبنية الجسور، وقناطر المياه-على سبيل المثال-، هو ما دفع البنائين الرومان إلى تطوير ملاطات تحتوي على البوزولان، أو أية مواد أخرى ذات خواص تركيبية مشابهة مثل غبار مسحوق القرميد[2]، حيث استخدمت البوزولان الطبيعية ذات المنشأ البركاني في إعداد ملاطات المباني ضمن المناطق، والأقاليم التي تتواجد فيها هذه المواد بكثرة، في حين استخدمت البوزولان المصنّعة بالمثل في المناطق، والأقاليم التي ينذُر فيها وجود البوزولان الطبيعية[3]، وقد أشار المهندس (فيتروفيوس) إلى الاستخدام الإنشائي لمسحوق القرميد، وبقايا الأواني الفخارية، ممزوجاً مع جص الكلس، وذلك كبديل عن استخدام الرمل الطبيعي في إعداد الملاط [4]، كما أشاد بدوره وبالتوافق مع ما ذكره الكاتب بليني بالدور الإنشائي للشظايا الصغيرة الحجم، وكذلك منخول مسحوق القرميد، والأواني الفخارية، وذلك من حيث إحداثها لتجانس فيما بين المكونات الإنشائية ضمن بنية الملاط، وما ينتج عن ذلك من تماسك وازدياد في معدل متانته.[5]

تحتوي البوزولان على كمية عالية من السليكات عالية التفاعل (reactive silicates) تتراوح نسبتها ما بين(40-70%)، تشكلت في الأساس من جراء المقذوفات البركانية المتفجرة المؤلفة من جسيمات الصهارة المتدفقة بفعل الغازات الأرضية، والمتحولة نتيجة تعرضها للتبريد العالي إلى كتل مزججة ذات خاصية تفاعلية مع الكلس المميّه(Lime hydrate)[6]، هذا التفاعل ما بين الكلس المميّه والسليكا غير المتبلورة ينتج عنه منتوج دبق(Glue/Gel) يُسهم في تحسين أداء ملاط الخرسانة على نحوٍ مماثل لملاطات الخرسانة في العصر الحديث.[7]

---

1 Vitruvius Book II.C.V

2 Giavarini(2010),P.219

3 Velosa and Others(2010),P.235

4 Vitruvius Book,V.C.X ؛ Vitruvius Book VII.C.IV

5 Vitruvius BookVII.C.III ; C.IV ; Pliny Book XXXV.XLVI.165-XLVII.167 , ؛ Pliny Book XXXVI.LIII.174-LV.177

6 Giavarini(2010),P.219

7 King,P.E(2005),P.2 ; Kirca(2005),P.93

أشار المهندس الفرنسي(Vicat)(*) في الفصل السابع من كتابه(Mortars And Cements)عند حديثه عن طبيعة تفاعل البوزولان مع الأحماض(Acids)، أن إضافة مواد البوزولان الطبيعية، أو المصنّعة، على هيأة مسحوق إلى ماء الجير الرائق(Limpid lime-water)(**)، يعمل على تفكك خواصه التركيبية على نحوٍ كبير، أو ضئيل، وأنه في حال ما إذا كانت كمية المواد المُضافة إلى المزيج على قدر كافٍ من حيث النسب، فإنها تعمل على إحالته إلى درجة النقاوة العالية، وهى عملية تتوقف فعاليتها على طبيعة المواد المضافة، وذلك من حيث كونها إما مواد شديدة التفاعل مع الأحماض(very energetic)، أو متوسطة التفاعل(slightly energetic)، أو ضعيفة التفاعل(feebly energetic).[1]

فمواد البوزولان شديدة التفاعل مع الأحماض تعمل على إعادة تجديد، أو إحياء كمية كبيرة من ماء الجير الرائق، ومن ثم إحالته إلى درجة النقاوة العالية بمعدلٍ عالٍ، في حين تعمل مواد البوزولان المتوسطة التفاعل على تجديد كمية ضئيلة من ماء الجير الرائق، ومن ثم إحالته إلى درجة نقاوة بمعدل ضئيل.[2]

الشكل(4)

بناءً على ذلك، فإن إضافة مواد البوزولان الطبيعية منها، أو المصنعة، إلى الكلس المميّه سواء على هيأة منتوج عجيني(Lime putty)، أو مزيج

(*) فيكات (Vicat)، مهندس فرنسي عاش خلال القرن الثامن عشر الميلادي، ومارس مهنته خلال الحروب النابليونية (Napoleonic) تحت إمرة نابليون بونابرت، بدأ أبحاثه في مجال الطبيعة واستخدامات المواد الجيرية في عام(1812م)، خاصة في مجال أعمال الهندسة الهيدروليكية، أجرى العديد من الدراسات، والبحوث العلمية المتعلقة بمواد البناء، كما ألّف العديد من الكتب ذات العلاقة بهذا المجال العلمي، ويعد كتابه(Mortars And Cements) واحداً من أهم المصادر الأدبية العلمية الكلاسيكية في مجال فن العمارة ومواد البناء.انظر:.Vicat(1997)

(**) يعتقد الباحثان بأن ماء الجير الرائق(Limpid lime-water) الذي أشار إليه فيكات، هو محاكاة مختبرية من قبل المؤلف لذات المزيج الإنشائي الذي شكّل الملاط الرقيق القوام المؤلف من الكلس، والماء، والرمل، خلال العصر الروماني، والذي أشار إليه الكاتب بليني في كتابه السادس والثلاثين وفق الاصطلاح اللاتيني(Calx intrita)، أو(slurry) الذي يعني(الرَّدغة)، وهو مزيج إنشائي يمثل المرحلة النهائية من مراحل تهيأة الملاط للأغراض الإنشائية الذي ذكر بليني بان قوانين التشييد القديمة قد ألزمت متعهدي الإنشاءات بعدم استخدام هذا النوع من الملاط قبل إخضاعه لعملية إخماد لا تقل مدتها عن ثلاثة سنوات، وذلك نظراً لما لهذه العملية من آثار إيجابية على هياكل المباني، وذلك من حيث عدم تعرضها للتشقق، أو نشوء أية تصدعات، وبالتالي فإنه من غير المستبعد-حسبما يعتقد الباحثان- أن مواد البوزولان الطبيعية منها، أو المصنّعة، المعدّة على هيأة مسحوق ناعم، كانت تُضاف إلى مزيج الملاط ضمن هذه المرحلة من مراحل الإعداد، وذلك في حال ما إذا رغب البناؤون= الرومان إضافة مثل هذه المواد إلى ملاطات العناصر الفنية المعمارية التي يستوجب غرضها الوظيفي مثل هذه الإضافة الإنشائية.

[1] Vicat(1997),PP.53-54

[2] Ibid,PP.56,57

سائل(Slaked lime)، تعمل- حسب رأى الباحثين- على تنقيته من الشوائب علاوة على دورها الإنشائي في تحسين أداء الملاط، خاصة فيما يتعلق بالكلس غير المشبّع الناتج عن استخدام الأحجار الجيرية المشتملة على العديد من الشوائب، كما تُسهم إضافة البوزولان الطبيعية إلى مزيج الخرسانة - حسبما أشار(Searle)- في زيادة معدل صلابة الكتلة أو الحجم، في حين يشكل إضافة شظايا الكتل الصخرية الصغيرة جداً، والرماد، والطين، ضمان الحصول على خرسانة كثيفة القوام.[1]

ملاطات البوزولان في مباني الفيلات الرومانية:-

بدت ملامح الاستخدام الإنشائي لملاطات البوزولان ضمن مباني الفيلات الرومانية من خلال لجوء تقنيي الفسيفساء إلى استخدامها في إعداد نطاقات التركيب الإنشائي العام لفسيفساء الأرضيات(*)، وكذلك نظراؤهم من البنائين الذين استخدموها في إعداد الجدران، وقد تجسدت ملامح هذا الاستخدام الإنشائي من خلال خمسة أنواع من مواد البوزولان تمثلت في: التربة الطينية، وشظايا القرميد والمشغولات الفخارية، وغبار القرميد، والرماد الطيّار، والرماد البركاني، **الشكل(5)**، وذلك على النحو الآتي:

التربة الطينية: استخدمت التربة الطينية ممزوجة مع الكلس لإعداد ملاط نطاق النواة ضمن التركيب الإنشائي العام لفسيفساء أرضيات الحمام الخاص في فيلا النيريدات، وفيلا وادي لبدة، حيث استخدم تقنيو الفسيفساء التربة الطينية المنخفضة اللدونة(Slightly plastic clays)(**)، وذلك لسهولة التعامل معها

---

[1] Searle(1914),P.146

(*) تمثل هذه النطاقات الإنشائية المختلفة من حيث الإعداد التقني، وطبيعة مكوناتها من مواد البناء، الأساس الإنشائي، الذي ارتكزت عليه أرضيات المباني خلال العصر الروماني، وقد تطرق المهندس فيتروفيوس في الفصل الأول من الكتاب السابع بالتفصيل إلى جملة من الضوابط الفنية التقنية الإنشائية التي يتوجب مراعاتها، والأخذ بها عند إعداد مثل هذه النطاقات، ومسمياتها الفنية المختلفة،ومقاييسها، وطبيعة ما يتوجب استخدامه من مواد بناء ضمن كل نطاق إنشائي على حده، وتشمل هذه النطاقات بالتسلسل بدءً من الأسفل حيث الأساس، وانتهاءً إلى الأعلى باتجاه سطح الأرضية: نطاق الستاتومن(Statumen)، ونطاق الرودس(Rudus)، ونطاق النيوكليس(Nucleus)، ونطاق البساط(Bedding lyer) الذي يشتمل على الفسيفساء. لمزيد المعلومات انظر:
Vitruvius,Book VII.C.I

(**) تُصنّف الأطيان من ميكانيكياً من حيث الخاصية البلاستيكية إلى أطيان عالية اللدونة(High plastic clays)، وأطيان منخفضة اللدونة(Slightly plastic clays)، وتعد الأخيرة من الأنواع الأكثر تفضيلاً من حيث الاستخدام الإنشائي نظراً لسهولة التعامل معها، وكذلك طريقة معالجتها، وذلك بالمقارنة مع نظيرتها عالية اللدونة التي تتسم بخاصية إلتصاق عالية نتيجة غناها بأكسيد سليكات الألومينا(Aluminosilicic5).انظر:

إنشائياً من حيث مزجها مع مواد أخرى، من جانب، ودكّها إلى الأسفل بمدكّات خاصة للحصول على درجتي تماسك، وصلابة عاليتين، من جانب آخر، وقد بدت الملامح الطبيعية لهذا النوع من الأطيان فتاتية ذات حبيبات اتسمت بنسيج سطحها الخشن الملمس، وكذلك تجانسها التام مع جص الكلس الذي تجلّى في بعض الأجزاء على هيأة تكتلات كلسية صغيرة متفاوتة الحجم، وهى تكتلات كلسية عزت إحدى الدراسات العلمية ظهورها ضمن بنية الملاط إلى عدم اكتمال ظاهرة التكربن(Carbonation) في بنية الكلس المخمّد(Slaked Lime)[1]، كما بدت المادة الطينية مهيمنة تماماً على باقي المكونات الإنشائية ضمن بنية ملاط النطاق. **اللوحتان(6)،(7)**

مما تجدر الإشارة إليه ضمن هذا السياق الإنشائي، أن تقنيي الفسيفساء- حسبما يرى الباحثان- قد لجأوا إلى استخدام تربة طينية طبيعية نضرة في إعداد ملاط نطاقي النواة في كلا الفيلاتين، عقب مزجها مع الكلس وإخضاعها لعملية دَكّ حتى درجة التماسك، والتجانس الإنشائي التام مع باقي المكونات الإنشائية، إلا أنها في هذه الحالة ما تزال تفتقر إلى صفة الكلسنة، ومن ثم افتقارها تباعاً إلى الخاصية البوزولانية التي لا تتأتى إلا من خلال تعرضها لدرجة الحرارة العالية؛ ولأن تقنيي الفسيفساء الرومان كانوا مدركين تماماً لمثل هذه المعضلة الإنشائية، فإنهم استخدموا التربة الطينية على طبيعتها الأصلية(*)، وتركوا مهمة اكتسابها لصفة الكلسنة، ومن ثم للخاصية البوزولانية، للحرارة المارّة أسفل التركيب الإنشائي العام للأرضية المعلقة، والصاعدة عبر الأنابيب المدمجة في الجدران الخاصة بحجرة التعريق، وذلك أثناء أول عملية تشغيل لأفران حجرات الحمام الساخنة، أي أثناء عملية الإشعال الأوّلي لأفران التسخين عقب الانتهاء من أعمال البناء.

لقد أظهرت نتيجة تحليل النسيج الصخري لعينات الملاط المأخوذة من نطاق النواة في فيلا وادي لبدة، وفيلا النيريدات، هيمنة الطين كمكون إنشائي رئيس،

---

1 Searle(1914),P.6 Piovesan and Others(2009),P.68

(*) إن استخدام التربة الطينية الطبيعية النضرة،يُسهّل- من وجهة نظر الباحثين- من عملية تجانسها مع الكلس، من جانب، ومع باقي المكونات الإنشائية من جانبٍ آخر، وذلك على العكس في حال ما إذا تم استخدام تربة طينية سابقة الكلسنة والتي لا تُسهم في إحداث تمازج، أو تجانس إنشائي تام، وذلك نتيجة افتقارها للرطوبة الملائمة لإحداث مثل هذا التجانس الإنشائي والمتبخّرة من جرّاء تعرضها للحرارة العالية، فالرطوبة المناسبة تساعد على تمدد جزيئات الطين ومن ثم تمازجها بشكل ملائم مع أية مكونات إنشائية أخرى، في حين تُسهم الحرارة العالية في انكماش هذه الجزيئات وبالتالي الحيلولة دون حدوث أية مقومات لأي تجانس إنشائي ما بينها وبين أية مكونات إنشائية مُضافة.

إلى جانب الرمل، والكلس، إضافة إلى آثار بعض الطحالب، وقشور بعض الأحافير(Fossils) ذات الارتباط الوثيق بالرواسب الجيرية التي شكلت مصدراً أوّلياً لإنتاج جص الكلس المستخدم في إعداد الملاط. **اللوحة(A,B.8)**

أما نتيجة تحليل حيود أشعة إكس لذات العينة من الملاط، فقد دلّت في فيلا وادي لبدة على وجود الرمل بنسبة مئوية بلغت(63.20%)، والكلس بنسبة مئوية بلغت(14.33%)، في حين بلغت النسب المئوية لهذين المكونين الإنشائيين في فيلا النيريدات نسبة(59.19%) من الرمل، ونسبة(32.98%) من الكلس، ويعزو الباحثان مصدر النسب العالية من الرمل الظاهرة في نتيجة التحليل إلى مواد البوزولان الغنية بالرمل التي استخدمت في إعداد ملاط النطاق. **الشكلان(6)،(7)**

شظايا القرميد والمشغولات الفخارية، وغبار القرميد: استخدمت شظايا القرميد والمشغولات الفخارية في إعداد ملاطات نطاقي: الرودس، والستاتومن، ضمن التركيب الإنشائي العام لفسيفساء أرضيات: فيلا نعيمة، وفيلا وادي لبدة، وفيلا النيريدات، وقد بدت الشظايا من خلال إحدى الشواهد الميدانية، متراصة ومتجانسة ضمن الملاط المؤلف من الكلس، والرمل، وهو ما تجلى متوافقاً وبوضوح من خلال عينات تحليل النسيج الصخري لملاط النطاق. **اللوحات(9)،(10)،(11)،(12)**

مما تجدر الإشارة إليه، أن الاستخدام الإنشائي لشظايا القرميد والمشغولات الفخارية يتم بدقة وعناية فائقتين، وذلك من حيث وجوب مراعاة ما تتسم به من صلابة، ومسامية عالية، مع تفادي استخدام نظيراتها ذات المسامية المنخفضة والمشتقة من الأواني الخزفية المزججة، أو مواد البورسلين(Porcelain)، كما أنه يتوجب أخذ الحيطة والحذر عند استخدام كسر بقايا القرميد، وذلك بأن يتم تنظيفها من أية آثار لملاط قديم، أو غبار، ملتصقة بها[1]، أما بالنسبة لبقايا المشغولات الفخارية كالأواني ، والأنابيب، فإنها غير ملائمة للاستخدام على هيأة شظايا ، أو كسر صغيرة جداً؛ وذلك لأن استخدامها على هذا النحو سوف يؤدي إلى تراكمها فوق بعضها البعض، ومن ثم تشكّل مجموعة من الفجوات، أو الفراغات الكبيرة الحجم ضمن بنية الملاط، ونتيجة لذلك يُفضل استخدامها على هيأة **مسحوق، أو غبار ناعم**، وذلك لضمان حصول ملاطات الخرسانة على الكثافة اللازم والمطلوبة[2]، وقد تجلى الاستخدام الإنشائي الأخير من خلال ملاط نطاق الرودس، ضمن التركيب الإنشائي العام لفسيفساء الأرضيات

[1] Searle(1914),PP.15,149,150
[2] Ibid,P.146

في فيلا نعيمة، حيث بدت الملامح اللونية لملاط هذا النطاق من حيث المقياس اللوني متمثلة في اللون الوردي بمسحةٍ من البرتقالي الضارب إلى الرمادي(5YR 7.5/2). **اللوحة(A,B.13)**

الرماد البركاني: استخدم الرماد البركاني في إعداد ملاط نطاق النواة في فيلا النيريدات، وفيلا وادي لبدة، وفيلا نعيمة، وكذلك نطاق ملاط تنعيم الأسطح الفاصل ما بين نطاقي: الستاتومن، والرودس، في فيلا نعيمة، حيث دلّت نتيجة تحليل حيود أشعة أكس لعينات من ملاط النطاقات الإنشائية المذكورة على آثار لمعدن الألبايت(Albite)(*) ذي التركيب الكيميائي المتضمن سليكات صوديوم الألومنيوم(Aluminum sodium Silicate)، الدّال على استخدم الرماد البركاني وبنسب إنشائية متباينة بلغت بالمائة نسبة(13.64%) في فيلا نعيمة، ونسبة(22.47%) في فيلا وادي لبدة، ونسبة(1.83%) في فيلا النيريدات، وإمعاناً من الباحثين في تأكيد الاستخدام الإنشائي للرماد البركاني ضمن ملاطات مواقع الدراسة، فقد قاما بإخضاع عينة منتقاة من مخروط بركان جبل (فيزوفيوس) لذات التحليل العلمي الذي أظهرت نتيجته وجود معدن الألبايت ضمن محتوى العينة بنسبة مئوية بلغت(18.92%). **اللوحة (14)، الأشكال(6)،(7)،(8)،(9)**

أما نتيجة تحليل النسيج الصخري لذات عينات الملاط، فقد عززت بدورها من احتمالية استخدام الرماد البركاني(*)، وذلك من خلال الآثار الدالة على معدن البلاجيوكليز، وقد دلّت الملاحظة الميدانية لعينة من ملاط نطاق طبقة

(*) يشكل معدن الألبايت واحداً من سلسلة متصلة من المعادن التي يتألف منها معدن البلاجيوكليز(Palgioclase) ذو الأصل الناري، وهي معادن تبدأ من حيث التسلسل من معدن الألبايت الصوديومي(Sodic Albite)، ثم معدن(Oligoclase)، ثم معدن(Andesine)، ثم معدن(Labradorite)، ثم معدن(Bytownite)، وانتهاءً إلى معدن الأنورتايت(Anorthite) ذو المحتوى العالي من الكالسيوم، وتنخفض نسبة المحتوى من الصوديوم بدءً من معدن الألبايت، وانتهاءً إلى معدن الأنورتايت، في حين تزداد بالمقابل نسبة المحتوى من الكالسيوم، ويحتوي معدن الألبايت على ما نسبته(69%)من السليكا، ومعدن الأنورتايت على نسبة(43%)، أما البقية الأخرى من المعادن فتحتوي على نسبة متوسطة من السليكا.انظر:

Allison and Palmer(1980),P.57

(*) يُعد النوع المكتشف من معدن الألبايت ضمن عينات ملاط مواقع الدراسة- حسبما يرى الباحثان- ذو شق حامضي، وليس قاعدي، ويتميز الألبايت ذو الشق الحامضي بلونه الابيض الناجم عن طبيعة المعدن نتيجة = احتوائه على نسبة عالية من الكوارتز، أو السليكا بنسبة(69%)، في حين يتميز الألبايت ذي الشق القاعدي بلونه الأسود، وحيث إنه لا وجود لمعدن الألبايت ذو الشق الحامضي ضمن رواسب التكوينات الجيولوجية سواء المنتشرة في إقليم المدن الثلاث، بوجه عام، أو في المناطق المحيطة بمواقع الدراسة، بوجه خاص ،مع احتمالية وجود نظيره ذي الشق القاعدي في رواسب تكوينات الإقليم، فإن ذلك يعزز من احتمالية أن يكون الرماد البركاني المستخدم في ملاط مباني الفيلات موضوع الدراسة، مستجلب من خارج النطاق الجغرافي لإقليم المدن الثلاث خلال العصر الروماني.

تنعيم الأسطح، على أنها تتميز بنسيج سطحي ذي لمعان طفيف يحتمل أن يكون ناتج عن الجسيمات الزجاجية (Glassy particles)المتعلقة بالرمل البركاني، وذلك على النحو الذي أشار إليه (Searle)[**]، كما تميز الملاط ضمن هذا النطاق الإنشائي بألوانه المتفاوتة الدرجات من حيث المقياس اللوني التي شملت: اللون البُنّي الفاقع(5YR 6/4)، واللون البرتقالي بمسحة من الرمادي الشاحب(10YR 7.5/4)، واللون الوردي بمسحةٍ من اللون البرتقالي الضارب إلى الرمادي(5YR 7.5/2) بالنسبة لملاط تنعيم الأسطح، واللون البرتقالي بمسحة من الرمادي الشاحب(10YR 7.5/4) بالنسبة لملاط نطاق الرودس. **اللوحة(A.B.15)**

الرماد الطيّار: استخدم الرماد الطيّار في إعداد ملاط نطاق النواة ضمن التركيب الإنشائي العام لفسيفساء أرضيات فيلا نعيمة، وكذلك الملاط الذي شكل حشوة داخلية لهياكل جدران الحمام الخاص في فيلا النيل من خلال ما يسمى لاتينياً بتقنية(*Opus Mixtum*)، وقد تجلت ملامح الاستخدام الإنشائي للرماد الطيّار ميدانياً من خلال الملاط الذي بدا في كلا الموقعين باللون الرمادي الفاقع جداً وفق مقياس لوني(N8)، وكذلك شظايا الفحم النباتي المتباينة الأشكال والأحجام، مع بعض التكتلات الطينية والكلسية الصغيرة، وكذلك قطع الحصى، والأحجار الجيرية الصغيرة الحجم. **اللوحتان (16)،(17)**

أما التحليل البتروغرافي لنسيج عينات ملاط الرماد الطيّار، فقد أظهرت بجلاء أنسجة شظايا النبات المحترقة بسبب عملية إعداد الفحم المستخدم رماده في إعداد ملاط النواة في فيلا نعيمة، في حين بدت ملامح الرماد الطيّار في ملاط جدران الحمام الخاص في فيلا النيل، من خلال شظايا الفحم النباتي المصحوبة بحبيبات الرمل، والحصى، والكلس، وشظايا المشغولات الفخارية، مع ظهور بعض الأحافير المرتبطة باستخدام الرمل المشتق من أحجار الرمل الجيري(Calcarenites sand). **اللوحتان(A-C.18)،(D.19)**

إن الاستخدامات الإنشائية لمواد البوزولان في مباني الفيلات موضوع الدراسة، قد ارتبطت - من وجهة نظر الباحثين- بإعداد ملاطات العناصر الفنية المعمارية ذات العلاقة الوظيفية باستخدام كل ما هو ذي صلة بمظاهر الرطوبة، سواء أكان ذلك متعلقاً بالأرضيات، والجدران، في ملحق الحمام الخاص في فيلا النيريدات، وفيلا وادي لبدة، وفيلا النيل، أو ما هو محتمل تعلّقه بإعداد ملاط أرضية حجرة الطعام(*Triclinium*)[*] في فيلا نعيمة.

(**) Searle (1914),P.159

(*) أشار فيتروفيوس في الفصل الرابع من الكتاب السابع إلى ملاط الرماد الطيّار وطريقة إعداده ضمن

الدور الإنشائي للبوزولان في إعداد الملاطات الرومانية:-

1- اكساب الملاط خاصية هيدروليكية وما يرتبط بها من فعالية الاستخدام الإنشائي ضمن بيئات رطبة، علاوة على إضفاء خاصيتي القوة، والمتانة، على بنية الملاط.

2- حماية الملاط من التعرّض لنفادية الماء، وتأثير الرطوبة، مع إضفاء خاصية إلتصاق عالية، وما ينتج عنها من درجة صلابة عالية.

3- العمل على تجديد أو إصلاح منتوج الكلس وتنقيته من الشوائب، وما يترتب عن ذلك من تحسين الأداء الإنشائي للملاط.

4- زيادة الطلب على الماء ضمن مزيج الملاط، وما لذلك من دور فعّال في عملية التفاعل البوزولاني.

5- مقاومة ظاهرة التقشّر الناتجة عن وجود الأملاح(Deicing salts) في بنية الملاط، وما لذلك من تأثير سلبي على أدائه الإنشائي.

6- خفض المنفذية من خلال خفض مظاهر التشقق، ونطاق انتقال القوة، وخاصية عدم تبلّد جسيمات الملاط،وخفض جسيمات تعبئة الملاط.

7- الحيلولة دون تشكّل ما يُعرف بتصدّع الانكماش البلاستيكي(Plastic-shrinkage cracking) في بنية ملاط الخرسانة النضر، وما ينتج عن ذلك من نشوء التصدّعات في بنية الملاط قبل تعرضه للجفاف، واكتسابه للتماسك التام.

الخاتمة:-

لقد ارتبط الاستخدام الفني الإنشائي للبوزولان الطبيعية، والمصنّعة، منذ البدايات التاريخية الأولى من استثمارها ضمن مجال إعداد الملاط، بالعناصر الفنية المعمارية ذات العلاقة الوظيفية المباشرة بفعاليات الحياة العامة اليومية،

نطاقات التركيب الإنشائي العام لأرضيات غرف الطعام، وذلك عقب عملية الدّك الجيد للتربة الطبيعية المتعلقة بالمكان المعد للإنشاء حتى عمق قدمين، ومن ثم وضع الطبقة الإنشائية المؤلفة إما من مواد الركام، أو مسحوق القرميد، ليخلُص عقب ذلك إلى الحديث عن عملية إعداد النطاق الإنشائي المتضمن للملاط ، وذلك بالقول:"...حينها يتم تجميع قطع الفحم وتكسيرها، ومن ثم سحقها لتُمزج عقبها مع الرماد، والرمل، والكلس، لتُشكّل منها جميعاً طبقة من الملاط يصل سمكها إلى ستة بوصات، ثم تُدك الطبقة، ويُنعّم سطحها بالاستعانة بالشاخص، والمسطرة....، وبالتالي حينما تُقام الولائم، ويُستمتع بالطعام والشراب، فإن النبيذ المنساب من الكؤوس، أو المتطاير منها في الجو عقب عملية تقديم النُخب على شرف الإله، أو شرف شخص ما، يجف مباشرة بمجرد سقوطه فوق سطح أرضية الحجرة،...".انظر:

Vitruvius, Book VII.C.IV

وما نتج عن مزاولتها من مظاهر طبيعية من شأنها التأثير على تماسك، واستقرار الكيان الإنشائي لمثل هذه العناصر الإنشائية بكافة أنماطها الفنية المعمارية، وعلى الرغم من التباين الواضح ما بين مواد البوزولان بنوعيها من حيث المنشأ الأصلي، إلى جانب تعدد أنواعها، إلا أنه باتحادها مع مواد محددة التركيب الكيميائي، تلتقي جميعها في بوثقة واحدة تُضفي عليها خاصية فريدة أكسبتها قديماً، وحديثاً، شهرة إنشائية واسعة المدى في مجال فن العمارة، إضافة إلى كونها قد شكلت نواة التطور التقني الإنشائي للإسمنت الحديث، وبالتالي، فإن البوزولان لا قيمة إنشائية لها بمعزلٍ عن وجود بعض المكونات الإنشائية الأخرى ذات التأثير المباشر في طبيعة خواصها الطبيعية الكيميائية، والفيزيائية، وهو ما انعكس بدوره- وعلى نحوٍ إيجابي- على بنية الملاط، ومن ثم تطوره، الأمر الذي ساهم في تماسك، ومتانة، المباني والصروح العمرانية، وديمومتها عبر تاريخ مسيرة الحضارات الإنسانية المختلفة.

النتائج:-

1- قِدم الاستخدام الإنشائي للبوزولان المصنّعة في إعداد الملاط، تاريخياً، وذلك على حساب البوزولان الطبيعية، الأحدث منها عهداً.
2- قِدم الاستخدام الإنشائي لملاطات البوزولان المصنّعة التي استخدمت في عمارة منطقة الشرق الأدنى القديم، عن نظيراتها المستخدمة في العمارة الرومانية.
3- إن مصطلح البوزولان لا يقتصر من حيث التسمية على المواد الطبيعية ذات المنشأ البركاني مثلما درج على ذلك الرومان قديماً، بل أنه يتعدى ذلك ليشمل المواد الطبيعية غير البركانية، وكذلك المصنّعة، وفق المنظورالعلمي الحديث.
4- استخدام الرومان لخمسة أنواع من البوزولان في إعداد ملاطات مباني الفيلات، توزعت من حيث منشأها الأصلي ما بين بوزولان طبيعية، وأخرى مصنّعة.
5- استثمار الرومان للبوزولان المصنّعة المتيسرة من حيث الوفرة في إعداد الملاط، عوضاً عن نظيراتها الطبيعية المنعدمة الوجود ضمن النطاق الجغرافي لإقليم المدن الثلاث.
6- استخدام الرومان للبوزولان الطبيعية ممثلة بالرماد البركاني المستجلب من خارج النطاق الجغرافي لإقليم المدن الثلاث، في إعداد الملاط.

7- اقتصار ملاطات البوزولان في مباني الفيلات على العناصر الفنية المعمارية ذات العلاقة الوظيفية بمظاهر الرطوبة.
8- وجود قاسم فني مشترك ما بين مباني الفيلات، وذلك فيما يتعلق بالاستخدام الإنشائي لملاطات البوزولان الطبيعية، والمصنّعة.
9- هيمنة البوزولان المصنّعة على ملاطات مباني الفيلات من منطلق الوفرة، وذلك على حساب ملاطات البوزولان الطبيعية المتسمة بالنُدرة ضمن النطاق الجغرافي لمنطقة الدراسة.
10- وجود تباين فني من حيث الاستخدام الإنشائي لملاطات البوزولان، وذلك تبعاً لتباين الغرض الوظيفي من العناصر الفنية المعمارية في مباني الفيلات.

التوصيات:-

يوصي الباحثان من خلال هذه الدراسة، المؤسسات العلمية، والجهات المعنية بحماية الموروثات الثقافية في بلد الدراسة، بوجوب تبني الدراسات العلمية الحديثة التي تُسلط الضوء على العديد من الجوانب الفنية ذات العلاقة بطبيعة الموارد الصخرية الطبيعية، والمصنّعة، التي استثمرت قديماً في عمارة الموروثات الثقافية الحضارية، التي من شأنها أن توسّع الأفق العلمي للدارسين، والباحثين، في مجال علم الآثار، وما يترتب على ذلك من توسيع الإلمام العلمي والمعرفي بطبيعة المواد الإنشائية التي استثمرت في عمارة هذه الموروث، وما ينجم عن ذلك من إسهام علمي بنّاء في تحسين، وتطوير العلوم الحديثة المتعلقة بمجال علم صيانة، وحماية التراث الحضاري الإنساني.، وذلك بالاستعانة بالتقنيات العلمية الحديثة الواسعة المدى، والإمكانات العلمية المتطورة.

قائمة المصادر و المراجع:-

أولاً: المصادر:-

1-**Pliny**, **Natural History**, Book**s 33-35**, With an English Translation By H.Rackham, Loeb Classical Library, Harvard University Press, First Published, Cambridge-Massachusetts, London, England, (1952)
2-**Pliny**, **Natural History**, Book**s 36-37**, With an English Translation By D.E.Eichholz, Loeb Classical Library,

Harvard University Press, First Published, Cambridge-Massachusetts, London, England, (1962)
3-**Vitruvius**, **On Architecture**, Books 1-5, Edited And Translated By Frank Granger, Loeb Classical Library, Harvard University Press, First Published, Cambridge-Massachusetts, London, England, (1931)
4-**Vitruvius**, **On Architecture**, Books 6-10, Edited And Translated By Frank Granger, Loeb Classical Library, Harvard University Press, First Published, Cambridge-Massachusetts, London, England, (1934)
5-**Vicat**, L.J, **Mortars And Cements**, Translated By J.T.Smith, Donhead Publishing Ltd, Printed in Great Britain Trowbridge, (1997) By Redwood Books Ltd,

ثانياً: المراجع:-

(1) المراجع العربية والمعرّبة:-

1- القسم الفني (1976)،"التقرير الفني حول الاكتشاف الأثري بمنطقة الدافنية"، مراقبة آثار لبدة- ليبيا.
2- النمس، محمود عبد العزيز(1968) ،"حفائر مصلحة الآثار في تاجوراء"، مجلة ليبيا القديمة، المجلدان الثالث والرابع 1960-1967، وزارة السياحة والآثار- مطابع ج. باردي، روما.

3- بن جمعة، محمد عبد الحفيظ و بن رابحة، خيري عبد السلام (2000) ، "التقرير الفني حول حفرية فيلا وادي لبدة"، القسم الفني بمراقبة آثار لبدة، مصلحة الآثار، الخُمس- ليبيا.
4. بن مسعود، أمحمد الهادي (2000)، دليل متحف آثار زليتن، الإدارة العامة للبحوث الأثرية والمحفوظات التاريخية، دار الكتب الوطنية، الطبعة الأولى، بنغازي – ليبيا.
5- دي فيتا، أنطونيو(1966)، "حفريات الفيلا الرومانية بساحل تاجورة"، مجلة ليبيا القديمة، المجلد الثاني، الادارة العامة للآثار والمتاحف والمحفوظات التاريخية بليبيا، مطابع ج. باردي، روما.

6- نامو(2009)، مصطفى علي محمد، دراسة أثرية لفسيفساء أرضيات بعض الدارات في منطقة المدن الثلاث، المركز الوطني للمحفوظات والدراسات التاريخية، الطبعة الأولى، دار الكتب الوطنية،بنغازي.

(2) المراجع الأجنبية:-

1-**Aurigemma**, Salvatore (1960), L'Italia in Africa - Le Scoperte Archaeologiche (1911-1943)-Tripolitania - I Mosaici, Parte Prima, Instituto Poligrafico Dello Stato, Stampoto in Italia,Rome.

2- **Adam**, Jean – Pierre (1999), **Roman Building – Materials and Techniques**, Translated by Anthony Mathews, Routledge – Taylor and Francis Group, First Published, London and New York.

3-**Branda**, F.**, Costantini**, A.**, Luciani**, G. and **Piccioloi**, C. (2000), **"**A Note on Incrustations on a Mosaic Floor Fragment from Punta Epitaffio in Baia**"**, ***Studies in Conservation***, Vol. 45, No. 3, P. 212, International Institute for Conservation of Histroic and Artistic Works, JSTOR.

4-**Fagan**, Brian M. (2007), **Discovery-Unearthing the New Treasures of Archaeology**, Thames and Hudson Ltd, First Published, London.

, **"**Los)1998(5-**Griswold**, John and **Uricheck**, Sari Compensation Methods for Stone**"**, ***Journal of the American Institute for Conservation***, Vol 37, No. 1, P. 96, The American Isntitute for Conservation of Historic and Artistic Works, JSTOR.

6-**Giavarini**, Carlo (2010), **"The Basilica Of Maxentius and Its Construction Materials, Materials – Technologies and Practice in Historic Heritage Structures"**, Springer Science + Business Media B.V, Edited By Maria Bostenaru and Richard Prikry and Atos Torok , Printed in Berlin, Germany.

7-**Griswold**, John and **Uricheck**, Sari (1998), **"Los Compensation Methods for Stone"**, Journal of the American Institute for Conservation, Vol 37, No. 1, P. 96, The American Isntitute for Conservation of Historic and Artistic Works, JSTOR.

8-**Joshi**, R.C. and **Lohtia** , R.P. (1991), **Fly Ash in Concrete Production**, Properties and Uses, Advances in Concrete Technology, Volume 2, Gordon, and Breach Science Pubishers, Printed in India.

9-**Kozlowski**, Roman, **Hughes**, David **and Weber**, Johannes (2010), **"Roman Cements: Material of the Built heritage of the 19th Century**, Edited By Maria Bostenaru and Richard Prikry and Atos Torok , Springer Science + Business Media B.V, Printed in Berlin, Germany.

10-**King.P.E.**, Bruce (2005), **Making Better Concrete - Guidelines to Using Fly Ash for Higher Quality Eco - Friendly Structures**, Green Building Press, USA.

11-**Kirca**,O.(2005),**Ancient Binding Materials, mortars and concrete technology: history and durability aspects**, Structural Analysis of Historical Construction-Modena, Lourenco & Roca(eds),Taylor & Francis Group, London, ISBN.

12-**Malhotra**, V.M. and **Mehta**, P. Kumar (1996), **Pozzolanic and Cementitious Materials,** Advances in Concrete Technology, Volume 1, Taylor and Francis Group, Printed in The United Kingdom by Lightning Source Uk Ltd.

13-**Nawrocka,** Danuta, **Goslar**,Tomasz **and Pazdur**, Anna (2010), **"Historic Mortars and plaster as a Material for age Determination**, Springer Science + Business Media B.V, Edited By Maria Bostenaru and Richard Prikry and

Atos Torok , **Springer Science + Business Media B.V**, Printed in Berlin, Germany.

14-**Searle**, Alfred B. (1914), **Cement - Concrete And Bricks**, Outlines of Industrial Chemsitry, D. Van Nostrand Co, New York.

15-**Porter**, Mary Winearls (1907),**What Rome Was Build With: Aescription of the Stones Employed in Ancient times for it's Building**, BiboloBazaar. LLC, London.

16-**Rech**, Jason A. (2004), **"**New Uses for Old Laboratory Techniques**"**, **Near Eastern Archaeology**, Vol. 67, No.4, PP. 212,213,216, The American Schools of Oriental Research, JSTOR.

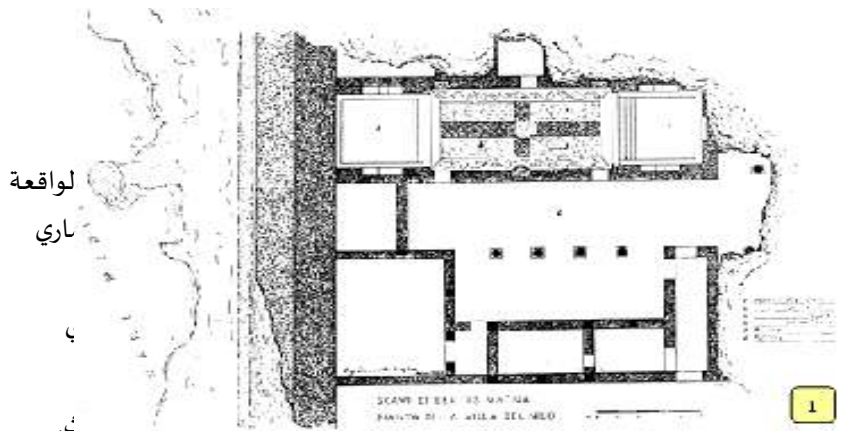
17-**Searle**, Alfred B. (1914), **Cement - Concrete And Bricks**, Outlines of Industrial Chemsitry, D.Van Nostrand Co, New York.

18-**Velosa**, Ana Luisa**, Veiga**, Rosario**, Coroado**, Joao**, Ferreira**, Victor M. and **Rocha**, Fernando (2010), **"**Characterization of Ancient Pozzolanic Mortars from Roman Times to the 19th Century: Compatibility Issues of New Mortars with Substrates and Ancient Mortars, Materials- Technologies and Practice in Historic Heritage Structures**"**, **Springer Science + Business Media B.V**, Edited By Maria Bostenaru and Richard Prikry and Atos Torok, Printed in Berlin, Germany.

19-**Wendowski,** Marlies and **Ziegert,** Helmut(2007), **"**The WadiLebda Roman villa- Roman- Libyan Mosaics**"**, ***MINERVA- The International Review of Ancient Art and Archaeology***, Vol. 16, No. 6, Aurora Publications Ltd, London

20-**Ziegert,** Helmat(2002), **"**Loess over Lebda- A preliminary report of Investingations 1999-2002**"**, ***HEPHAISTOS- New Approaches in Classical***

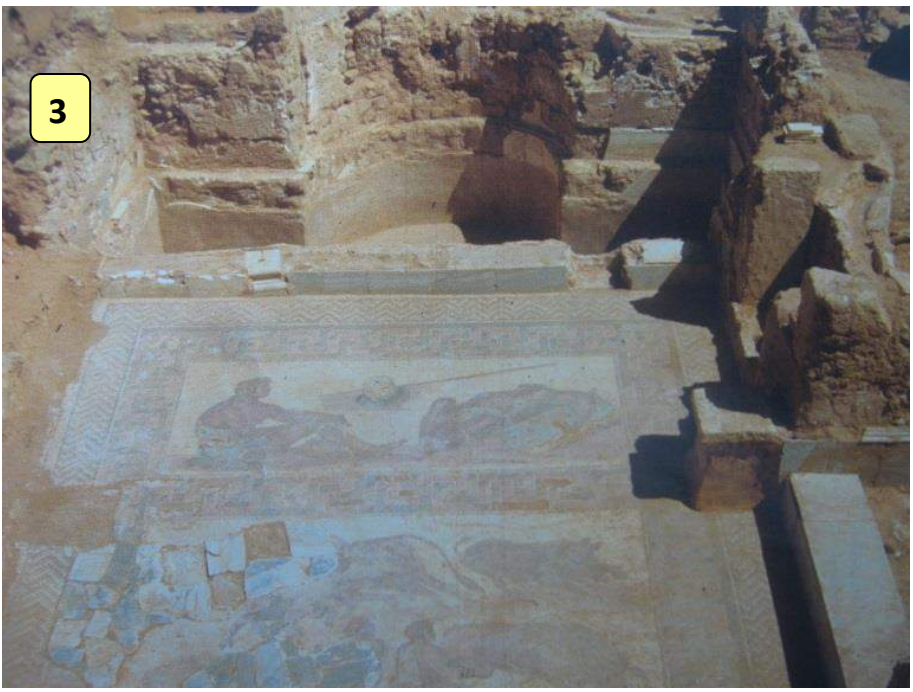
Archaeology and related fields 1999 -2002, Camelion-Verlag / Mering Augsbury.



اللوحة لواقعة
في الجز
لمبنى الـ
الشكل ب
للفيلات
نامو(2009). دراسة أثرية تحليلية لرصيف بحلق الطاولة في [illegible].

A

B



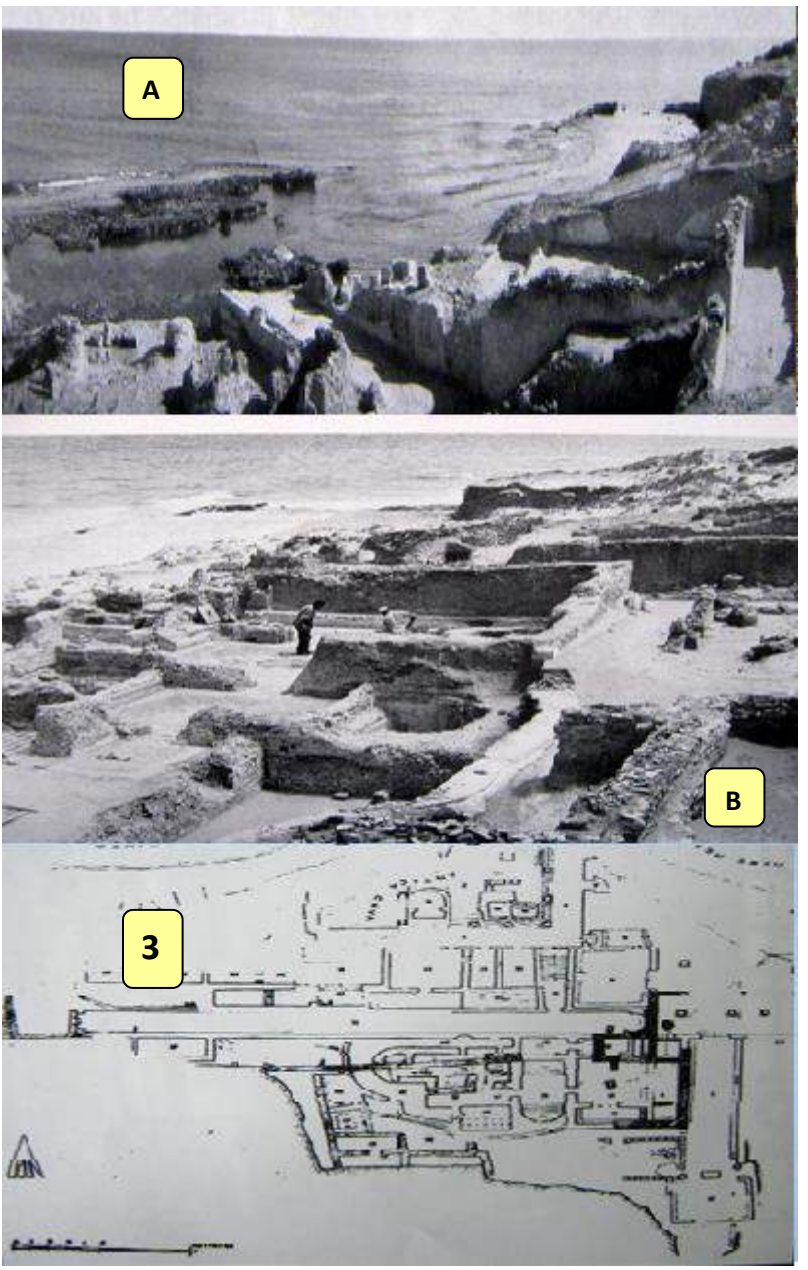
اللوحة(A,B.2): منظر عام للموقع الجغرافي المتضمن أطلال الفيلا الرومانية الريفية(فيلا وادي لبدة) الواقعة في الجزء الضفة الغربية من وادي لبدة، وتبدو من خلاله بعض البقايا المعمارية لمبنى الفيلا التي ما تزال مطمورة تحت سطح الأرض، وتلك التي جرفتها مياه مجرى الوادي. (تصوير الباحثين).

اللوحة(3): إحدى حجرات الحمام الخاص الملحق بمبنى الفيلا كما بدت عند الاكتشاف، وتحديدا حجرة الحمام البارد، وما ازدانت به الأرضية من لوحات فسيفسائية لمشاهد من حياة اللهو والترفيه خلال العصر الروماني. نقلاً عن:

Wendowski and Ziegert(2007),The Wadi Lebda Roman Villa- Roman-Libyan Mosaics.

اللوحة(A,B.4): منظر عام للموقع الجغرافي لبقايا الفيلا الرومانية الريفية(فيلا نعيمة) الواقعة في منطقة(نعيمة) غرب منطقة الدافنية، وتبدو من خلاله بقايا الجدران المتعلقة بكافة مرافقها المعمارية، وكذلك ملامح الإهمال والتدهور الظاهرة على موقع الفيلا غير المستوفي للدراسة الأثرية. (تصوير الباحثين).

الشكل(2): المخطط المعماري العام لمبنى (فيلا نعيمة). نقلا عن: ابن مسعود(2000)، دليل متحف آثار زليتن.

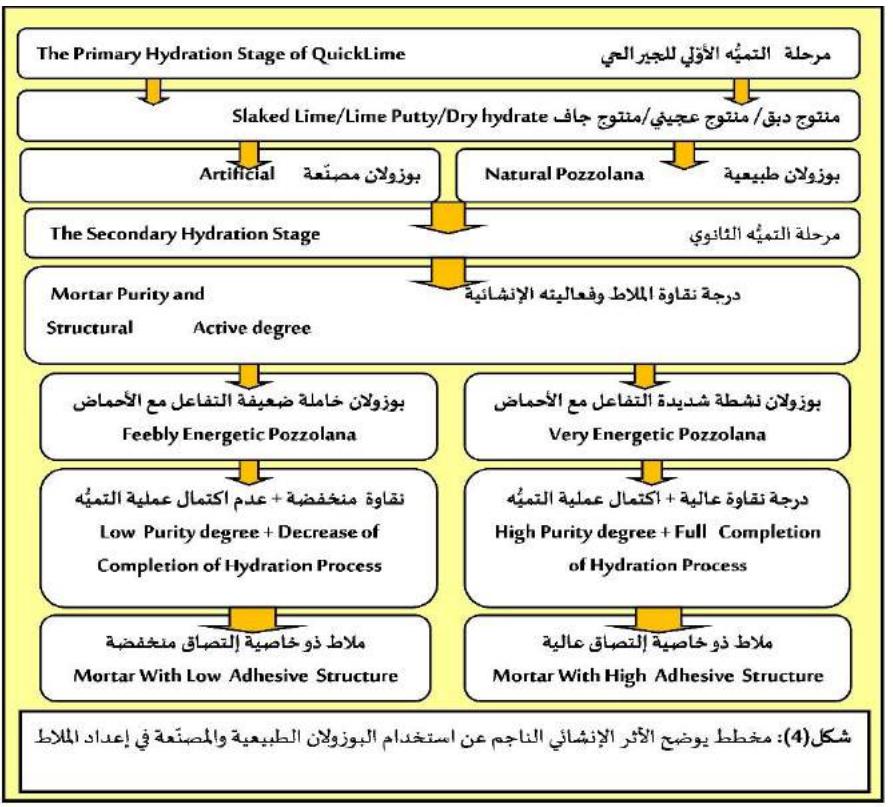

A
B
3

اللوحة(A,B.5): منظر عام للموقع الجغرافي لبقايا الفيلا الرومانية البحرية (فيلا النيريدات) الواقعة في منطقة الوادي الشرقي بتاجوراء باتجاه شرق مدينة (أويا - طرابلس)، وتبدو من خلاله المخطط المعماري لمبنى الفيلا عند الاكتشاف في عام(1964). نقلاً عن:

دي فيتا (1966)، حفريات الفيلا الرومانية بساحل تاجورة.

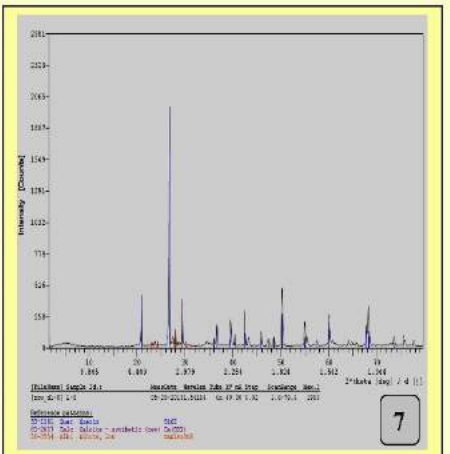
الشكل(3): المخطط المعماري العام لمبنى (فيلا النيريدات) وتبدو من خلاله ملامح الطراز المعماري للفيلات الرومانية المعروف بطراز(الرواق الطويل). نقلا عن:

نامو(2009)، دراسة أثرية لفسيفساء أرضيات بعض الدارات في منطقة المدن الثلاث.



شكل(4): مخطط يوضح الأثر الإنشائي الناجم عن استخدام البوزولان الطبيعية والمصنّعة في إعداد الملاط

شكل(5): أنواع ملاطات البوزولان المستخدمة في مباني الفيلات الرومانية موضوع الدراسة.

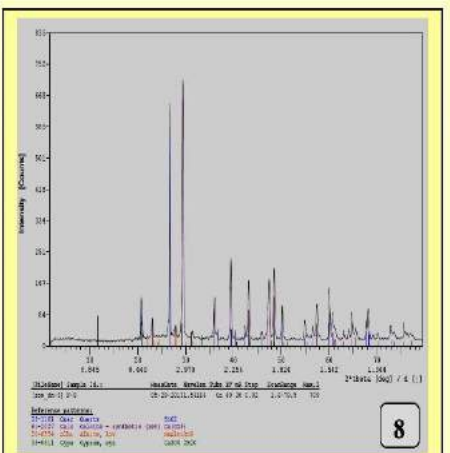


6

Ref. Code	Mineral Name	Chemical Name	Chemical Formula	SemiQuant [%]
81-2027	Calcite	Calcium Carbonate	$Ca(CO_3)$	32.98
33-1161	Quartz	Silicon Oxide	SiO_2	59.19
20-0554	Albite	Aluminum Sodium Silicate	$NaAlSi_3O_8$	7.83

7

Ref. Code	Mineral Name	Chemical Name	Chemical Formula	SemiQuant [%]
33-1161	Quartz	Silicon Oxide	SiO_2	63.20
81-2027	Calcite	Calcium Carbonate	$Ca(CO_3)$	14.33
20-0554	Albite	Aluminum Sodium Silicate	$NaAlSi_3O_8$	22.47



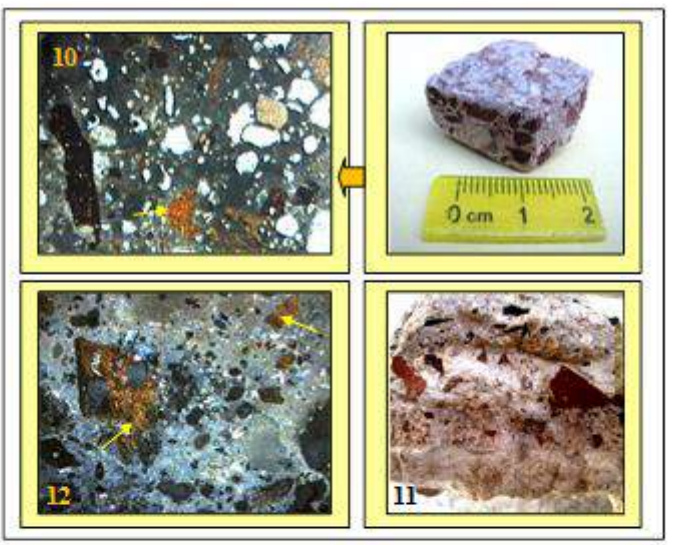
8

Ref. Code	Mineral Name	Chemical Name	Chemical Formula	SemiQuant [%]
33-1161	Quartz	Silicon Oxide	SiO_2	31.82
81-2027	Calcite	Calcium Carbonate	$Ca(CO_3)$	45.45
20-0554	Albite	Aluminum Sodium Silicate	$NaAlSi_3O_8$	13.64
33-0311	Gypsum	Calcium Sulfate	$CaSO_4.2H_2O$	9.09

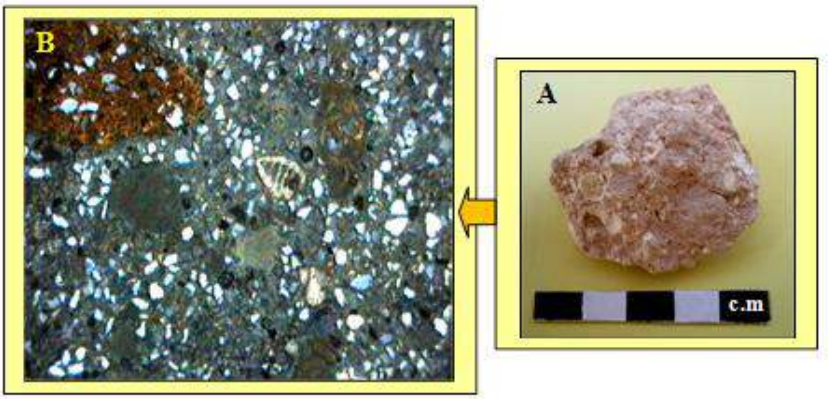
الأشكال(6)،(7)،(8):-

أشكال توضح نتيجة تحليل حيود أشعة إكس لعينات من ملاط البوزولان مأخوذة من نطاق النواة ضمن التركيب الإنشائي العام لأرضيات فسيفساء فيلا النيريدات، ووادي لبدة، وفيلا نعيمة، تُظهر آثار لمعدن الألبايت(Albite) الدال على استخدام الرماد البركاني كجزء من المكونات الإنشائية لهذا النطاق. **(6)**: عينة من ملاط البوزولان ضمن نطاق النواة في فيلا النيريدات،**(7)**: عينة من ملاط البوزولان ضمن نطاق النواة في فيلا وادي لبدة، **(8)**: عينة من ملاط البوزولان ضمن نطاق النواة في فيلا نعيمة.

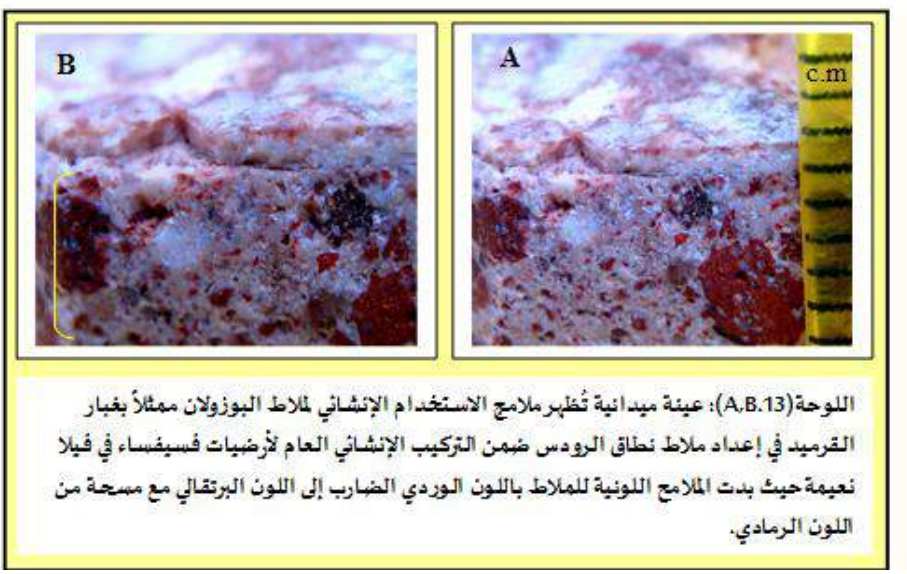
الملامح الإنشائية لاستخدامات ملاطات البوزولان ممثلة بالتربة الطفلية ضمن التركيب الإنشائي العام لفسيفساء الأرضيات في مباني الفيلات الرومانية .اللوحة(6): توضح نطاق النواة في أرضيات فسيفساء فيلا وادي لبدة .اللوحة(7): توضح نطاق النواة في أرضيات فسيفساء فيلا النهيدات.



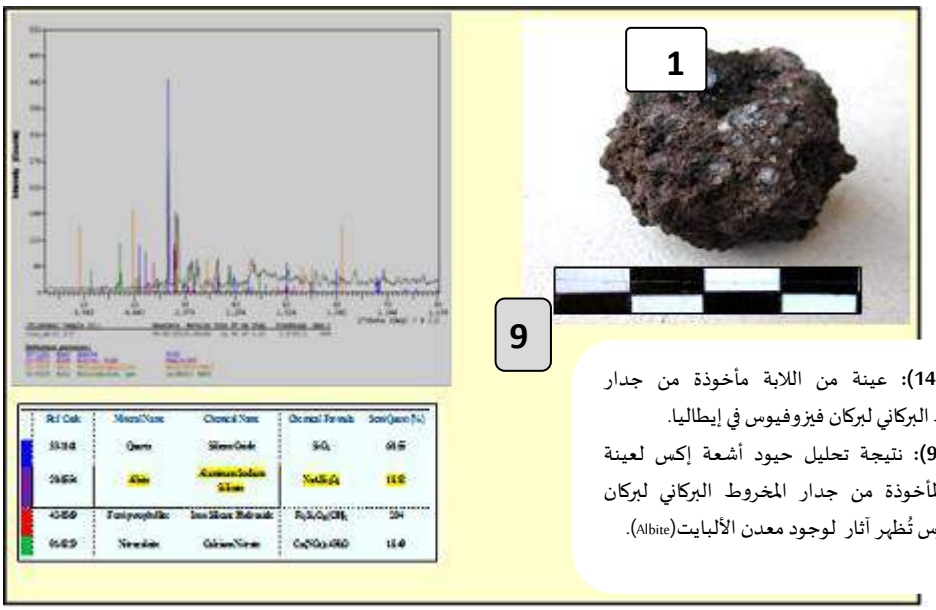
اللوحتان (9)، (10): تُظهران عينات ميدانية من نطاق الردمي من التركيب الإنشائي العام لأرضيات فسيفساء فيلا لعيمة يبدو من خلالها ملاط البوزولان المتمثل بشظايا القرميد والمشغولات الفخارية. اللوحتان (11)، (12): تُمثلان شريحتان مجهريتان لعينات من ملاط الردمي من فيلا لعيمة تُظهران شظايا القرميد والمشغولات الفخارية.



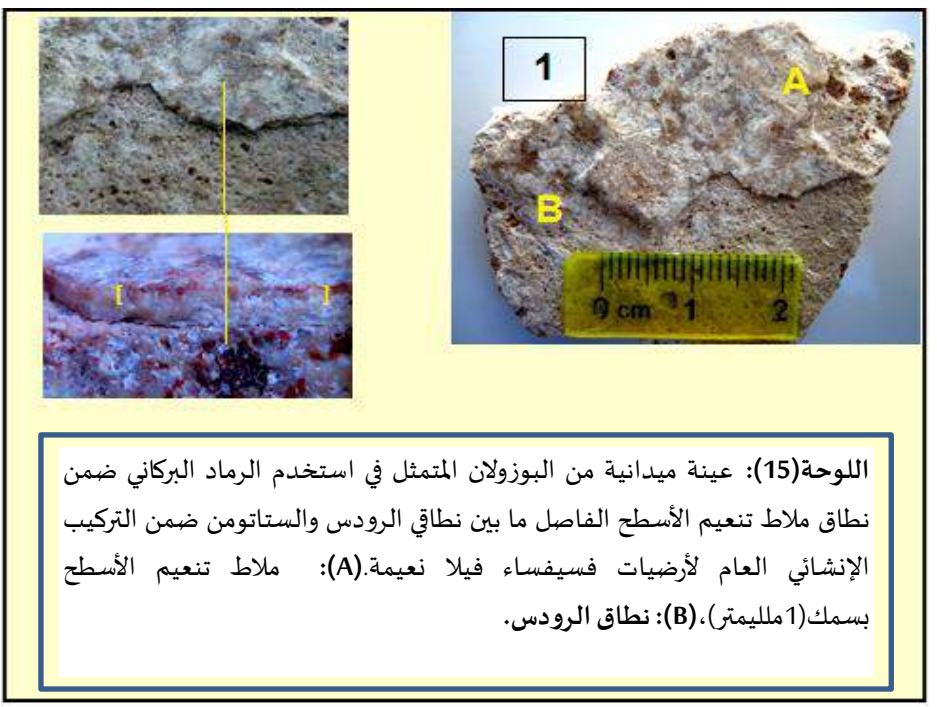
اللوحة(A,B.8): (A). عينة من ملاط البوزولان ممثلاً بالتربة الطينية من نطاق النواة ضمن التركيب الإنشائي العام لأرضيات فسيفساء فيلا النيريدات.(B). شريحة مجهرية لذات العينة من الملاط تُظهر أنواعاً مختلفة من الأحافير ذات العلاقة برواسب الأحجار الجيرية الأحيائية التي استخدمت كمصدر لإنتاج الكلس ، وكذلك نسبة عالية من الطين المهيمن على المكونات الإنشائية للنطاق، إلى جانب نسبة عالية من حبيبات الرمل المتفاوت الأحجام.



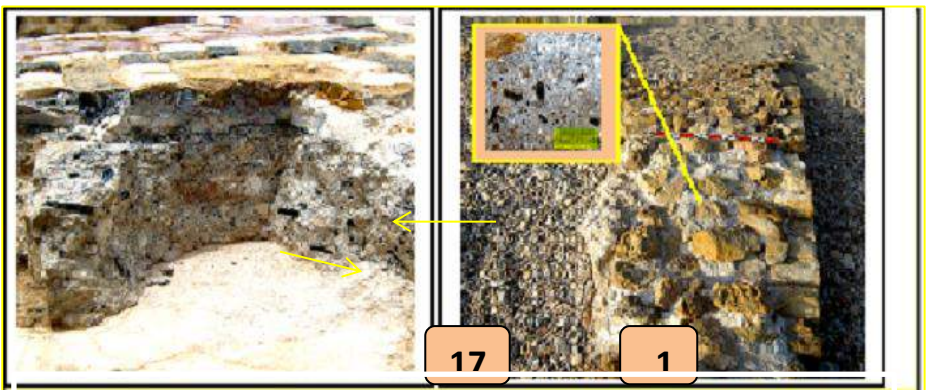
اللوحة(A,B.13): عينة ميدانية تُظهر ملامح الاستخدام الإنشائي لملاط البوزولان ممثلاً بغبار القرميد في إعداد ملاط نطاق الرودس ضمن التركيب الإنشائي العام لأرضيات فسيفساء في فيلا نعيمة حيث بدت الملامح اللونية للملاط باللون الوردي الضارب إلى اللون البرتقالي مع مسحة من اللون الرمادي.



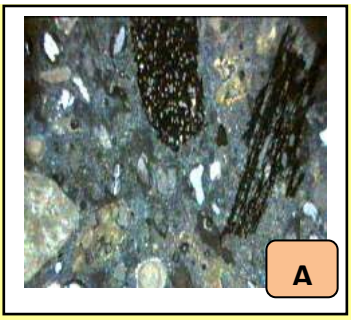
اللوحة(14): عينة من اللابة مأخوذة من جدار المخروط البركاني لبركان فيزوفيوس في إيطاليا.
الشكل(9): نتيجة تحليل حيود أشعة إكس لعينة اللآبة المأخوذة من جدار المخروط البركاني لبركان فيزوفيوس تُظهر آثار لوجود معدن الألبايت(Albite).

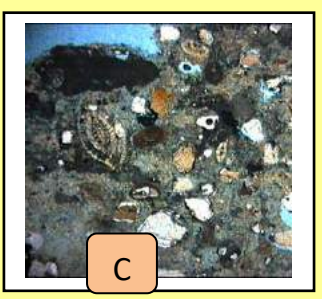


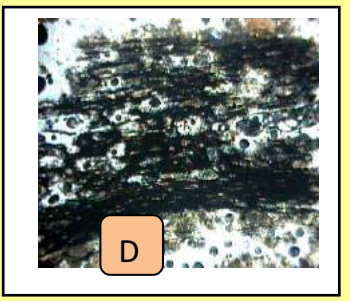
اللوحة(15): عينة ميدانية من البوزولان المتمثل في استخدم الرماد البركاني ضمن نطاق ملاط تنعيم الأسطح الفاصل ما بين نطاقي الرودس والستاتومن ضمن التركيب الإنشائي العام لأرضيات فسيفساء فيلا نعيمة.**(A):** ملاط تنعيم الأسطح بسمك(1 ملليمتر)،**(B): نطاق الرودس.**



اللوحتان(16)،(17): توضحان عينات ميدانية من ملاط البوزولان المتمثل بالرماد الطيّار المستخدم في عمارة الفيلات الرومانية موضوع الدراسة.اللوحة (16): ملاط الرماد الطيّار المستخدم كجشوة داخلية لجدران الحمام الخاص من نوع(*Opus mixtum*) في فيلا النيل .اللوحة(17): ملاط الرماد الطيّار المستخدم في إعداد نطاق النواة ضمن التركيب الإنشائي العام لأرضيات فسيفساء فيلا نعيمة







اللوحتان(18)،(19):

نتيجة التحليل العلمي للنسيج الصخري لعينات من ملاط الرماد الطيّار المنتقاة من نطاق النواة في أرضيات فسيفساء فيلا نعيمة(اللوحة(13. A,B,C)، وجدران الحمام الخاص في فيلا النيل(اللوحة(14.(D).

وتظهر العينات آثار الخشب المتفحّم، والأحافير المتنوعة، وتكتلات الكلس، وشظايا القرميد والمشغولات الفخارية.