

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

معهد علم الآثار
قسم الصيانة والترميم



جامعة الجزائر 2
أبو القاسم سعد الله

أطروحة لنيل شهادة الدكتوراه الطور الثالث (ل م د) في علم الآثار
تخصص صيانة وترميم الممتلكات الثقافية، تحت عنوان:

مشروع صيانة وترميم المنشأة الصناعية الجنوبية للموقع الأثري ملاكو (ولاية بجاية)

تحت إشراف :
أ.د. أرزقي بوخنوف

إعداد الطالب :
قاسي أزراق

السنة الجامعية: 2022/2021

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

معهد علم الآثار
قسم صيانة وترميم



جامعة الجزائر 2
أبو القاسم سعد الله

أطروحة لنيل شهادة الدكتوراه الطور الثالث (ل م د) في علم الآثار،
تخصص صيانة وترميم الممتلكات الثقافية، تحت عنوان:

مشروع صيانة وترميم المنشأة الصناعية الجنوبية للموقع الأثري ملاكو (ولاية بجاية)

إعداد الطالب : قاسي أزرقاق

لجنة المناقشة

رئيسا	معهد الآثار، جامعة الجزائر 2	د. بدرالدين بلعبيود
مقررا	معهد الآثار، جامعة الجزائر 2	أ.د. أرزقي بوخنوف
عضوا	معهد الآثار، جامعة الجزائر 2	د. واعمر إغشوشن
عضوا	جامعة مولود معمري، تيزوزو	د. محمد أكلي إخریان
عضوا	معهد الآثار، جامعة الجزائر 2	د. أعمار ريعين
عضوا	جامعة أوبكر بلقايد، تلمسان	د. لبتير قادة

السنة الجامعية: 2022/2021

الإهداء

إلى كل عائلتي،
والديّ، مصدر عزمي وإرادتي،
إلى إخوتي وأخواتي، إلى زوجتي وولدي،
إلى أصدقائي وإلى كل من ساعدني في هذا العمل

كلمة الشكر

أتقدم بالشكر إلى الأستاذ الدكتور أرزقي بوخنوف بصفته مشرف على هذا البحث، ولم يبخل عليّ بإرشاداته وخبرته العلمية ووقته طيلة إنجاز هذا العمل، كما أشكر الدكتور إمشوشن وأعمار على مساعدته لي، كما لا أنسى الطلبة الذين شاركوا في حفرة ملاكو كل واحد باسمه. كما أتقدم بالشكر الجزيل لفريق التكوين الذي سهر على نجاح وتأطير هذا التكوين وكل الطاقم الإداري والعلمي لمعهد الآثار. كذلك أتوجه بالشكر والعرفان إلى السيد نجار أرزقي، مدير المركز الوطني للبحث النووي بدارية الذي منحني التسهيلات الإدارية اللازمة لإنجاز الاختبارات على مستوى المركز والاحتكاك بالإطارات كما لا تفوتني هذه الفرصة لأتقدم بالشكر الجزيل للسيد شهان رياض باحث بالمركز الوطني للبحث النووي بدارية لمتابعته وتأطيره لي طوال فترة إنجاز الأعمال التطبيقية، كما أشكر أصدقائي، عريفه كريم، عشمون محمد وبوخيار محمد أمين على وقوفهم إلي جانبي ومساعدتهم لي، وإلى كل من ساعدني من قريب أو من بعيد.

قائمة المختصرات:

A.P.L : acétate Polyvinyle
Al.P.L : alcool Polyvinyle
Cb : comblement
Cr : creusement
CRNA : centre de recherche nucléaire d'Alger
DRX : diffraction par rayons x
EDS : Energy-dispersive spectroscopy (« analyse dispersive en énergie ») ;
HCl : acide chlorhydrique
LPA : lumière polarisée analysée
LPNA : lumière polarisée non analysée
MEB : microscope électronique à balayage
Mr : mur
PI : pilier
PMM : polyméthyle méthacrylique
SAMSIS : site archéologique mlakou secteur industriel sud
Sb : structure bâtie
SI : sol

ح4: الحوض الرابع	ج/غ: جنوب غربي
ح5: الحوض الخامس	ج/ش: جنوب شرقي
ح6: الحوض السادس	ج: جنوب
ح7: الحوض السابع	ش/ش: شمال شرقي
ح8: الحوض الثامن	ش/غ: شمال غربي
ح9: الحوض التاسع	ش: شرق
ح10: الحوض العاشر	ش: شمال
ح11: الحوض الحادي عشر	غ: غرب
	ح1: الحوض الأول
	ح2: الحوض الثاني
	ح3: الحوض الثالث

ترميز العناصر المعمارية.

الرمز	العنصر المعماري	الرقم
Mr001	السور الشمالي للجدار الخارجي للمنشأة الصناعية الجنوبية	01
Mr002	السور الجنوبي للجدار الخارجي للمنشأة الصناعية الجنوبية	02
Mr003	السور الغربي للجدار الخارجي للمنشأة الصناعية الجنوبية	03
Mr004	السور الشرقي للجدار الخارجي للمنشأة الصناعية الجنوبية	04
Mr005	السور الجنوبي لقسم الأحواض الشمالية	05
Mr006	السور الفاصل بين مستويين العلوي والوسطي لقسم الأحواض الشمالية	06
Mr007	السور الفاصل بين ح1 و ح2 من المستوى العلوي لقسم الأحواض الشمالية	07
Mr008	السور الفاصل بين ح2 و ح3 من المستوى العلوي لقسم الأحواض الشمالية	08
Mr009	السور الغربي للمستوى الوسطي من قسم الأحواض الشمالية	09
Mr010	السور الفاصل بين ح4 و ح5 للمستوى الوسطي من قسم الأحواض الشمالية	10
Mr011	السور الفاصل بين ح5 و ح6 للمستوى الوسطي من قسم الأحواض الشمالية	11
Mr012	السور الشرقي للمستوى الوسطي من قسم الأحواض الشمالية	12
Mr013	سور ح7 من المستوى الأدنى من قسم الأحواض الشمالية	13
Mr014	السور الخارجي الذي يحد السلم الشمالي الرئيسي من الجهة الشمالية	14
Mr015	السور الخارجي الغربي للمنشأة الصناعية الذي أعيد بناءه	15
Mr016	السور الفاصل بين ح8 و ح9 للمستوى العلوي من قسم الأحواض الجنوبية	16
Mr017	السور الفاصل بين ح9 و ح10 للمستوى العلوي من قسم الأحواض الجنوبية	17
Mr018	السور الشمالي ح10 للمستوى العلوي من قسم الأحواض الجنوبية	18
Mr019	السور الشمالي ح9 للمستوى العلوي من قسم الأحواض الجنوبية	19
Mr020	السور الشمالي ح8 للمستوى العلوي من قسم الأحواض الجنوبية	20
Mr021	سور ح11 للمستوى السفلي من قسم الأحواض الجنوبية	21
Sb022	عبارة عن حجرة مصقولة في الزاوية الشمالية الشرقية للمنشأة الصناعية	22
Sb023	عبارة عن ركيزة أو قاعدة السلم الرئيسي الشمالي	23
Sb024	عبارة عن حجرة مصقولة، تقع من الجهة الغربية لـ Mr014	24
Sb025	عبارة عن ركيزة سلم منطقة الانتقال	25
Sb026	عبارة عن عمود، يقع في زاوية تقاطع Mr005 مع Mr010	26

PI027	عبارة عن عمود يقع في الخط الغربي لأعمدة مساحة الانتقال الأول من الشمال. يتكون من ثلاث أحجار متراكبة	27
PI028	عبارة عن عمود يقع في الخط الغربي لأعمدة مساحة الانتقال الثاني من الشمال. يتكون من ثلاث أحجار متراكبة	28
PI029	عبارة عن عمود يقع في الخط الغربي لأعمدة مساحة الانتقال الثالث من الشمال. يتكون من حجرتين متراكبتين	29
Sb030	عبارة عن حجر رملي مصقول، تقع على Sb050 من الجهة الشرقية.	30
Sb031	عبارة عن الرجل اليمنى للمدخل الغربي للمنشأة، يتكون من حجرة واحدة	31
Sb032	عبارة عن الرجل اليسرى للمدخل الغربي للمنشأة، يتكون من حجرة واحدة	32
Sb033	عبارة عن حجرة مصقولة تشكل درجة أولى لسلم قسم الأحواض الشمالية	33
Sb034	عبارة عن حجرة مصقولة تشكل درجة ثانية لسلم قسم الأحواض الشمالية	34
Sb035	عبارة عن ركيزة أو سند لدرجات السلم الذي يصل مساحة الانتقال بقسم الأحواض الشمالية	35
PI036	عبارة عن عمود يقع في الخط الشرقي لأعمدة مساحة الانتقال الأول من الشمال. يحتوي على حجرة الأساس	36
PI037	عبارة عن عمود يقع في الخط الشرقي لأعمدة مساحة الانتقال الثاني من الشمال. يحتوي على حجرة الأساس	37
PI038	عبارة عن عمود يقع في الخط الشرقي لأعمدة مساحة الانتقال الثالث من الشمال. يحتوي على حجرة الأساس	38
Sb039	عبارة عن حجرتين مصقولتين متراكبتين، تقع على الجهة الغربية لـ Sb051	39
Sb040	عبارة عن حجرة مصقولة مكونة للدرجة الأولى للسلم الرئيسي الشمالي من الجهة الشرقية.	40
SI041	عبارة عن جزء من أرضية الحوض الثالث لقسم الأحواض الشمالية.	41
SI042	عبارة عن أرضية الحوض الثاني لقسم الأحواض الشمالية.	42
SI043	عبارة عن أرضية الحوض الأول لقسم الأحواض الشمالية.	43
SI044	عبارة عن أرضية الحوض الرابع لقسم الأحواض الشمالية.	44
SI045	عبارة عن أرضية الحوض الخامس لقسم الأحواض الشمالية.	45
SI046	عبارة عن أرضية الحوض السادس لقسم الأحواض الشمالية.	46
SI047	عبارة عن أرضية الحوض السابع (خزان الاسترداد) لقسم الأحواض الشمالية.	47
SI048	عبارة عن أرضية الحوض التاسع لقسم الأحواض الجنوبية.	48
SI049	عبارة عن أرضية الحوض العاشر لقسم الأحواض الجنوبية.	49
Sb050	عبارة عن ركيزة لسلسلة من الجرار، تقع موازية ومتصلة بالسور Mr020.	50

Sb051	عبارة عن ركيذة لسلسلة من الجرار، تقع موازية و متصلة بالسور Mr018.	51
Sb052	عبارة عن سند محور دوران طاحونة (عجلات الجلخ)، من الحجر الجيري المصقول	52
SI053	عبارة عن أرضية حوض الطحن	53
Sb054	عبارة عن حجرة مصقولة مكونة للدرجة الأولى للسلم الرئيسي الشمالي من الجهة الغربية.	54
Sb055	عبارة عن حجرة مصقولة مكونة للدرجة الأولى للسلم الرئيسي الشمالي من الجهة الغربية.	55
Sb056	عبارة عن حجرة مصقولة مكونة للدرجة الثانية للسلم الرئيسي الشمالي من الجهة الغربية.	56
SI057	عبارة عن أرضية الحوض الثامن لسلسلة الأحواض الجنوبية.	57
Cr058	عبارة عن عمل تسوية الأرض قصد البناء	58
Cr059	عبارة عن خندق لوضع أساس السور Mr001	59
Cr060	عبارة عن خندق لوضع أساس السور Mr003	60
Cr061	عبارة عن خندق لوضع أساس السور Mr005	61
Cr062	عبارة عن خندق لوضع أساس السور Mr006	62
Cr063	عبارة عن خندق لوضع أساس السور Mr014	63
Cr064	عبارة عن خندق لوضع أساس السور Mr002	64
Cr065	عبارة عن حفرة بناء الحوض السابع من قسم الأحواض الشمالية	65
Cr066	عبارة عن حفرة بناء الحوض الحادي عشر	66
Cr067	عبارة عن حفرة غرس العمود PI027	67
Cr068	عبارة عن حفرة غرس العمود PI028	68
Cr069	عبارة عن حفرة غرس العمود PI029	69
Cr070	عبارة عن حفرة غرس العمود PI036	70
Cr071	عبارة عن حفرة غرس العمود PI037	71
Cr072	عبارة عن حفرة غرس العمود PI038	72
Cr073	عبارة عن حفرة غرس الحجرة Sb030	73
Cr074	عبارة عن حفرة غرس الحجرة Sb039	74
Cr075	هي عبارة عن خندق لوضع أساس Sb087	75
Cr076	هي عبارة عن خندق لوضع أساس السور Mr018	76
Cr077	هي عبارة عن خندق لوضع أساس السور Mr019	77
Cr078	هي عبارة عن خندق لوضع أساس السور Mr020	78
Cr079	هي عبارة عن خندق لوضع أساس السور Mr016	79

Cr080	هي عبارة عن خندق لوضع أساس السور Mr017	80
Cr081	هي عبارة عن خندق لوضع أساس Sb050	81
Cr082	هي عبارة عن خندق لوضع أساس Sb051	82
Cr083	هي عبارة عن خندق لوضع أساس Sb025	83
Cr084	هي عبارة عن خندق لوضع أساس Sb031	84
Cr085	هي عبارة عن خندق لوضع أساس Sb032	86
Cr086	هي عبارة عن خندق لوضع أساس Sb035	86
Sb087	عبارة عن سور الدعامة الذي يحد السلاالم الشمالية من الجهة الغربية	87
Cr088	هي عبارة عن خندق لوضع أساس السور Mr010	88
Cr089	هي عبارة عن خندق لوضع أساس السور Mr011	89
Cr090	هي عبارة عن خندق لوضع أساس Sb022	90
SB091	عبارة عن قاعدة السور Mr001	91
SB092	عبارة عن قاعدة السور Mr002	92
SB093	عبارة عن قاعدة السور Mr003	93
SB094	عبارة عن قاعدة السور Mr004	94
SB095	عبارة عن قاعدة السور Mr005	95
SB096	عبارة عن قاعدة السور Mr006	96
SB097	عبارة عن قاعدة السور Mr010	97
SB098	عبارة عن قاعدة السور Mr011	98
SB099	عبارة عن قاعدة السور Mr018	99
SB100	عبارة عن قاعدة السور Mr019	100
Sb101	عبارة عن قاعدة السور Mr020	101
Sb102	عبارة عن قاعدة السور Mr016	102
Sb103	عبارة عن قاعدة السور Mr017	103
Sb104	عبارة عن قاعدة العمود Sb027	104
Sb105	عبارة عن قاعدة العمود Sb027	105
Sb106	عبارة عن قاعدة العمود Sb029	106
Sb107	عبارة عن قاعدة العمود Sb036	107
Sb108	عبارة عن قاعدة العمود Sb037	108

Sb109	عبارة عن قاعدة العمود Sb038	109
Sb110	عبارة عن ركيزة العمود Sb031	110
Sb111	عبارة عن ركيزة العمود Sb032	111
Sb112	عبارة عن طبقة أولى من ركيزة أرضية الحوض الثامن من قسم الأحواض الجنوبية	112
Sb113	عبارة عن ركيزة أرضية الحوض التاسع من قسم الأحواض الجنوبية	113
Sb114	عبارة عن ركيزة أرضية الحوض العاشر من قسم الأحواض الجنوبية	114
Sb115	عبارة عن طبقة ثانية من ركيزة أرضية الحوض الثامن من قسم الأحواض الجنوبية	115
Sb116	عبارة عن طبقة التلبيس الأولى المطبقة على Mr013 من الداخل و الخارج	116
Sb117	عبارة عن طبقة التلبيس الثانية المطبقة على Mr013 من الداخل	117
Sb118	عبارة عن الطبقة الأولى من ركيزة أرضية أحواض المستوى العلوي من قسم الأحواض الشمالية	118
Sb119	عبارة عن الطبقة الثانية من ركيزة أرضية أحواض المستوى العلوي من قسم الأحواض الشمالية	119
Sb120	عبارة عن ركيزة أرضية الحوض السابع من سلسلة الأحواض الشمالية	120
Sb121	عبارة عن حفرة في أرضية الحوض السابع من سلسلة الأحواض الشمالية	121
Sb122	عبارة عن ركيزة أرضية الأحواض المستوى الوسطي من قسم الأحواض الشمالية	122
Sb123	عبارة عن طبقة التلبيس الأولى المطبقة على Mr007	123
Sb124	عبارة عن طبقة التلبيس الثانية المطبقة على Mr007	124
Cb125	عبارة عن مزيج من التربة مع الركام يوضع حول قاعدة PI027	125
Cb126	عبارة عن مزيج من التربة مع الركام يوضع حول قاعدة PI028	126
Cb127	عبارة عن مزيج من التربة مع الركام يوضع حول قاعدة PI029	127
Cb128	عبارة عن مزيج من التربة مع الركام يوضع حول قاعدة PI036	128
Cb129	عبارة عن مزيج من التربة مع الركام يوضع حول قاعدة PI037	129
Cb130	عبارة عن مزيج من التربة مع الركام يوضع حول قاعدة PI038	130
Cb131	عبارة عن مزيج من التربة مع الركام يوضع حول قاعدة Sb031	131
Cb132	عبارة عن مزيج من التربة مع الركام يوضع حول قاعدة Sb032	132
Cb133	عبارة عن مزيج من التربة مع الركام بين سور الدعم Mr003 و الجرف الناتج من تسوية الأرض.	133
Sb134	عبارة عن قاعدة السور Mr014	134
Cb135	عبارة عن مزيج من التربة مع الركام بين سور الدعم Sb087 و الجرف الناتج من تسوية الأرض.	135

Sl136	عبارة عن أرضية مسطح السلام الشمالية	136
Sb137	عبارة عن قاعدة سور الدعامه Sb087	137
Sb138	هي عبارة عن طبقة التليس للسور Mr001	138
Sb139	هي عبارة عن طبقة التليس للسور Mr014	139
Sb140	عبارة عن قناة اتصال الحوض ح1 من المستوى الأعلى للأحواض القسم الشمالي بالحوض ح4 من المستوى الأوسط للأحواض.	140
Sb141	عبارة عن قناة اتصال الحوض ح2 من المستوى الأعلى للأحواض القسم الشمالي بالحوض ح5 من المستوى الأوسط للأحواض.	141
Sb142	عبارة عن قناة اتصال الحوض ح2 من المستوى الأعلى للأحواض القسم الشمالي بالحوض ح5 من المستوى الأوسط للأحواض.	142
Sb143	عبارة عن درجة، تقع شمال السور Mr009.	143
Sb144	عبارة عن قناة اتصال الحوض ح4 بالحوض ح5 المستوى الأوسط للأحواض القسم الشمالي.	144
Sb145	عبارة عن قناة اتصال الحوض ح5 بالحوض ح6 القسم الشمالي.	145
Sb146	عبارة عن قناة اتصال الحوض ح5 المستوى الأوسط للأحواض بالحوض ح7 من المستوى السفلي.	146
Sb147	عبارة عن إزار الحائط المتواجدة على محيطات أحواض المستوى الأوسط للأحواض القسم الشمالي.	147
Sb148	عبارة عن طبقة التليس الأولى المطبقة على أسوار أحواض المستوى الأوسط.	148
Sb149	عبارة عن طبقة التليس الثانية المطبقة على أسوار أحواض المستوى الأوسط.	149
Sb151	عبارة عن الحجرة المصقولة الثانية بالنسبة للعمود Sb027	151
Sb153	عبارة عن طبقة تليس السور Mr020	153
Sb154	عبارة عن طبقة تليس السور Mr018	154
Sb155	عبارة عن قناة الاتصال ح8 ب Sb050	155
Sb156	عبارة عن طبقة تليس السور Mr021	156
Sb157	عبارة عن طبقة تليس السور Mr021	157
Pl160	عبارة عن سالب النزع لـحجرة مصقولة (قاعدة عمود) على السور Mr006	160
Pl161	عبارة عن سالب النزع لـحجرة مصقولة (قاعدة عمود) على السور Mr018	161
Sb162	عبارة عن حجرة أولى مصقولة مكونة للعمود Pl027	162
Sb163	عبارة عن حجرة ثانية مصقولة مكونة للعمود Pl027	163
Sb164	عبارة عن حجرة أولى مصقولة مكونة للعمود Pl028	164

Sb165	عبارة عن حجرة ثانية مصقولة مكونة للعمود PI028	165
Sb166	عبارة عن حجرة مصقولة مكونة للعمود PI029	166
PI167	عبارة عن حجرة مصقولة (قاعدة) للعمود يقع على السور Mr020	167
Sb168	عبارة عن ركيزة العمود PI027	168
Sb169	عبارة عن ركيزة العمود PI028	169
Sb170	عبارة عن ركيزة العمود PI029	170
Sb171	عبارة عن ركيزة العمود PI036	171
Cr172	عبارة عن خندق وضع قاعدة السور Mr002	172
Cr173	عبارة عن خندق وضع قاعدة السور Mr004	173
Sb174	عبارة عن طبقة التلييس الداخلية للحوض العاشر	174
Sb175	عبارة عن أرضية مهيأة للدرجة الأخيرة لسلم منطقة الانتقال	175
Sb176	عبارة عن طبقة التلييس الأولى للمستوى العلوي لقسم الاحواض الشمالية	176
Sb177	عبارة عن طبقة التلييس الأولى للمستوى العلوي لقسم الاحواض الشمالية	177
Sb179	عبارة عن ركيزة العمود PI037	179
Sb180	عبارة عن ركيزة العمود PI038	180
Cr181	عبارة عن حفرة غرس عمود الباب Sb031	181
Cr182	عبارة عن حفرة غرس عمود الباب Sb032	182
Sb183	عبارة عن ركيزة الحوض ح 11	183
Sb184	عبارة عن طبقة التلييس الداخلية الأولى للسور Mr021	184
Sb185	عبارة عن طبقة التلييس الداخلية الثانية للسور Mr021	185
Sb186	عبارة عن حجرة ذات ثقب علوي تقع على الزاوية الشمالية الشرقية لـ Sb025.	186
Sb187	عبارة عن حجرة ذات ثقب علوي تقع على الزاوية الجنوبية الشرقية لـ Sb025.	187
Sb188	عبارة عن قاعدة Sb050	188
Sb189	عبارة عن قاعدة Sb051	189
Sb190	عبارة عن حجرة مصقولة موضوعة فوق Sb039	190
Sb191	عبارة عن حجرة مصقولة موضوعة فوق Sb022	191
Sb192	عبارة عن حجرة مصقولة موضوعة فوق Sb191	192
PI193	عبارة عن عمود يقع عند تقاطع السورين Mr011 و Mr006	193
PI194	عبارة عن عمود يقع عند تقاطع السورين Mr011 و Mr005	194

قائمة المصطلحات:

اللسان الأجنبي	اللسان العربي
Expansion	التمدد
Rétrécissement	الانكماش
Condensation	التكاثف
Anhydrite	الأنهيدريت
Réhydratation	الاماهة
eaux souterraines	المياه تحت السطحية
absorption capillaire	الامتصاص الشعري
Deterioration Bio-physique	تلف بيوفيزيائي
Deterioration Bio-chimique	تلف بيوكيميائي
Autotrophe	ذاتية التغذية
Hétérotrophe	غير ذاتية التغذية
Bactérie	البكتيريا
Champignon	الفطريات
Algae	الطحالب
Endolithique	داخل الحجر
Epilithique	على سطح الحجر
Lichen	أشنة
Détérioration mécanique	التلف الميكانيكي
Vibrations	الاهتزازات
Organique	عضوي
Minéral	معدني
Restauration	الترميم
Préservation	الصيانة
Conservation	الحفظ

Gestion du patrimoine culturel	تسيير التراث الثقافي
Prévention	الوقاية
Préservation	الحفاظ
Réhabilitation	التأهيل
Consolidation	التقوية
Reproduction	إعادة التكوين
Reconstruction	إعادة البناء
Documentation	التوثيق
Carbonation	الكربنة
Nanotechnologie	تقنية النانو
nanoparticules d'hydroxyde de calcium	جزيئات النانو لهيدروكسيد الكالسيوم
Hydrophobie	طارد للماء
Résines	الراتنجات
acétate Polyvinylyes	خلات البولي فينيل
alcool Polyvinylyes	كحول بولي فينيل
Irréversible	غير قابلة للاسترجاع
Réversible	قابلة للاسترجاع
Gel Silica	هلام السليكا
Polymérisation	التبلمر
Roche calcaire	الحجارة الكلسية
Grés	الحجارة الرملية
Silicates d'Ethyle	سليكات الإيثيل
Spatule	الفرقة
Absorption Atomique	الإمتصاص الذري
acide acrylique	حمض الأكريليك
acide méthacrylique	حمض الميثاكريليك
Moellon	الركام

مقدمة

عرف بلدنا في السنوات الأخيرة ديناميكية كبيرة في إنجاز مشاريع فنية كبرى، ومن أهمها مترو الجزائر والطريق السيار شرق-غرب والروابط الإجتماعية له. لقد ساهمت هذه الأشغال باكتشاف عدّة معالم ومواقع ومقتنيات أثرية تخذ المجري الحضاري لإنسان شمال إفريقيا عبر المحطات التاريخية، ونظرًا لإصطدام مصلحة التطوير العمراني الوطني بأهمية الحفاظ على الموروث الثقافي والأثري، لجأت الدولة إلى تطوير فرع جديد في علم الآثار يسمى " علم الآثار الوقائي". في هذا الإطار تم اكتشاف الموقع الأثري ملاكو بولاية بجاية. نظرًا لما يكتسبه من الأهمية التاريخية والأثرية والمعمارية تم الحفاظ عليه في مكانه الأصلي وذلك بعد تحريف مسار الطريق السيار شرق-غرب، وبالتالي تحول هذا المشروع إلى حفرة أثرية مبرمجة.

فبعد خمسة سنوات من أشغال التنقيب في هذا الموقع وبمعدل خرجتين ميدانيتين في السنة، تم استخراج قطاع صناعي كبير، يتكون من منشأة صناعية تقع في الجهة الجنوبية من الموقع الأمر الذي تطلب البحث عن إستراتيجية الحفاظ عليه.

يُعد الموقع الأثري ملاكو قبل تدخل الفريق العلمي لمعهد الآثار، جامعة الجزائر2 ضمن محيط الأراضي الفلاحية* التي تستغل من طرف فلاحي المنطقة، ولم يعرف التنقيب والحفاظ عليه إلا بعد إنطلاق مشروع الطريق الإجتماعي، الذي يربط ميناء بجاية بالطريق السيار شرق-غرب(A1). رغم أن هياكل بنايات الموقع كانت مغطاة بكتل ترابية إلا أن النقل والإهتزازات التي تشكلها المعدات المستعملة في الحرت أثرت سلبيًا على قوة ومتانة مواد بنائها. وما زاد وتيرة تلف الهياكل جلب سكان قرية أخناق** لحجارة الموقع من أجل تشييد بناياتهم، ضف إلى شكل الأرض "طبوغرافية" الموقع الذي يقع على منحدر، الشيء الذي ساعد كثيرًا عملية الحت المائي. كما زادت أشغال التنقيب من تغير وسط حفظ هياكل أسوار البنايات، فبعد إستخراجها واجهت عوامل التلف الخارجية التي غيرت من سلوك وسط حفظها

* أراضي الوقف تابعة لزاوية سيدي أويحي لبلدية أمالو.

** قرية فلاحية، توسع نسيجها العمراني خلال السنوات السبعينات من القرن الماضي.

لقرون من الزمن، كالرطوبة والماء عن طريق تساقط الأمطار بمعدل 830 ملم في السنة وكذلك تغير في درجة الحرارة خلال السنة من الدنيا 5°م إلى القصوى 35°م.

نسعى من خلال هذه الدراسة إلى إعداد إستراتيجية الحفظ والترميم وتثمين المعلم، فهي بذلك تجربة مبررة كلية من أجل فكرة البحث عن هذه المسألة، الذي يجبرنا سرد وفهم مختلف الجوانب المتعلقة بهذا الموضوع. فنتجلى الأهمية التاريخية والعلمية في موقع ملاكو في الفترة القديمة من خلال وجود منشآت معمارية ذات طابع صناعي فريد من نوعها، ما جعل من هذا الموقع أو فندوس بتر* كما يسمى قديما مصدر مهم لتلبية حاجيات الرومان من الموارد الغذائية. بالإضافة إلى موقعه الاستراتيجي حيث يقع على هضبة تسمح بمراقبة السهول المحيطة بضفتي واد الصومام، كما أن موقعه الجغرافي يسهل نقل هذه الموارد إما إلى المخازن الموجودة في تبوسبتو (TUBUSUBTU)، تكلات حاليا أو نقلها إلى ميناء مدينة صلداي (SALDAE) "بجاية حاليا" ثم عبر البحر المتوسط إلى أوروبا (روما). ناهيك عن الجانب المعماري والفني اللذان يزخر بهما هذا القصر، حيث لاحظنا مزج متجانس بين عدة أنماط من البناء، منها دمج الحجارة الكلسية المصقولة مع تقنية الدبش. هذا الطراز النادر نابع من ثقافة البناء ومهارة السكان المحليين. ضف إلى ذلك، فهو يشهد على أحداث ثورة الملك فيرموس الذي جعل منه مركز عملياتي لجيشه. من جانب آخر، لم يدرك سكان القرى المجاورة للقيم التي يحملها هذا الموقع ولا الفاعلين في مجال التراث للحفاظ عليه وبالتالي الفائدة التي يولها للاقتصاد الوطني.

يَكْمُن الهدف الرئيسي من هذه الدراسة في تقييم حالة حفظ الموقع الأثري ملاكو، والعمل للوصول إلى منهجية واضحة لعملية الصيانة والترميم بصفة عامة، والصيانة الوقائية بصفة خاصة للهياكل المعمارية. كما أولينا أهمية إلى مشكلة طرحتها الحجارة المجلوبة من ضفاف واد الصومام حيث أنها ذات مسامية ضعيفة الشيء الذي قلل من تماسكها مع الملاط الجيري مما انعكس سلباً على سلامة وكمال وديمومة هياكل الأسوار المتشكلة منها. إن فهم والدراسة بمثل هذه العوامل تسمح بدون شك باختيار أحسن الأساليب في استعمال المواد في عمليات الصيانة والترميم والوقاية.

* لقد جاء في مقتطف التاريخي لأميان مرسلان اسم فندوس بتر* أو بترانسيس.

كما تتفرع عن الإشكالية الرئيسية أسئلة فرعية تغطي عدة محاور علمية تساعد في الحفاظ على التراث المعماري للمنشأة الصناعية الجنوبية بشكل خاص، وتتمثل هذه المحاور أو الأهداف في التالي:

- التعرف على تقنيات البناء المستخدمة قديماً في تشييد المباني التراثية.
- وصف العناصر الإنشائية والمعمارية والزخرفية لهذا المعلم.
- تشخيص مواد البناء المستخدمة في الهياكل المبنية للموقع الأثري ملاكو سواء كانت حجارة أو ملاط، وذلك باستخدام الطرق والأجهزة العلمية الحديثة.
- دراسة وتشخيص عوامل ومظاهر تلف مواد البناء المستخدمة في بناء المنشأة الصناعية الجنوبية.
- إقترح الأساليب العلمية والمواد المناسبة التي يمكن استخدامها لعلاج المشاكل التي يتعرض لها هذه الصرح.

للإجابة على هذه التساؤلات المطروحة، إعتدنا منهجية تقوم على الجمع بين المنهج الوصفي الذي يقوم على التشخيص للتعرف أكثر على الموقع الأثري ومظاهر تلفه ودرجة حفظه، من خلال الزيارات الميدانية للموقع مع المشاركة في مختلف دورات أشغال الحفريات المبرمجة والمنهج العلمي التجريبي الذي يقوم على الأعمال الميدانية، منها إختيار العينات من أجل تحليلها مخبرياً للتعرف على خصائص المواد المشكّلة لهياكل بنايات الموقع، والتغيرات التي تحدث لها بفعل مختلف عوامل التلف وإختيار تركيبية ملاط لإعادة بناء أجزاء من الأسوار لتقوية هياكل البنايات.

للوصل إلى هذه الغاية، إعتدنا في هذه الدراسة على إستقراء الجانب التاريخي للموقع من مصادر ومراجع والتقارير العلمية للفريق المكلف بمشروع البحث الأثري التابع لمعهد الآثار، فبالرغم من قلة هذه الوثائق إلا أنها أفادتنا في معرفة تاريخ المنطقة والموقع الأثري من معرفة إسمه ومؤسسه وظيفته، من بين المصادر التاريخية، نذكر:

- Ammien Marcellin, histoire, traduction de Guy SABBAH, livres de 29 à 31, Chapitre V.

كما تم الإطلاع على تقارير الحفريات من سنة 2014 إلى 2019. لم نكتفي بهذا القدر لإعداد هذا البحث بل شمل أيضا الكتب والمراجع ذات الصلة بموضوع الصيانة والترميم، معظمها باللغات الأجنبية والتي ساعدتنا في وضع خطة عمل محكمة، نذكر:

- سلمان أحمد المحاري، حفظ المباني التاريخية، مبان من مدينة المحرق، 2017.

- BERDUCOU Marie, la conservation en archéologie, méthodes et pratique de la conservation - restauration des vestiges archéologiques masson paris, milan, barcelone, mexico 1990.

- Arnaud Coutelas, Le mortier de chaux, Collection « archéologiques », éditions errance, 2003.

وسعيًا منا لتحقيق أهداف الدراسة، وبالاعتماد على المنهجية المتبعة، قسمنا البحث وفق ما يقتضي الموضوع إلى مقدمة وخمسة فصول وخاتمة. لقد شملت المقدمة التعريف بالموضوع، وأهميته، وأهداف الدراسة ثم التّطرق إلى إشكالية البحث، والمنهجية المتبعة في معالجة الموضوع وأقسامه. وجاء في الفصل الأول عرض مجموعة من المعطيات والتي من شأنها افادتنا في فهم الموضوع، وجاءت على شكل عموميات حوله، كما عرجنا على عرض مواد البناء التي أعتد عليها في تشيد قصر بترا، وكذلك إرتأينا الى توضيح تقنيات بناء المعلم. أما الفصل الثاني فقد خصصناه في وصف معماري للمعلم مع إبراز حالة حفظه، حيث يُعد فهم مادة الدراسة في مجال الصيانة والترميم من بين القواعد الأساسية لضمان منهجية التدخل وإقتراح حلول ناجعة مناسبة في الحفاظ على هذا المكسب الحضاري الإنساني. أما الفصل الثالث فأدرجنا فيه مظاهر التلف والعوامل المختلفة التي ساعدت من وتيرة التلف، ويعتبر هذا المحور ذو أهمية كبيرة، كونه يمكننا من وضع تشخيص شامل ودقيق لحالة المعلم، ويساعد في القيام بخطة عمل فعالة في الحفاظ على الموقع. وجاء الفصل الرابع ليضم جانبين من الدراسة: الجانب النظري، يتحدث على الأسس العلمية للصيانة والترميم، وضبط بعض المحاور العلمية لمشروع دراستنا. كذلك قمنا بإعطاء بعض المفاهيم النظرية في الدراسة المخبرية. بالإضافة الى الجانب التطبيقي والذي يتضمن مختلف

الدّراسات المخبرية، ومعلومات خاصة بالمواد وتقنية البناء. أما الفصل الخامس فيتناول مختلف التدخّلات الإستعجالية التي قمنا بها في الموقع، مع إقتراح تصور لإعادة تشكيل قسّمي الأحواض برسم ثلاثي الأبعاد. وأنهيّنا هذا البحث بخاتمة ومجموعة من التوصيات.

الفصل الأول: عموميات حول الموقع الأثري ملاكو

تمهيد

يُعد الموقع الأثري ملاكو أو قصر بترا قديما، شاهداً على فترة زمنية مهمة في تاريخ الجزائر، فهو أحد أهم المواقع الذي يعبر عن ثقافة السكان المحليين في البناء والتشييد. وينتظر من فريق البحث المكلف بالمشروع أن يكشف اللثام عن الأسرار التي يخفيها عن فترة تاريخية غامضة في تاريخ بلادنا وهي من صنع أسلافنا.

نتطرق من خلال هذا الفصل إلى تقديم أهم المعطيات المتعلقة بالموقع الأثري ملاكو حيث تمت الإشارة إلى الإطار الجغرافي والمناخي أين بينت فيه الموقع الجغرافي والخصائص الطبوغرافية للموقع، بالإضافة إلى تضاريس وجيولوجية المنطقة التي أثرت بشكل كبير في تكوينها الصخري، وبالتالي في طبيعة الحجارة المستخدمة في بناء المنشأة، ثم المعطيات المناخية التي تتميز بها المنطقة والذي يدرج في تفسير عوامل التلف للمواد المشكلة لهياكل البنايات. كما تطرقنا إلى قراءة في تاريخ الموقع والتي أشرت فيها إلى أهم المصادر والمراجع التي ذكرت الموقع. كذلك خصصنا جزء من هذا الفصل نتحدث فيه عن مواد البناء، كونها العامل الأساسي في توجيه فلسفة عملنا وكذلك تساعدنا على التحكم في مختلف التدخلات وضمان بذلك الغاية من هذه الدراسة.

I. الإطار الجغرافي:

يتمثل الإطار الجغرافي لموقع ملاكو فيما يلي:

1.I. الموقع الجغرافي :

يقع الموقع الأثري ملاكو على الضفة اليمنى لمجرى واد الصومام، بقرية أخناق، بلدية صدوق ولاية بجاية على بعد 7 كلم غرب مقر البلدية وعلى بعد 8 كلم شرق مقر بلدية أقبو، ويفصل بينه وبين مقر ولاية بجاية مسافة 50 كلم وعن الجزائر العاصمة 200 كم. يتربع هذا الموقع على قطعة أرض تفوق 3 هكتارات، تابعة لزاوية سيدي أويحي بأمالو وهي ضمن ممتلكات الوقف. يحتل بذلك مكان إستراتيجي بإعتباره يطل على هضبة تسمح للعيان من مشاهدة جزء كبير من سهول ضفاف حوض الصومام، هذا الموقع سمح بمراقبة ممر مهم جداً للرومان في منطقة تعرف بعنائها الشديد لهم.

أما فلكيًّا، فيقع على دائرة عرض "36°31'15.75" شمالاً وعلى خط طول "4°37'29.77" شرقاً وعلى إرتفاع 134م على سطح البحر¹.



الخريطة رقم 1: تبين الموقع الجغرافي للموقع الأثري ملاكو²

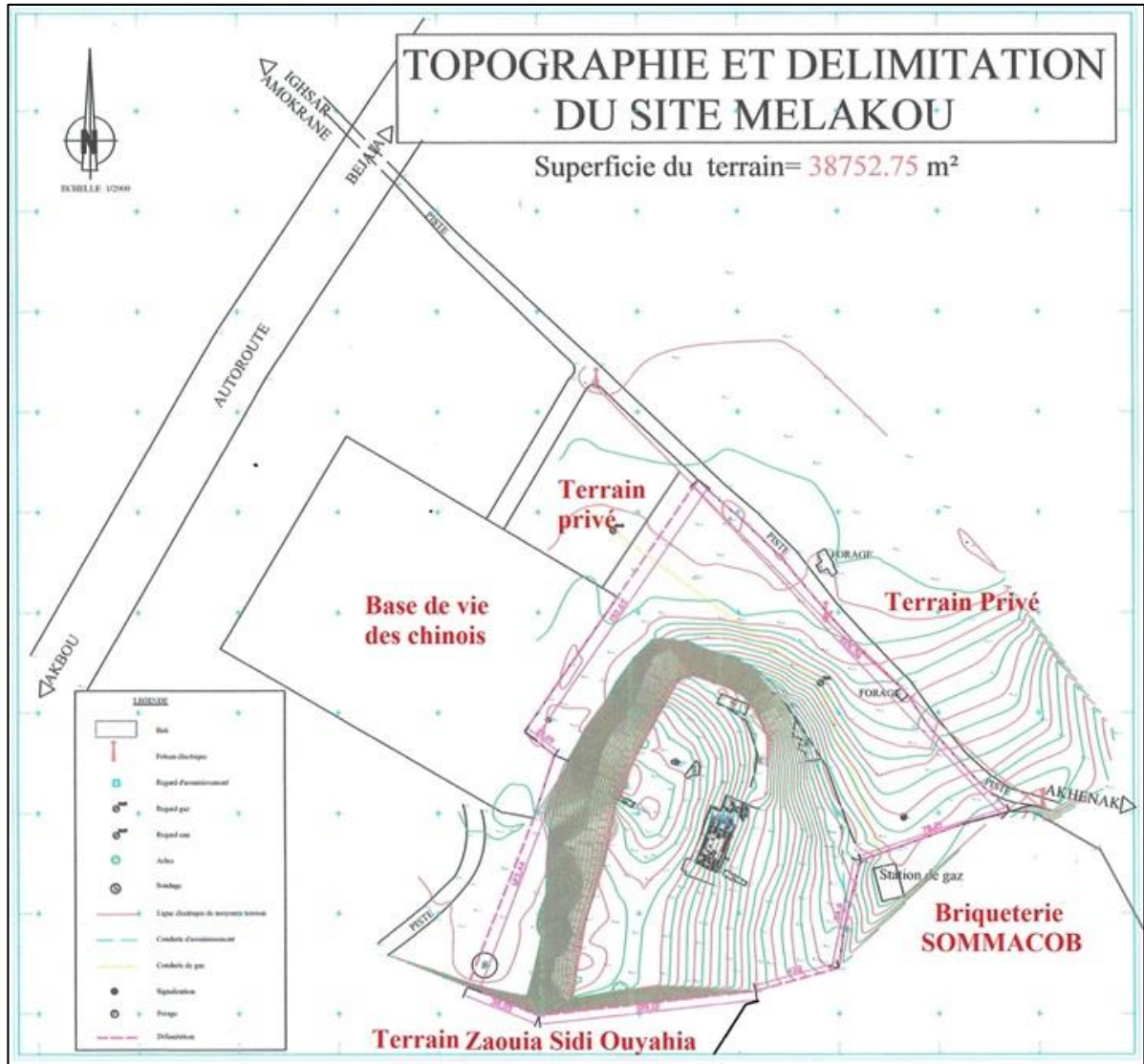
2.1. طوبوغرافية الموقع:

يقع الموقع الأثري ملاكو على هضبة ذات إنحدار مختلف نوعاً ما، النصف العلوي يمتاز بشدة إنحداره مقارنة بالنصف السفلي، لكن من الملاحظ أن للهضبة بصفة عامة إنحدار شديد، فأخذ هذه الميزة أكثر من إجباري، كونها تلعب دور هام في:

- استقرار الطبقات، مثل هذه الأشكال من الأرض لها قابلية كبيرة لانجراف التربة الذي من شأنه أن يلحق ضرر بالآثار أو بالموقع الأثري ككل.
- النحت، والذي سببه هو الماء، فكما هو معروف المناطق المنحدرة تعرف نحت كبير منذ التساقط خاصة في الفصول ذات الأمطار الغزيرة، فهنا نلمس ظاهرتين أساسيتين وهما سيلان الماء بقوة قد يحدث نحت في عناصر المعمارية ويصيبها بالتلف فهو تلف مباشر، كذلك الكتل الترابية المنقولة من طرف المياه الجارية تترسب مع الجدران أو مع العناصر المعمارية الأخرى وتتشكل بذلك قوة مضادة من شأنه تهديم أو إلحاق الضرر بالعناصر المعمارية. كما هو موضح في المخطط 1.

¹ Google earth.

² Boukhenouf A, et autres, Aperçu sur la vie rurale antique à travers le site archéologique de Mlako, antique Petra, In vie et genres de vie au Maghreb, antiquité et moyen âge, acte du 4^{ème} colloque international, Sousse 2017, p210.



المخطط رقم 1: يبين طوبوغرافية للموقع الأثري لملاكو.³

3.1. تضاريس المنطقة:

لقد تم تشييد الموقع الأثري لملاكو على هضبة مفتوحة تطل على جزء كبير من مجرى واد الصومام الذي يعتبر مصدرًا مائيًا مهماً إذ ساهم في إستقرار الإنسان منذ القرون البعيدة، ويحاط بسلاسل جبلية متفاوتة الارتفاع وهي كالتالي:

- من الجهة الشمالية جبال أكفادو
- من الجهة الشرقية جبال البيبان أكبر قمة 1862م عن سطح البحر

³ Boukhenouf. A, Iaichouchen. O et autres, Op.cit. p210.

- من الجهة الغربية جبال جرجرة أكبر قمة بها يصل ارتفاعها 2308م عن سطح البحر
- من الجهة الجنوبية تتوفر بها مساحات سهلية ذات تربة خصبة صالحة للزراعة وخاصة وإنما بمحاذاة الواد، تنتهي مع جبال قلدمان والتي يعتبر جزء من جبال الببيان.

II. الإطار التاريخي:

نتطرق فيما بعد إلى أهم المصادر التي تناولت الموقع ثم إلى لمحة تاريخية عن هذا الموقع.

II. 1. أهم المصادر التي تناولت الموقع:

لقد تم تحديد الموقع الأثري ملاكو من خلال مصدرين مختلفين، يتمثل الأول في مقتطف من نص كتابي للمؤرخ اللاتيني أميان مرسلان (*AMMIEN MARCELLIN**)، الذي رافق قائد جيوش الرومان تيودوس (*THEODOSE**) من أجل إخماد ثورة الملك فيرموس (*FIRMUS*) وذلك عام 372م. استقدم من مدينة أرل الفرنسية فحط رحاله بميناء جيجل، ثم صاحبه الجيش الروماني الإفريقي الذي كان في مركز عملياته في ستيفيس ثم أنشئ قواعد إنطلاق حملته العسكرية في حوض الصومام بولاية بجاية وبالتحديد في مدينة توبوسبتو (*TUBUSUBTU*) (تكلات حاليا). لقد جاءت حملت هذا القائد بهدف وحيد، يتمثل في إنهاء سيطرة الملك فيرموس الذي إنتفض ضد الرومان في عدة مناطق من موريتانيا القيصرية. في هذا الإطار، وصف الكاتب الموقع على أنه قصر بحجم مدينة متوفر على الموارد الغذائية المتعددة ويدعى بـ «قصر بترا» (*FUNDUS PETRA*). وأشار أيضا إلى اسم سماك (*SAMMAC*) كمشيد أو مالك للقصر وهو أحد إخوة فيرموس. كما ذكر الكاتب أيضا أصل أو دوافع إنتفاضة فيرموس الذي وصل إلى إيقاف تمويل الرومان بالمنتجات الزراعية، وهو الخلاف بينه وبين أخيه سماك على وراثة العرش بعد وفاة والدهما نوبل (*NUBEL*). وحسب ما يعمل به في التقاليد النوميديّة، فأحقية وراثة العرش تعود إلى الابن الأكبر "فيرموس" لكن روما عارضته ودعمت أخاه حفاظا على مصالحها في المنطقة. يتمثل المصدر الثاني "المادي" في النقيشة اللاتينية التي اكتشفت في سنة 1900 م بجوار الموقع، من طرف

* كاتب ومؤرخ لاتيني رافق القائد تيودوس خلال حربه ضد الملك فيرموس.
* من أحس قادة الرومان، كان خلال إندلاع ثورة فيرموس في مهمة عسكرية تتعلق في إخماد قبائل بريطانيا.

الفرنسي بولاي *Boulay*، قرئت ونشرت في عام 1901 م ويحمل نصها اسم القصر "بترا" وكذلك وظيفته واسم صاحبه أو مشيده "سماك". توجد حاليا هذه النقيشة معروضة بالمتحف الوطني للآثار القديمة بالجزائر العاصمة.



الصورة رقم 1: تبين نقيشة سماك أو بترا.

2.II. لمحة تاريخية:

منذ احتلال بلادنا في عام 1830م، إهتم المؤرخون الفرنسيون في أبحاثهم من أجل تعيين موقع بترا بهدف فهم سلوكيات المجتمع الذي إنتفض ضد الرومان وبالتالي قياس عصبية رغم إختلاف الفترة الزمنية. فيعود الفضل في كتابة أولى مقالات علمية حول هذا الموقع الأثري إلى ⁴ *Adrian Burbrugger* و ⁵ *Ernest Mercier* رغم أن الموقع لا يزال لم يتم تحديد موقعه بعد. أثناء إكتشاف نقشية بترا في عام 1900 من قبل السيد بولاي، أكد هؤلاء الباحثون أن موقع ملاكو هو الذي وصفه *Ammien Marcellin* . كانت أبحاث القرن العشرين أكثر دقة وإستندت جميعها إلى الفكرة المؤكدة والمدمجة بين نص *Ammien Marcellin* والدراسة الكتابية لنقيشة بترا. هناك أيضا كتابات *Stéphane*

⁴ Burbrugger . A, La Grande Kabylie sous les Romains, 1853, pp. 1-39.

⁵ Mercier. E, Histoire de l'Afrique septentrionale (Bérbérie) depuis les temps les plus reculés jusqu'à la conquête française (1830). Tome 1, 1888, pp. 133-138.

*Gsell*⁶ الذي كتب العديد من المقالات المتعلقة بهذا الموقع، كتابات *Gabriel Camps*⁷ و *Denis Lengrand*⁸. تركز الفترة الحالية بشكل أساسي على أعمال فريق البحث⁹ من معهد الآثار ومختلف المساهمات التي قدمها كلا من *Christine Laporte Jean Pierre*^{10 11} و *Hamdoune*.

في التحليلات الأولى التي قدمنا بها من خلال المصادر الوثائقية المختلفة المذكورة أعلاه، لاحظنا أنه لم يتم ذكر سنة إنشاء الموقع الأثري لملاكو لكن تعرفنا على سنة تهديمه من خلال حملة قائد جيوش الرومان تيودوز. من هنا تتضح مهمة فرقة البحث لمعهد الآثار صعبة في فهم واستقراء الجانب التاريخي للموقع.

III. الإطار المناخي:

تعتبر الظروف المناخية من أهم مسببات تلف هياكل البنايات، نركز فيما بعد على أهمها في منطقة الصومام.

III.1. درجات الحرارة:

تتبع تغيرات درجات الحرارة في الأنهار تغيرات درجات حرارة الهواء، بناءً على البيانات التي تم جمعها على مدار 45 عامًا (1970 إلى 2015)، يتم استنتاج متوسط درجة الحرارة السنوية الإجمالية 18.39م°، بحد أدنى 7.3 م° (المتوسط الشهري الأدنى)، وهو ما يقابل أبرد شهر هو شهر فبراير، و 30,3م° (الحد الأقصى للمتوسط الشهري)، الموافق لشهر أوت من كل سنة. كما هو موضح في الجدول رقم 1.

⁶ Gsell St, 1902, pp. 21-46, atlas Archéologique de l'Algerie, 6, 148 et Note sur l'inscription d'Ighzer Amokrane, CRAI, 1901, p. 172.

⁷ Camps .G, Recherches sur les royaumes de Maurétanie des VIe et VIIe siècles, 1984, p.187.

⁸ LENGRAND. D, L'inscription de Petra et La révolte de Firmus, BCTH, n° 23, 1990-1992, pp.158-170.

⁹ Iaichouchen O, Ruines antiques de Bouathmane, revue Athar, n° 10, 2011, pp.49-64. Rapports de fouilles depuis 2014 jusqu'à 2019, Boukhenouf .A, Iaichouchen. O, note sur le site Mlakou, Revue Athar, 2014, Boukhenouf. A, Iaichouchen. O et autres, ibid.

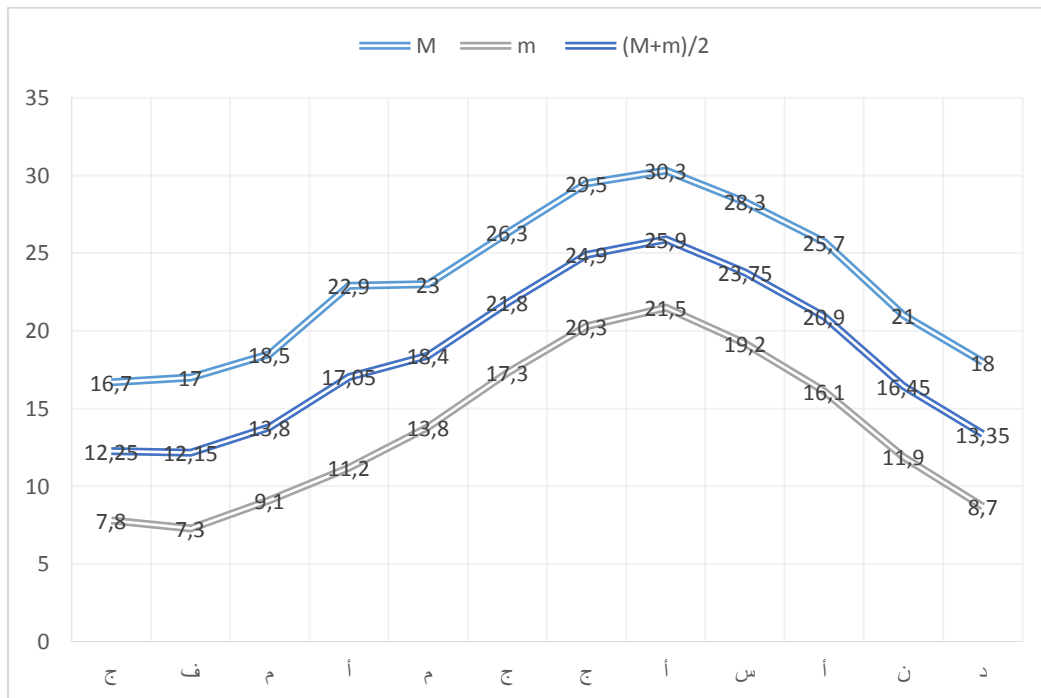
¹⁰ Laporte J.P, Actes du congrès de Lyon 12-14/10/2006, p.278-298, et 2007, p.23-30, et 2013, pp. 980-1002.

¹¹ Hamdoune C, Le paysage du pouvoir dans les tribus de la Mauritanie césarienne d'après Ammien Marcellin », p. 943-964.

الجدول رقم 1: يبين معدل درجات الحرارة الشهرية والسنوية¹²

الفترة	الشهر	ج	ف	م	أ	م	ج	ج	أ	س	أ	ن	د
1975 الى 2015	M	16.7	17	18.5	22.9	23	26.3	29.5	30.3	28.3	25.7	21	18
	m	7.8	7.3	9.1	11.2	13.8	17.3	20.3	21.5	19.2	16.1	11.9	8.7
	$\frac{(M+m)}{2}$	12.25	12.15	13.8	17.05	18.4	21.8	24.9	25.9	23.75	20.9	16.45	13.35

ومن أجل توضيح هذه التغيرات في درجة الحرارة، تطلب منا تمثيلها في منحنى بياني الموضح في الشكل رقم 1.



الشكل رقم 1: منحنى بياني لتوزيع المعدل الحراري لولاية بجاية.

2.III. التساقط:

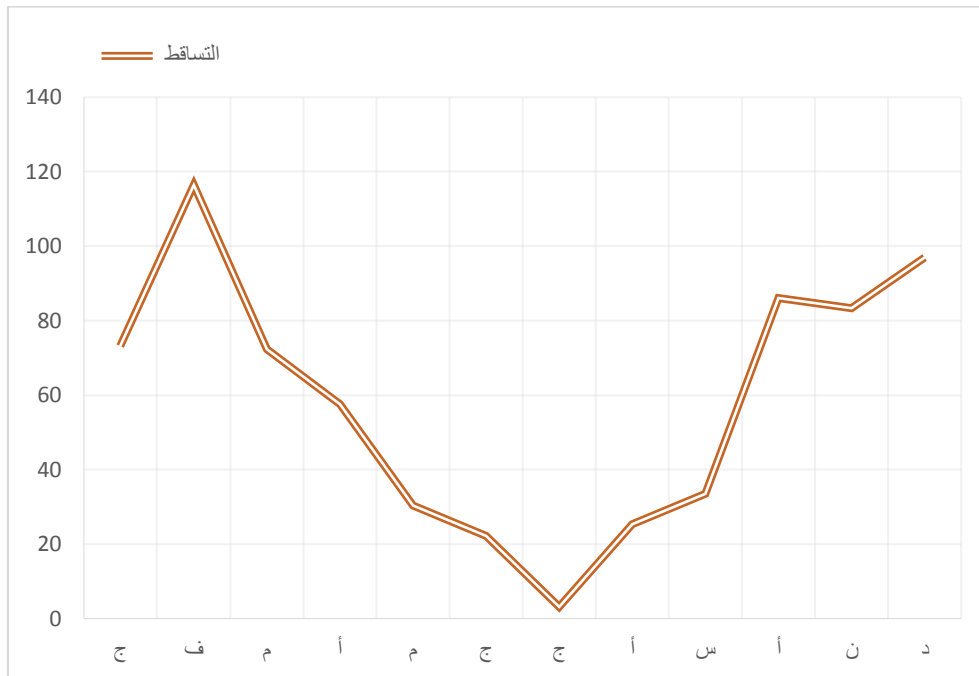
يُعتبر تساقط الأمطار من أهم العناصر المناخية، وهو يختلف من فصل لآخر، ومن سنة لأخرى، فتتنمي منطقة الصومام التي يتواجد فيها الموقع الأثري إلى القسم الشمالي

¹² عن ملحقة وكالة الأرصاد الجوي لولاية بجاية.

للولايات الداخلية للبلاد، فهي تعرف نسبة تساقط للأمطار لا تتجاوز 600 ملم. يظهر الإنخفاض المحسوس في نسبة تساقط الأمطار في منطقة واد الصومام جليا كلما إبتعدنا عن البحر وهذا راجع إلى طوبوغرافية الناحية الغير مستوية، فوجود السلاسل الجبلية التي تحصر المنطقة من الجهتين الشمالية والجنوبية والتي تعتبر حائط طبيعي توقف مرور التيارات الهوائية الحاملة للرطوبة. يتم تسجيل الذروة في فيفري (116.4 ملم) والحوض الصغير في جويلية (3.2 ملم).

الجدول رقم 2: يبين المعدلات الشهرية والسنوية للتساقط¹³

الفترة	الشهر	ج	ف	م	أ	م	ج	ج	أ	س	أ	ن	د	المعدل السنوي العام
1975 2015	تم	73.2	116.4	72.3	57.6	30.3	22.2	3.2	25.3	33.5	86.1	83.4	97	617.1

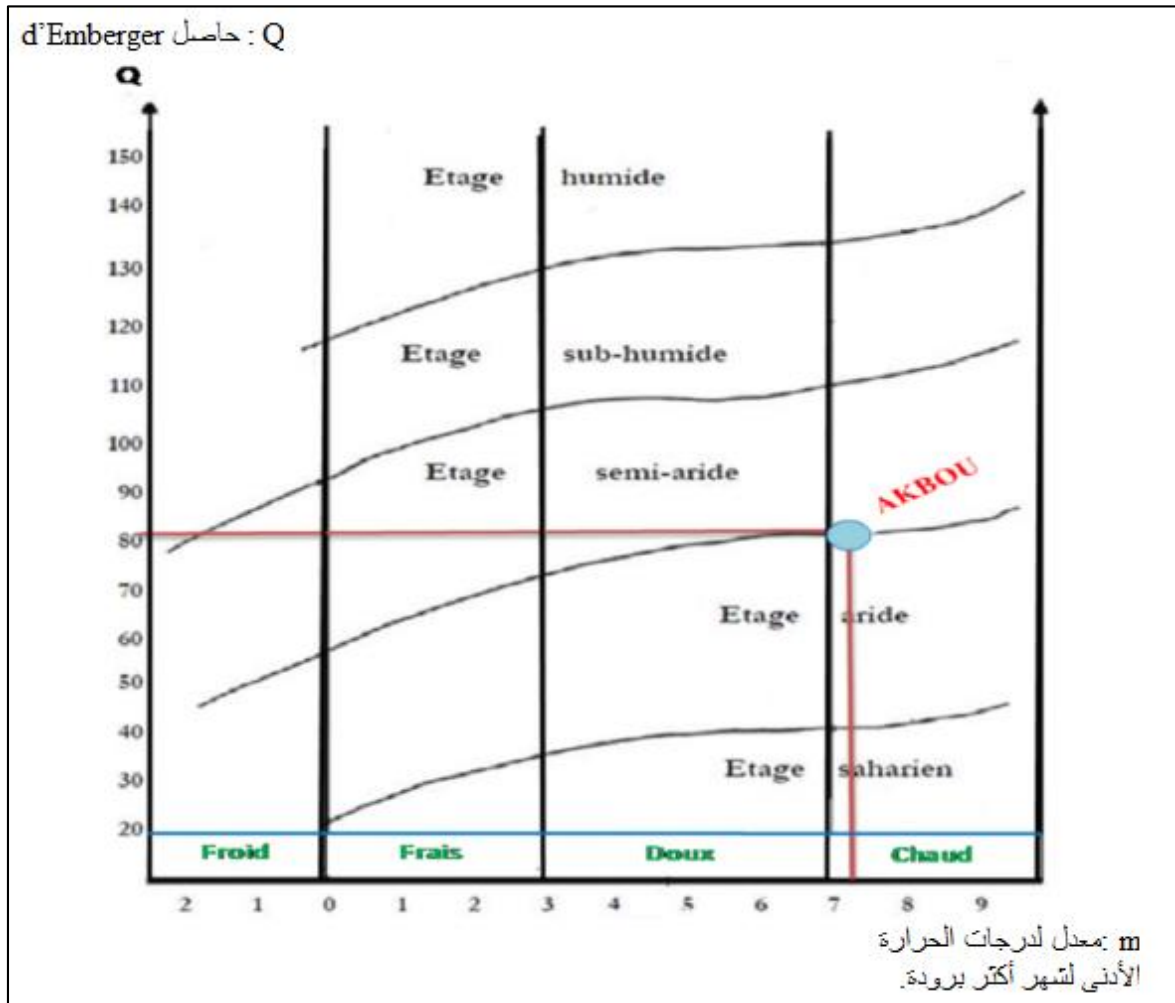


الشكل رقم 2: منحني بياني لتوزيع المعدلات الشهرية للتساقط في منطقة الصومام.

¹³ عن ملحق وكالة الأرصاد الجوية لولاية بجاية.

3.III. مخطط بيومناخي EMBERGER :

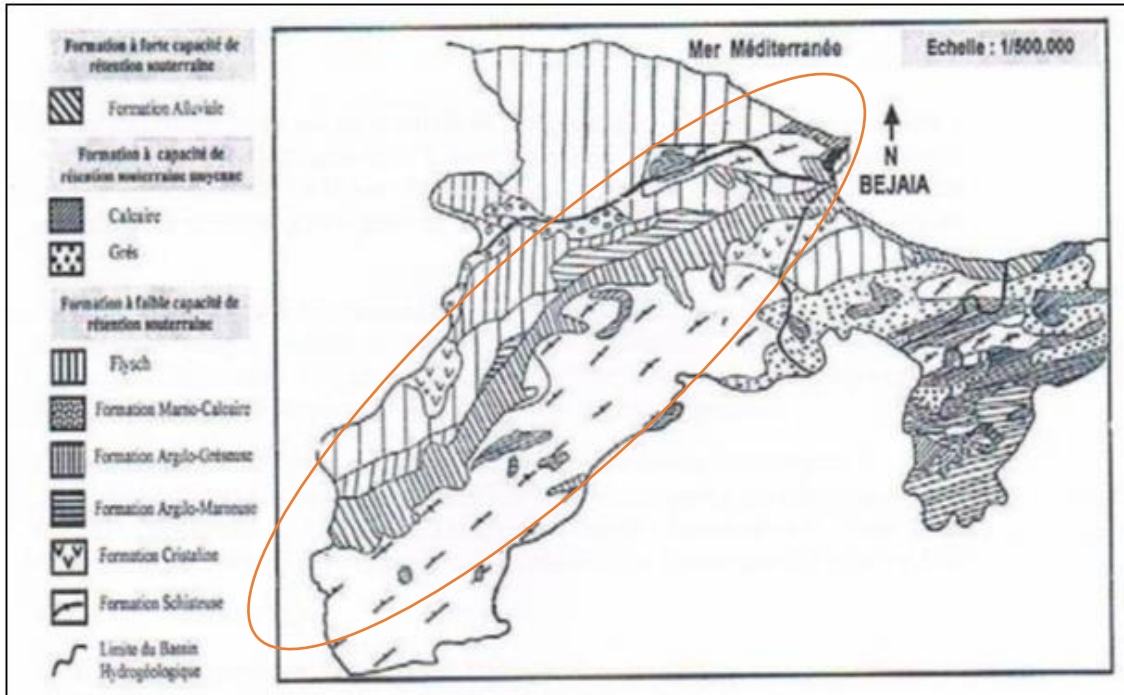
قام *Emberger* بتقسيم البيومناخي وذلك في المخطط رقم 2، أين عين كمية تساقط الأمطار بدلالة معدل درجة الحرارة لأشهر أكثر برودة، فتوصل إلى تعيين الأقسام التالية: قسم صحراوي، قسم جاف، قسم نصف جاف، قسم شبه رطب، قسم رطب، والقسم أكثر رطوبة. حيث أن بعد حساب حاصل *d'Emberger* والذي يساوي إلى 20,80 ملل/م° وبعد تعيين هذه القيمة في الشكل وحسب المعطيات أن درجة الحرارة المتوسطة الأدنى لشهر أكثر برودة وتساوي 7,2م° وبتحديد هذه القيمة على المحور الأفقي من الشكل. إن تقاطع هذه النقطة مع نقطة الحاصل يتم وفقها تحديد طبيعة البيومناخي وهو من نوع شبه جاف.



المخطط رقم 2: يبين مخطط *Emberger* لمنطقة الصومام.

VI. جيولوجية منطقة الصومام:

تُعد هضبة ملاكو جزء لا يتجزأ من ضفاف حوض الصومام، لذا فالحديث عن تابعها الجيولوجي لا ينفصل عن جيولوجية منطقة الصومام التي يشقها مجرى واد الصومام الذي يبدأ غربا من تلاقي مجري في بلدية تازمالت، يبدأ الأول من جبل عين لملاح بولاية الجلفة والثاني من سهول الشرقية لولاية البويرة، ويصب في النهاية في البحر الأبيض المتوسط. وعليه يمكن القول أن المنطقة مشكّلة من منخفض واد الصومام تحيط به سلاسل جبلية التي ذكرناها في تضاريس المنطقة، وهي: جبال جرجرة، جبال البيبان وأكفادو. لقد إرتأينا عرض تكوينات الجيولوجية للمنطقة في الخريطة رقم 2.



الخريطة رقم 2: تبين جيولوجية ولاية بجاية، Duplan 1952 in Zouggaghe, 2003.

هذه التكوينات المشكّلة من ترسبات طينية وحصباء فهي ناتجة عن الحت المائي للسلاسل الجبلية المحيطة به، وترتكز أساسا على طبقة عصر البليوسين *pliocène*. من حيث الطبقة

وكما عينه الباحثان دوبلان وحسيسن¹⁴ " *Hassissene Duplan* " فهي بالتكوينات الجيولوجية التالية :

- العصر الجيولوجي الرابع: الطمي الحديث والطين القديم.
- الميوسيني والبليوسيني : الصلصال والحجر الجيري والحجر الرملي على الحافة وداخل الوادي.

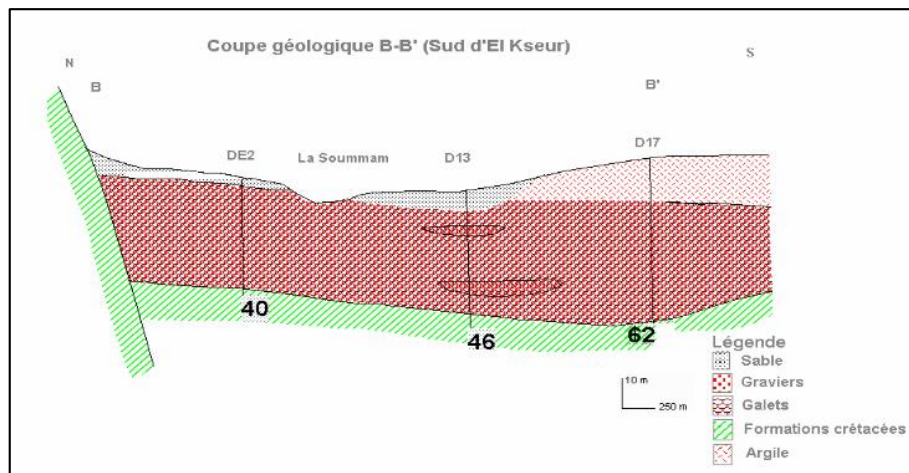
- العصر الطباشيري العلوي: المارن النضيدي " *marno-schisteux* " ينتهي الصخور الفتاتية على محور أغابالو - غوراية.

- ألبو أبتيان (*Albo-aptien*): تناوب الحجر الرملي والكوارتزيت مع النضيد الأخضر والأسود.

- نيوكوميان (*Néocomien*) : النضيد و المارن النضيدي وحجر كلسي.

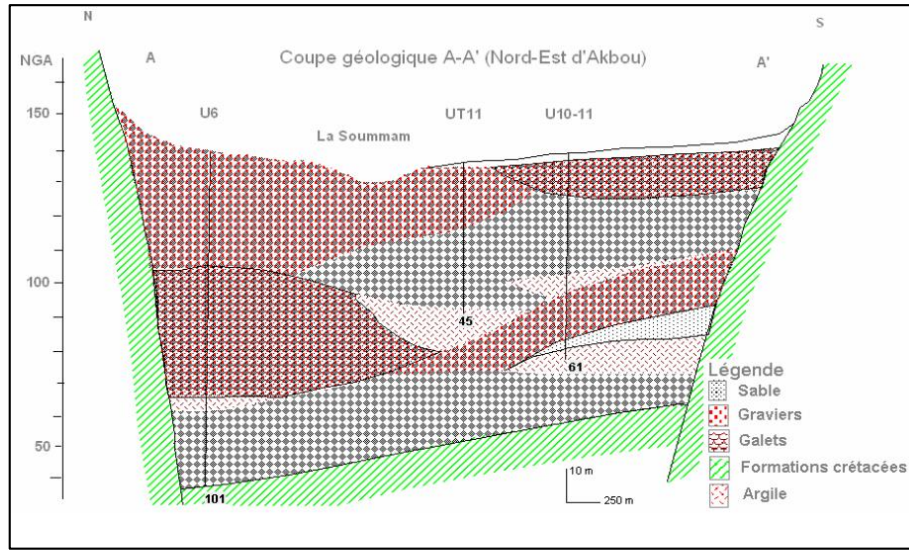
- العصر الجوراسي العلوي: الحجر الجيري والحجر الجيري الذي يحتوي على المارن والنضيد والحجر الجيري.

في محاولة منا التدقيق في التكوينات الجيولوجية للمنطقة التي تحيط بالموقع الأثري ملاكو والتي من شأنها قمنا بإعطاء معلومات عن مصدر مواد البناء المستعملة في تشييد هياكل الموقع، فقد استعنا بالمقطعين الجيولوجيين لجهتين مختلفتين من الموقع، من ناحيته الشمالية على مستوى بلدية القصر أما من جهته الجنوبية على مستوى بلدية أقبو، والمتمثلين في الشكل رقم 3 و4.



¹⁴ Duplan, l. Monographies régionales 1^{ère} série : Algérie N° 17 La région de bougie, 1952, p39.

الشكل رقم 3: مقطع شمال/شرقي مجرى واد الصومام، منطقة أقبو¹⁵



الشكل رقم 4: مقطع شمال/شرقي مجرى واد الصومام، منطقة لقصر¹⁶.

يوضح الشكل رقم 4، المقطع ش/ش على مجرى واد الصومام، منطقة لقصر، وجود عدة طبقات من الطين التي تنحصر بين طبقات الركام، ذات إمتداد صغير، كما نسجل تداخل بينها وبين طبقات الطمي والركام في المصفوفة التي يبلغ متوسط سمكها 90 م، ويبدو لنا أن هذا السمك متغيرة جداً.

في الواقع، يبلغ سمكها من 85 م عند مستوى ثقب الأسبار U10-11 إلى أكثر من 100م على مستوى ثقب الأسبار U6. الطبقة السفلية عبارة عن حجر جيري مارن، وفي بعض الأحيان عبارة من الشيست، ينتمي إلى العصر الطباشيري والذي يبدو أنه يحد من الخزان على كلا الجانبين، كما يظهر في الشكل رقم 3، وهي عبارة عن مقطع جيولوجي، تم إنشاؤه في شمال/شرقي منطقة أقبو.

ترسبات الزمن الجيولوجي الرابع والتكتلات الميوسينية لها سمك تراكمي يتراوح من 40 م إلى أكثر من 45 م عند مستوى الحفرة الأسبار D13 كما هو موضح في المقطع B-B تم

¹⁵ Kessasra. F, étude hydrogéologique sous l'aspect de la modélisation mathématique en vue d'une gestion rationnelle des écoulements souterrains de la vallée de la Soummam, thèse de magister, 2006, p20.

¹⁶ Kessasra. F, ibid, 2006, p20.

انشاءه جنوب مدينة القصير. تختلف طبيعة الطبقة السفلية بشكل جانبي، فهي عبارة عن نتوء من الحجر الجيري المارني على الضفة اليمنى، ولكن على الضفة اليسرى، يوجد غطاء طيني أحياناً رملي وحتى حجر رملي من النوميدي يعلو الخزان، مما يجعله محملاً وبالتالي يشكل عتبة هيدروليكية.

V. مواد وتقنيات البناء :

لقد اختلفت مواد البناء المستعملة في تشييد قصر بترا، واختلف نوعها تبعاً للوظيفة التي أنيطت لها والوضعية التي رصت فيها في هياكل البنايات. ولقد استلهمها البناء من البيئة المحيطة به، مما ينقص عليه متاعب النقل. تتمثل هذه المواد في الحجارة على مختلف أحجامها التي تستعمل على شكلها الطبيعي أي دون عملية التهذيب والحجارة الكلسية المصقولة، ضف إلى الحجارة فقد استعمل الملاط الجيري لرصها والأجر، ...

لقد سمح من استعمال هذه المواد من تشكيل هياكل من البنايات فريدة من نوعها، ما زالت تتصارع مع الزمن. فيُعد الإلمام بمواد وتقنيات البناء المستخدمة في تشييد بنايات موقع ملاكو من المواضيع الهامة، لما توفره من معلومات تساهم في فهم وإدراك آلية تدهور هياكل البنايات قصد الوصول إلى أنجع الأساليب العلاج والوقاية.

1.V. مواد البناء :

استعمل الإنسان في تشييد مختلف هياكل الصرح، مجموعة من المواد إما ذات أصل طبيعي كالحجارة والرمل أو مشكلة كالملاط الجيري والأجر والقرميد. إن استغلال المواد المتوفرة في المحيط أو الوسط الذي يعيش فيه الإنسان، وهذا دليل على تأثير البيئة المحيطة بالإنسان على نشاطه وتفاعله معها. ومن جانب آخر كانت هذه المواد تتلاءم مع طبيعة المناخ الذي يعيش فيه الإنسان، وتعتبر بذلك الطبيعة الإنسانية التي يغلب عليها الطابع الاستغلالي. سوف نعرض فيما بعد إلى أهمها.

1.1.V. الحجارة:

عُرِفَت الحجارة كمادة بناء منذ فترة فجر التاريخ، واستعملت كصخور بمختلف أحجامها في البنايات الميقاليتية أو في بنايات أخرى أو في هيئتها المنحوتة (مصقولة) والتي تعطي هياكل بنايات منتظمة.

تعتبر الحجارة من بين مواد البناء الأكثر استخداماً وأكبرها مقاومة، استخدمت في التشييد والبناء والتعمير، وتفنن البناء في استعمالها على مر العصور، كما تعتبر إحدى مواد البناء التي أظهرت التفوق المعماري وخاصة في الفترة القديمة، وما وصلنا من آثار مبنية بالحجارة تعود إلى قرون غابرة كدليل على تفوق هذه الحجارة وأهميتها في صنع شواهد خالدة.

لقد تعددت محاجر جلب حجارة البناء، منها ما يستخرج على ضفاف واد الصومام، ما يجلب من واد الصومام والنوع الآخر مصدره جبل قلدأمان.

الركام Moellons:

لقد لجأ ببناء موقع ملاكو في استخدام حجارة مجلوبة من واد الصومام ونطلق عليها الركام (*galets schisteux*)، وهي عبارة عن حجارة طبيعة غير مصقولة، وبأحجام صغيرة أو متوسطة، ذات النشأة النهرية (ترسبات نهريّة لواد الصومام) وتتملك أشكال شبه دائرية أو أسطوانية بسبب نقلها عن طريق مجرى واد الصومام الأمر الذي كسبها سطح خارجي أملس.

يعتبر هذا النوع من الحجارة، أكثر استخداماً في بناء المنشأة الصناعية الجنوبية للموقع الأثري ملاكو، فقد استخدم على الهيئة الخامّة، لم يطرأ عليه أي تغيير يذكر، شكله شبه دائري، تشكل عند المجاري المائية لواد الصومام. تم استعمال هذا النوع من الحجارة في بناء الأسوار، وسنّدات أرضية الأحواض، وكذلك سنّدات درجات السلالم، حيث يمزج مع الملاط الطيني وكذلك وفي غالب الأحيان مع الملاط الجيري.

إن الهدف من استخدامها في بناء أسور هياكل المنشأتين في وقرتها في المنطقة وسهولة استعمالها.

الحجارة الكلسية المصقولة:

وهي حجارة من أصل كلسي من صخور الكربونات وهي بدورها صخور رسوبية كيميائية أو بيوكيميائية المنشأ وتحتوي أساساً على كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ والذي يرسب كيميائياً من المحلول المائي¹⁷، يتميز هذا النوع من الحجارة الجيرية بخفة وزنها وذو مظهر خشن، وتتواجد في صورة طبقية بشكل عام¹⁸، فقد كان من السهل تقطيعها وتشذيبها للحصول على كتل حجرية ذات أوجه مستوية. إستخدم هذا النوع من الحجارة في بناء المنشأة الصناعية الجنوبية للموقع الأثري ملاكو، في مواضع محددة جداً، والتي تتميز بأنها ذات درجة إحتكاك كبيرة مع تنقل العمال، ويظهر هذا في بناء جل دراجات السلام بهذا النوع من الحجارة، بشكل مصقول من أربعة أوجه، الظاهرة فقط للعيان، في حين الوجهين القاعدي والجانب الخلفي، كونهما يتصلان بسند من الملاط الجيري فلم يطرأ لهما أي صقل، ويظهر هذا من خلال سوابب الأحجار المأخوذة. كما تم إستعمال هذا النوع من الحجارة في المعلم في تشييد الأعمدة حاملة السقف، بهيأة مصقولة بشكل متوازي المستطيلات، بقاعدة مربعة، وارتفاع مختلف من حجارة إلى أخرى. كما تم إستخدام الحجارة الكلسية المصقولة عند زوايا التقاء الأسوار، نذكر الزاوية الشمالية الشرقية، عند التقاء السورين Mr001 و Mr004 (الصور رقم 3). كذلك إستعملت الحجارة الجيرية ذو اللون الأخضر الفاتح، في تهيئة القنوات التي تصل أحواض المستوى العلوي بأحواض المستوى الوسطي لقسم الاحواض الشمالية (اللوحة رقم 10).

إلى جانب الركام، فإستخدم في بناء المنطقة الحجارة الكلسية المصقولة ذات لون مائل إلى الإصفرار، ينتج هذا النوع من الحجارة من ترسيب كربونات الكالسيوم من المياه الباطنية حول مجرى واد الصومام أو من حوض الصومام*، وهي تتكون تقريباً من 60 إلى 70% من

¹⁷ عيساوي بوعكاز، طرق حفظ وصيانة مواد بناء الموقع الأثري جميلة «كويكول» -حالة الحجارة الكلسية-ماجستير، جامعة الجزائر 2، 2009، ص 43

¹⁸ هاملتون: المعجم الجيولوجي المصور في المعادن والصخور والحفريات، ترجمة د. محمد عوض الله، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة 1999، ص 214 .

* هناك أثار لترسبات المياه على واجهة الهضبة التي شييد عليها الموقع من الجهة التي تطل على مجرى واد الصومام.

الكالسييت مع نسب معتبرة من الكوارتز، فضلاً عن ذلك، فهي تمتلك بنية حبيبية متماسكة، ويصنف هذا النوع من الحجارة ضمن التوفا الكلسية*.

للإشارة أن الخريطة رقم 2 الجيولوجية بالإضافة إلى الشكلين 3 و4 اللذان يبينان التكوين الجيولوجي لواد الصومام والتي يحتوي على ضفاهه على الحجارة الكلسية، وبناءً على تحليل لفلسفة إختيار الموقع الأثري ملاكو والمواد المستعملة في تشييده والتي يغلب عليها الطابع الإنتهازي فهناك إحتمال كبير أنه تم جلب هذا النوع من الحجارة من ضفاف مجرى الوادي.

2.1.V. الملاط:

هو عبارة عن مادة لدنة متماسكة صلبة، كما أنها تملك قدرة الإلتصاق مع مواد البناء التي توضع عليها¹⁹، وهي تستخدم لربط وحدات الأبنية، منها الحجارة، الأجر، الطوب، ... وتستخدم أيضا لكساء الجدران " التلبيس"، ويلعب أيضا دوراً هاماً في إعادة تسوية الجدران المبنية بالحجارة الغير منتظمة.

يُعد الملاط من بين أهم المواد المستعملة بين أجزاء البناء، أو لكساء الجدران والأرضيات، حيث يسمح بتوزيع متساوي للقوى المؤثرة عند نقاط تماس المواد فيما بينها، شرط أن تكون طبقة الملاط ذات سمك معين ومنتظم. كما يلعب الملاط دوراً هاماً في إعادة تسوية المسافات الغير منتظمة في البناء، لذا فإن كلما كانت المواد والتقنية غير منتظمة كلما زادت كمية الملاط المستعملة²⁰. كما يتطلب توفر الملاط المستعمل في البناء على مقاومة ميكانيكية التي تحميه من التفتت تحت تأثير الأحمال الناتجة عن وضع مواد البناء فوق بعضها البعض، بالإضافة إلى مقاومته للعوامل الطبيعية، لذا فإستعمال الملاط في البناء، يهدف إلى الحصول على مقاومة ميكانيكية تقارب إلى حد كبير مقاومة مواد البناء²¹. هناك عدة صفات يجب أن تتوفر في الملاط، وهي:

* هناك فرق بين التوفا pierre calcaire travertin والتوف pierre tuf calcaire. والتي يمكن إستعمالها لصناعة أجود أنواع من الجير. ننتظر ما تصفر عنه نتائج التحاليل المخبرية للتحقق من ذلك.

¹⁹ - عميرى إبراهيم، مواد وتقنيات العمارة القديمة، مطابع الهيئة العامة السورية للكتاب، 2010، ص 105.

²⁰ Nachtergral. C, agenda du bâtiment, édition de book Bruxelles, 1984, p35.

²¹ Vorobiev. V, matériaux de construction, édition MIR, Moscou, 1967, p94.

الطراوة: حيث يجب أن تكون كافية لكي يكون تطبيقها وتوضعها سهلا. إمكانية الاحتفاظ بالماء: حتى لا يفصل الملاط على شكل طبقات أثناء نقله أو فرشته على قاعدة مسامية، مما يسبب فقدان الماء منه وعدم بقاء الكمية الكافية من الماء لحدوث التفاعل اللازم للجفاف والتصلب.

المتانة: تتعلق بمواصفات المكونات ونسبتها، حيث يجب أن يكون الملاط متين ولكن أقل من متانة المادة المطبقة عليه.

المسامية: يجب أن تكون مساميته قريبة من مسامية المادة المطبقة عليه أو أكثر. فالملاط الذي يستعمل لربط وحدات البناء يكون أقل من نسبة الماء من الملاط الذي يستعمل في تلبس الجدران.

يختلف أنواع الملاط حسب تركيبته المشكلة منه، من طبيعة الماسك والجسم الذي يكون هيكل الملاط، ويمكن تميز ما يلي:

1.1.1.V الملاط الجيري:

نتحصل على الملاط الجيري بصورة عامة على شكل عجينة وتصبح صلبة حين تجف، وتتكون أساسا من الجير الذي يعتبر المكون النموذجي للملاط الجيري، بالإضافة إلى الرمل الذي يجب غسله قبل استخدامه، وذلك للتخلص من الأملاح التي قد تسبب ظاهرة التزهير وكذلك التخلص من الطين والمواد العضوية التي تعمل على إبطاء عملية التصلب²²، حيث يدعم بالجير ليكسبه صلابة كبيرة، كما يضاف إليه مسحوق الآجر²³. وقد لاحظنا أن الرمل الذي يستعمل في تشكيل ملاط الموقع يجلب من واد الصومام وهو غني بنسبة كبيرة من الحبيبات الدقيقة، يحتمل أنها من صنف المونتموريونيت (*Montmorillonite*) ناتجة من تقنت الصخور الأولية.

تم استعمال الملاط الجيري في المعلم بصفة كبيرة جدا، تقريبا يدخل في تركيب كل العناصر المعمارية، فقد نجده في بناء الأسوار وطبقات التلبس، كذلك ركائز أرضية الأحواض وتهيأة أرضية الأحواض، ونجده كذلك في تهيأت أرضية منطقة الانتقال -الحيز

²² Nachtergral. C, agenda du bâtiment, édition de book Bruxelles, 1984, p35

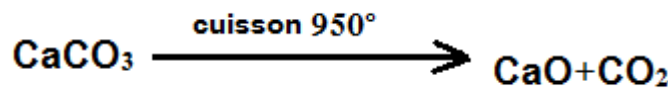
²³ Ouvrages de pierre de taille, Sous-direction des monuments historiques mission études et travaux, France, 2003, pp13-14.

الموجود بين المنشأتين-. في حين لا نسجل وجوده في بعض المواضع كالطبقة الأولى من ركيزة أرضيات أحواض المستوى الأول من قسم الأحواض الشمالية، كذلك ركيزة أرضية الحوض ح9 من قسم الأحواض الجنوبية، كذلك بالنسبة للأعمدة المتواجدة في منطقة الإنقال، أما التي تتواجد على مستوى قسمي الأحواض فهي موضوعة فوق الأسوار.

الجير:

يلعب الجير في تركيبة الملاط دور الماسك (*liant*)، نتحصل عليه بشكل عام من المواد الخام الموجودة في الطبيعة والتي تتكون أساسا من كربونات الكالسيوم "CaCO₃" الكالسييت"، مثل الحجارة الجيرية والأصداف البحرية والرخام²⁴. ولكن عند وجود كربونات الماغنيسيوم MgCO₃ بنسبة تزيد عن 20% يصبح لدينا جير دولوميتي والذي يعطي خصائص جيدة في أعمال البناء من حيث ليونته وحفظه للماء، وبالرغم من ذلك فهو غير صالح لأعمال الترميم ودائما ما تستخدم ملاط الجير²⁵. فقد لاحظنا أن الجير المستخدم في بناء هياكل البنايات في الفترة القديمة، فمصدره الأساسي هو الحجارة الجيرية.

تتطلب صناعة الجير متابعة عدة مراحل، تبدأ من استخراج المادة الأولية على شكل كتل صخرية، وتستعمل في ذلك الوسائل اليدوية (معاول، الفؤوس)، ثم نقلها وتوجيهها إلى ورشات العمل والإعداد، أين تخضع لعمليات الهرس والفرز والتحجيم²⁶. ثم تحرق عند درجات حرارة ما بين 850 - 950 °م في أفران حرق خاصة مصممة خصيصا، وتتم خلال هذه المرحلة عملية الكلسنة، حيث يتم فيها التخلص من ثاني أكسيد الكربون CO₂، والحصول بذلك على أكسيد الكالسيوم CaO²⁷، ويدعى الجير الحي وهو في صورة كتل وليس مسحوق. نعبر عن التفاعل الكيميائي الذي يحدث وفق المعادلة التالية:



²⁴ Ashurst. J: Mortars for stone buildings, in: Conservation of building and decorative stone, P.2, BH, 1990, PG.78.

²⁵ Elert, K & Others: Lime Mortars for the Conservation of Historic Buildings, in: Studies in Conservation, Vol. 47, No. 1, 2002, pp. 62-75.

²⁶ Ghomari. F, Science des matériaux de construction, université Boubekr Belkaid, faculté des sciences de l'ingénieur, Département génie civil, 2007/2008.

²⁷ Torraca. G: Porous building materials, 2nd edition, ICCROM, 1982, P.67.

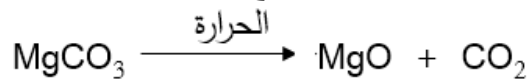
يستخدم في حرق المادة الأولية للحصول على الجير نوعين من الأفران:

الفرن العمودي أو الفرن المستقيم:

على غرار الأفران البدائية، يكون عموماً على شكل أسطوانة صلبة قطرها 2م ويبلغ ارتفاعها 8م. الفرن مبطن داخلياً بمادة مقاومة للحرارة ومقاومة للتآكل والصدأ. وهو يتضمن أيضاً مروحات للجذب، وقد تم تجهيز الجزء السفلي مع شبكة للدفع. بإجراء عدة تحسينات في السنوات الأخيرة أصبح الفرن المستقيم الحلقي أكثر اقتصاداً من ناحية استهلاك الطاقة. يمكننا أن نميز الأفران المستقيمة القديمة التي تستخدم الوقود الصلب (الفحم، الكوك المعدنية)، تستهلك نحو 150 كغ من الفحم في إنتاج طن واحد من الجير مع نسبة إنتاج منخفضة نسبياً تتمثل في بضع العشرات من الأطنان يومياً. الأفران المستقيمة الحديثة، بدورها، تستخدم أنواع مختلفة من الوقود مثل النفط، الغاز، وغيره من أنواع الوقود من أصل نباتي. الطاقة الإنتاجية لهذا النوع من الأفران كبيرة، حيث تقدر بـ 150 إلى 500 طن في اليوم الواحد.

الأفران الدوارة:

لها نفس خصائص الأفران المستخدمة في صناعة الإسمنت. لصناعة الجير تحرق المواد تحت درجة حرارة تتراوح بين 1000م° و 1300م°، وهذا يتغير حسب نوع الجير. يملأ الحجر الجيري من أحد طرفي الفرن، ليمر عبر منطقة التسخين المسبق، هذه العملية مهمة تسمح بتبخير الماء الحر في الحجر ومنع انفجار الكتل، ثم يمر الحجر في المنطقة الثانية ليخضع لعملية التكلس وهو نزع غاز ثاني أكسيد الكربون في درجة حرارة تصل حدود 900 م°. بالنسبة للدولوميت تتم عملية نزع أكسيد المغنيزيوم تحت درجة حرارة 400 م°²⁸. تفاعل ماص للحرارة يتطلب 425 كغ من الحريات لـ 1 كغ من الحجر الجيري.



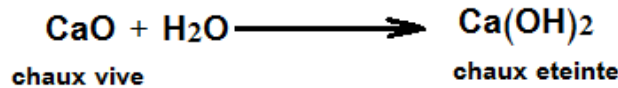
²⁸ Laurent. J P, Histoire des techniques, intervention n° 6, techniques romaines : la chaux, 2004.

بخار الماء مع البخار الناتج من غازات المداخن يساهم في التكلس الجيد للحجر الجيري. بعد ذلك يواصل الجير طريقه إلى المنطقة الثالثة وهي منطقة التبريد، قبل أن يتم استخراجها. وصول الهواء النقي إلى الجزء السفلي من الفرن يخلق تيار هوائي يتدفق عبر الفرن في اتجاهين متعاكسين ما يساهم في المراحل المتبعة في صناعة الجير.

يتم الحصول على الجير الحي في صورة كتل وليس مسحوق، حيث من الأفضل عند نقع الجير الحي في أحواض الإطفاء أن يكون في صورة كتل²⁹.

وتتم عملية إطفاء الجير هي عملية تفاعل الجير الحي مع الماء، مباشرة بعد تبريد الجير الحي لمدة لا تزيد 3 أيام، حتى لا يتعرض الجير الحي للرطوبة الموجودة في الهواء؛ وبالتالي يتعرض للإطفاء. وبعدها تُوضع الجير الحي في أحواض أو براميل مملوءة بالماء، مع مراعاة إضافة الجير إلى الماء وليس العكس، أن يترك جزء فارغ في أعلى الحوض نظراً لتمدد الجير عند إطفائه واحتياجه إلى إضافة مزيداً من الماء، مع إمكانية تحريكه بين فترة وأخرى. هذه العملية هي كذلك طاردة للحرارة (15500 حريرة / مول.غ، تحت درجة حرارة = 150 م°)³⁰ ويجب أن يتم غطس الجير بعناية لأن العملية يمكن أن تسبب تفرقاً أو انطلاق الدخان. وكذلك يستحسن وضع الجير الحي في صورة كتل وليس مسحوق.

ينبغي أن نذكر أنه للحصول على جير جيد يجب أن تتم هذه العملية بدقة عالية، بحيث أن استخدام كمية مناسبة من الماء يعطي مسحوق هيدروكسيد الكالسيوم جيد (مسحوق جير مميّه)، أما إذا زادت كمية الماء المستخدمة ينتج كتلة ناعمة وشحمية تعرف بـ (عجينة الجير)³¹. يترك الجير في الماء لأطول فترة ممكنة ولكن بعد 4 أيام يتم رفعه وتصفيته من الشوائب³². وقد يستغرق أشهر للحصول على جير مطفي (هيدروكسيد الكالسيوم). يمكن التعبير عن التفاعل الذي يحدث وفق المعادلة التالية:



²⁹ سلمان أحمد المحاري، حفظ المباني التاريخية، مبان من مدينة المحرق، 2017، ص 87.

³⁰ زروال رضوان، إعداد تركيبة لملاط الجير لترميم المباني الأثرية "قلعة الجزائر أنموذجاً"، رسالة ماجستير، 2011، ص 33.

³¹ Battel & Others: Lime and lime mortars, In: Conservation and design guidelines for Zanzibar Stone town, Geneva, Aga Khan Trust for Culture, 2001.

³² Battel & Others : ibid, 2001.

تسمح هذه العملية بتحول الجير الحي إلى الجير المطفأ، ويكون مصحوبا بزيادة في الحجم وينتج هذا عن تغيير في التركيب الجزيئي بتشكيل إير من هيدرات الجير، في وقت الإستخدام، يجب أن يكون الجير مطفأ بشكل كامل، لئلا يحدث إنتفاخا في المبنى³³.



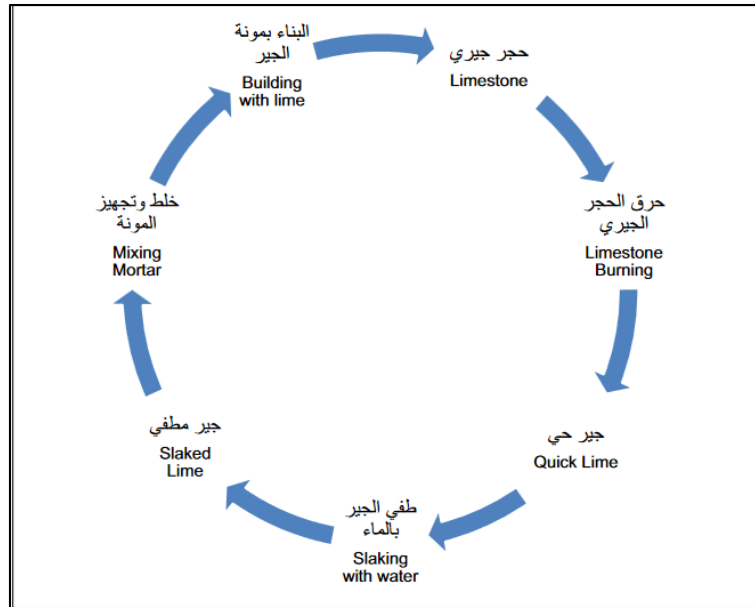
الصورة رقم 3: تبين عملية إطفاء الجير في موقع ملاكو.

تتم عملية تنقية وتصفية الجير المطفي للتخلص من الشوائب والكتل غير المحترقة جيدا بعد إنقضاء مدة عملية الإطفاء، وذلك باستخدام منخل أو قطعة قماش بفتحات تتراوح ما بين 1-2 ملم، ويرعى أثناء التصفية أن يتم دعك والضغط على العجينة³⁴. ينقل الجير في براميل مملوءة بالماء ويترك لحين الحاجة للاستعمال، حيث يجدر أن نذكر أنه كلما كانت مدة التخزين طويلة والتي قد تصل إلى سنوات كلما تحصلنا على جير ذو نوعية جيدة. كما يمكن أن نذكر في عملية التخزين أنه هناك تخزين في الماء ليعطي جير على شكل عجينة، أو تخزين في أكياس في حالة جافة يعطي جير على شكل غبرة أو مسحوق. ولا بد من الإشارة إلى أن عملية تصلب الجير يتطلب التهوية وجفافه بشكل

³³ Laurent. J P, Op.cit. 2004.

³⁴ سلمان أحمد المحاري، المرجع السابق، 2017، ص88.

تدريجي، وأن فقدانه للماء يسبب تقلصه وإنكماشه³⁵. ومن الأهمية، معرفة أن الجير المطفأ عند استخدامه فإنه يتصلب عن طريق تفاعله مع ثاني أكسيد الكربون الموجود في الهواء وتبخر الماء منه ليتحول مرة أخرى إلى كربونات الكالسيوم وفق المعادلة الكيميائية التالية:



المخطط رقم 4: يوضح مراحل تحضير الجير لاستخدامه كملاط في أعمال البناء³⁶

وتجدر الإشارة إلى أن هناك نوع آخر من الملاط الجيري وهو الملاط الهيدروليكي. ومن الطرق التي يتم الحصول بها على الملاط الهيدروليكي، نذكر حرق الحجر الجيري مع الطين حيث يؤدي إلى تكوين مركبات جديدة ذات خصائص هيدروليكية نتيجة تفاعل الجير مع السليكا والألمنيوم وأكاسيد الحديد، وأيضاً بإضافة بعض المواد البوزولانية والبركانية أو الرماد للجير³⁷. نتحصل في هذه الحالة على ملاط ذو مقاومة ميكانيكية كبيرة مقارنة للحجارة المستعملة في البناء وبالتالي يستحسن عدم استعمال هذا النوع من الجير خاصة في الترميم، لأننا دخلنا مجال ماسك الإسمنت.

³⁵ Torraca: op. cit, P. 69.

³⁶ سلمان أحمد المحاري، المرجع السابق، ص88.

³⁷ Elena. C & Others: hydraulicity in lime mortars revisited, rilem TC-167COM International Workshop, University of Paisley, May 1999.

2.1.1.V. الملاط الطيني:

يعتبر الطين من أقدم مواد البناء التي عرفها الإنسان واستخدمها في إنتاج عمارته الأولى في عصور ما قبل التاريخ وبعد إنتقاله من الكهوف والمغارات في الجبال إلى السهول والوديان والهضاب³⁸. يتم تشكيله من تربة صلصاليه، والتي عند مزجها بالماء تصبح مادة تستعمل في البناء كرابط يتمتع بمرونة عالية. ويتكون الطين أساسا من سيليكات الألومنيوم المائية، والصلصال أو الطين لفظ يستعمل للإشارة إلى تلك المواد الترابية التي يقل قطر حبيباتها عن 256/1 من المليمتر والتي تصبح سهلة التشكيل³⁹.

يجدر الذكر أن استعمال هذا النوع من الملاط في البناء في المعلم كان على مستوى السور Mr015، يمثل نسبة صغيرة جدًا مقارنة مع استخدام الملاط الجيري. كما يمكن القول أن استعمال هذا الملاط في المعلم، خير دليل على أن الموقع الأثري ملاكو عرف على الأقل مرحلتين إستغلال. وتعتبر مرحلة استخدام الملاط الطيني هي مرحلة لاحقة، كونها تركز على تهيئة معمارية مبنية أساسا بالملاط الجيري، أي سور الدعامة الغربي Mr003 يحوي Mr015. كما تم استعمال هذا الطين كرابط مع حجارة الشيست، في إنشاء سندات أرضية الأحواض، ونذكر، الطبقة الأولى للمستوى العلوي لقسم الأحواض الشمالية، كذلك الطبقة الأولى لركيزة أرضية الحوض ح8، بالنسبة لقسم الأحواض الجنوبية، كما تم استعمال التربة وحدها في إنشاء ركيزة أرضية الحوض ح9 بالنسبة لقسم الأحواض الجنوبية.

2.V. تقنيات البناء:

إعتمادًا على الملاحظة الميدانية وعلى تحليل نظري لتقنية البناء المتبعة في تشييد المنشأة الصناعية الجنوبية للموقع الأثري ملاكو، مع أخذ بعين الاعتبار مراحل التشييد. على هذا الأساس نلخص تقنية ومراحل بناء المعلم، موضوع الدراسة.

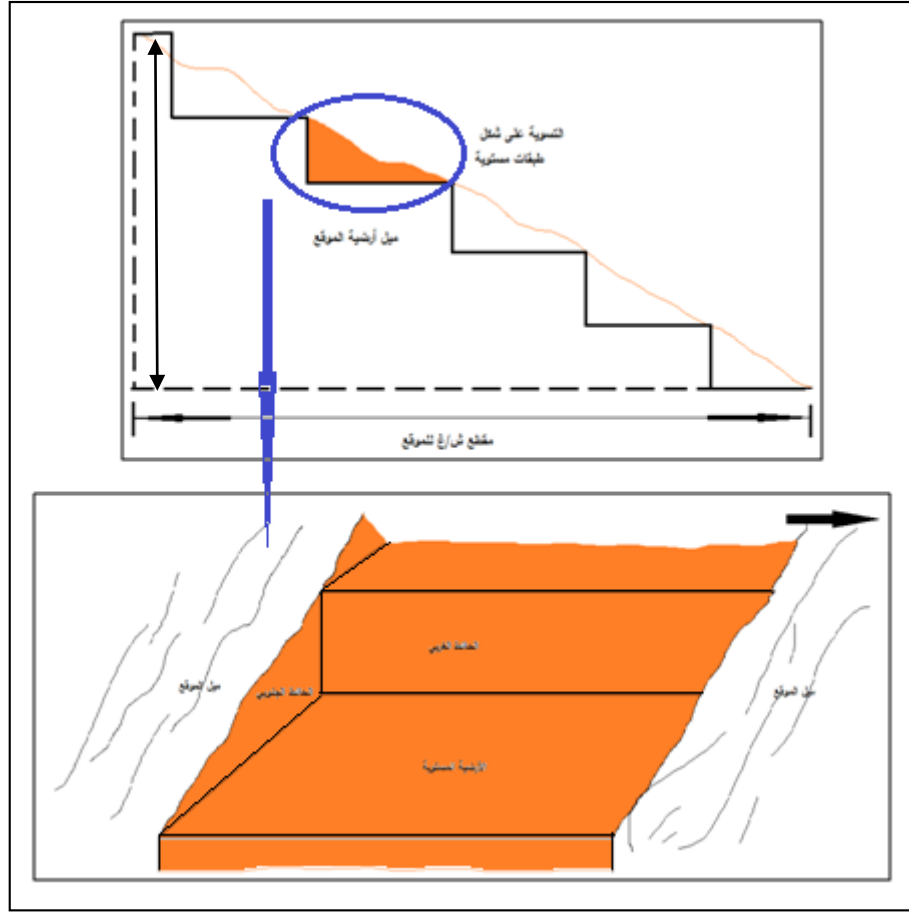
أثرت طبوغرافية الموقع على الهيئة المعمارية العامة، إذ رأى مشيد قصر بترا أنه لا يمكن بناء معلم ذو بنية فيزيائية مستقرة على منحدر، فقام بعدة تعديلات قصد تهيئة الموقع

³⁸ عبد الرقيب طاهر، الخصائص والقيم المعمارية لعمارة الطين في اليمن، مؤتمر الحضارة الإنسانية من المغارة إلى العمارة، دراسات وبحوث المؤتمر، جمعية بيروت التراث، 6-7 نوفمبر، 2001م، ص105.

³⁹ Robertson, K & Bish, D: The Dehydration Kinetics of Gypsum: The Effect of Relative Humidity on Its Stability and Implication in The Martian Environment, Lunar and Planetary Science XXXVIII, USA, (2007).

بوضع مصطبات أو طبقات أفقية (أرضية مستوية) تسمح بالبناء والتحكم في مختلف القوى الفيزيائية التي من شأنها أن تلحق الضرر بالبنائيات، مع تجهيزه بمجموعة من السلاالم التي تقطع الموقع من الأسفل إلى الأعلى قصد التنقل في أرجائه بكل أريحية وسهولة.

تعتبر مرحلة التسوية أو تهيئة الأرض أولى المراحل التي قام بها المشيد أو البناء، و الهدف منها هو وضع البناية على قاعدة أرضية مستوية و توفر بذلك التوازن في توزيع القوى الضاغطة الناتجة عن توزيع الكتل المعمارية لكي يضمن صلابة الوحدة المعمارية ويقوي من مقاومة الكتلة المعمارية للعوامل الفيزيائية المختلفة. هذه التسوية إستفاد منها الموقع ككل نظرًا للخصائصه الطبوغرافية التي يتميز بها، وأيضاً التخلص من الطبقة الجيولوجية الحديثة التكوين والتي تتميز بالهشاشة وعدم الإستقرار فيزيائياً. لم نعثر لحد الساعة على مستوى الموقع أثناء الحفريات الأثرية المبرمجة على الأدوات المستعملة لغرض التسوية. فقد يرجح إستعمال الفؤوس الحديدية للحفر و مجرفة حديدية للرفع الأثرية الناتجة من الحفر وكذلك العربات اليدوية لرمي التراب خارج نطاق العمل.



المخطط رقم 5: رسم تخطيطي لعملية التسوية (تهيئة الأرضية).

يعتبر أسلوب البناء هو الطريقة والكيفية المتبعة أو المتعارف عليها منذ القديم في منطقة معينة أو عند فئة أو شعب معين والتي إكتسبت خصائص ومميزات معينة وتعرض لتحسين والتطوير⁴⁰، ومن هنا يظهر لنا أن مفهوم أساليب البناء مفهوم واسع يشمل كل ما يتعلق بالبناء بداية من التخطيط واختيار مواد البناء إلى مختلف التقنيات والكيفيات المتبعة في الإنشاء والتي تتجلى من خلال خصائص المنجز وصفاته ومن خلال كفاءات الإنجاز ومع ذلك فإستعماله أحيانا يختصر على ناحية واحدة من هذه النواحي كإستعماله بمعنى

⁴⁰ كثيرا ما تصنف أساليب البناء وفق هذا المنظور إلى البناء بالجدران الحاملة (غير هيكلية) وغير الحاملة (الهيكلي)، أو الموقعي وسابق الإنجاز أو حسب مادة البناء السائدة فيه، أنظر عن هذه الأصناف مثلا: ليفون (ارتين) و ساكو (زهير)، إنشاء المباني، جامعة بغداد 1982، ص 6. وأيضا ديس (محمد)، إنشاء البيت السكني، دار الأناضول للنشر والتوزيع، 1998، ص 36.

طرق الإنشاء العامة أو أنواع البناء، أو التقنيات المتبعة في تشييد أنماط العناصر المعمارية كالجدران مثلا⁴¹.

تعد دراسة تقنية بناء المبنى القديم مرحلة جد مهمة في إقامة مشروع الصيانة والترميم، لما قد تساعدنا في إعادة تشكيل المبنى أو أجزاء منه طبقا للتقنية المتبعة في البناء الأصلي. لتقنية البناء، علاقة وطيدة مع بعض المعايير، التي تؤثر على التقنية الواجب إتباعها، نذكر:

- **وظيفة المبنى:** من أهم المعايير التي تأخذ بعين الاعتبار، عند تشييد معلم ما، هي وظيفته، فهي التي تقرر عادة في نوع المادة الأولية التي يجب استعمالها للحصول على معلم يفي بالدور المنسوب له سابقا، وبالتالي التقنية التي تسمح بالحصول على البناء المرغوب به. فالعمارة العسكرية لا تبنى بنفس تقنية بناء العمارة الدينية مثلا، رغم توفر نفس مواد البناء.

- **المادة الأولية:** لمادة البناء دور جد مهم في تقنية البناء المتبعة، فلها تأثير خاصة في الأبعاد المراد إعطاؤها للمعلم، وكذلك الهيئة الخارجية العامة. وهذا الدور في بعض الأحيان يكون محتوم نظرا لتوفرها في الطبيعة، وسهولة استعمالها. فيلجأ البناء الى استعمالها وتجبره على تطوير تقنية بناء تتماشى مع طبيعة المادة الأولية.

- **الطبيعة الجغرافية:** قد تؤثر التضاريس أو الهيئة الطبوغرافية للموقع في تقنية البناء، فقد يستسلم في بعض الأحيان البناء لطبوغرافية المنطقة، ويشيد بناياته وفقا لها.

- **خبرة البناء:** يعتبر التحكم في تقنيات البناء والمعرفة في أمورها عامل أساسي في البناء، في بعض الأحيان لا يمكن لمادة البناء أو العامل الجغرافي، في إيقاف رغبة البناء في تشييد البناء المراد بناءه، وهنا وظيفة المبنى هي التي تأخذ بعين الاعتبار لا غير.

⁴¹ لغواطي، نماذج من قصور منطقة الأغواط، للدكتور حملاوي علي، دراسة وصفية وتاريخية، 2015، ص ص 284

الموقع الاثري ملاكو، تأثر بالمعايير المذكورة سابقا بنسب متفاوتة، وما يمكن ملاحظته للوهلة الأولى هو الطابع الإستغلالي الذي يتميز به بناء قصر يترا، ويظهر ذلك من خلال:

- إختيار الموقع: تعتبر الطبيعة الطبوغرافية للموقع عامل مساعد إستغله البناء في تشييد معالمه، وكون المعلم موضوع الدراسة عبارة عن منشأة صناعية بالدرجة الأولى لإنتاج الخمور، وهذه المنشأة عبارة عن تسلسل مجموعة من الأحواض، متصلة فيما بينها، على شكل مستويات مختلفة، فالهيئة المائلة للموقع تساعد على إنشاء مثل هذه المنشآت دون اللجوء إلى تحدي كبير للطبيعة، بل بالعكس يعتمد على إستغلال طبوغرافية الموقع.

- المادة الأولية: نظرا لتوفرها، وسهولة إستغلالها، ساعد ذلك بناء قصر يترا كثيرا في تشييد المعالم.

كون الموقع يقع بالقرب من النهر* "واد الصومام" يسهل من مختلف النشاطات التجارية بالملاحة النهرية نحو المناطق المجاورة، وكذلك نحو المدن الكبرى، كتبوسوتو وصلداي، وبالتالي التجارة الخارجية، نحو روما عبر البحر المتوسط. نذكر التقنيات المعتمد عليها من طرف مشيّد القصر كالتالي:

1.2.V. تقنية الدبش:

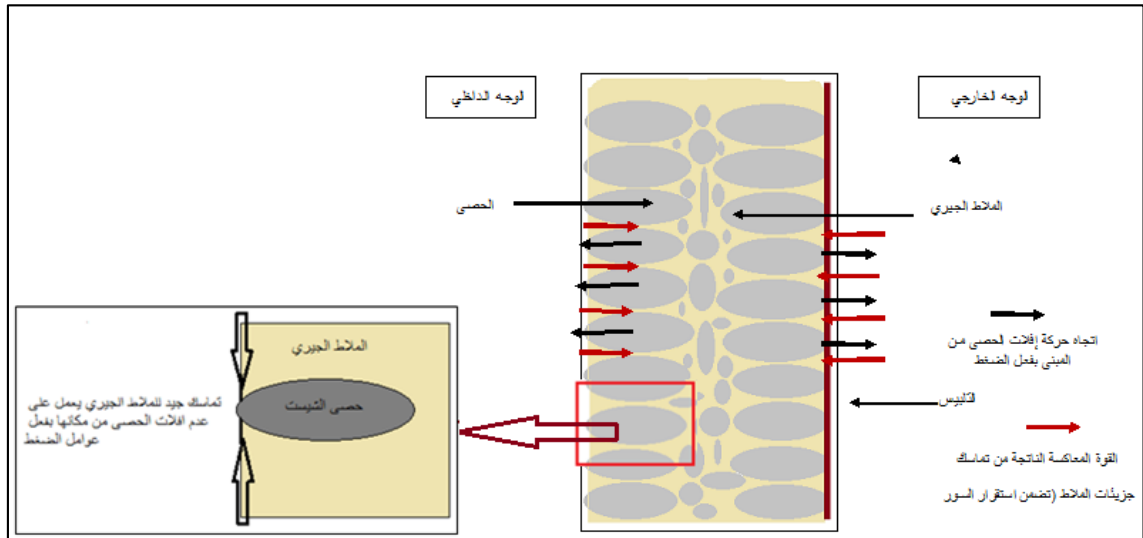
لقد استعملت هذه التقنية في تشييد ركائز أرضيات الأحواض، وكذلك ركائز درجات السلام، حيث تعتبر المواد المستعملة هي المسؤولة عن إختيار مثل هذه التقنيات إلى جانب وظيفة المعلم.

2.2.V. تقنية الإنشاء المختلطة:

أُعتمد على هذه التقنية في تشييد الأسوار، تم إستعمال جهاز خام يتكون أساسا من الركام والملاط الجيري، بتقنية *opus incertum*، يستعمل فيها هيكل -قالب-، لم نعثر على آثاره فقد يرجح أنه مصنوع من الخشب وهي مادة قليلة المقاومة للعوامل الطبيعية

* كما وصفته المصادر القديمة وأطلقت عليه اسم نزفا (أنظر بلين).

وكذلك فلسفة العمل والتي تضع مثل هذه الأجهزة ضمن خزانة المواد التي تستعمل وترمى مباشرة بعد الإستعمال كونها تفقد الفعالية بعد إستعمالها) ويكون الملاط عادة في حالة شبه سائلة، لكي يدخل بين الركام ولا يشكل فراغات التي من شأنها أن تضعف البناء. يتم مراعاة وضعية الحصاة ذات الشكل البيضوي على طرفي السور بمحاذاة الهيكل مع توجيه الجهة العريضة للحصى للداخل، ثم يتم ملأ ما بين الصفيين من الركام البيضاوية الشكل بالركام الأصغر حجما. تمت عملية بناء الجدار الخارجي، بوضع طبقة من الملاط الجيري تم طبقة من الركام بشكل متناوب، ونحصل في النهاية على هيكل متماسك، يقاوم مختلف القوى الميكانيكية التي تؤدي إلى تلف هذا التركيب، كما هو موضح في المخططين أدناه.



المخطط رقم 6: رسم تخطيطي يوضح وضعية الركام في السور.

3.2.V. تقنية المزج بين الركام والحجارة المصقولة :

يتم فيها إستعمال الركام في البناء ممزوجا مع الحجارة الكلسية المصقولة، وهذه الأخيرة مترابطة بحيث تشكل عمود، متواجدة في الموقع على مستوى زوايا تقاطع الجدران الخارجية. كما نجد وضع الحجارة المصقولة على ارتفاع معين مباشرة فوق مداميك المشكلة من الركام بالنسبة للأعمدة المتواجدة على مستوى قسمي الأحواض، على الأسوار المحددة للأحواض.

4.2.V. تقنية وإنجاز الأرضيات :

لقد أنجزت أرضيات الأحواض بطريقة محكمة حيث تتميز بمقاومة جيدة لمختلف الأحمال التي تطبق عليها عند الهرس والتنقل هذا ما يوفر لأرضية الأحواض الصلابة اللازمة للعمل فوقها بكل أمان ولا ترك السوائل تنفذ عبرها. إستعمل فيها خليط مكون أساسا من حاصل الأجر المهروس (*Chamotte*) ذو طبيعة خشنة والجير والرمل بسمك معتبر.

5.2.V. تقنية تطبيق التلبيسان :

قصد التقليل من نفاذية السوائل إلى خارج الأحواض، لقد لاحظنا إستعمال طبقتين في تلبيس أسوار المحددة للأحواض على الأوجه الداخلية، في حين تم إستعمال طبقة تلبيس واحدة على الأوجه الخارجية، ويظهر ذلك خاصة على الهياكل المبنية للقسم الشمالية حيث حالة الحفظ تسمح لنا بملاحظته. فقد إستعملت بطريقة تبين أن القائمون على ذلك لهم خبرة في ذلك، أين إستعمل فيه ملعقة البناء، حيث لاحظنا وجود على الطبقة الأولى أثر لهذه الوسيلة، كما أن سطح الطبقة الثانية يظهر فيه إستعمال خليط مكون من الرمل الناعم والجير وبتطبيق محكم، إحتمال جد أنه إستعمل فيها أداة تمليس التلبيس.

الخلاصة:

يُعد الموقع الأثري ملاكو من أهم المواقع القديمة التي تزخر بها الجزائر وهو يقع في بلدية صدوق بولاية بجاية، شيد على هضبة تطل على جزء كبير من سهول ضفاف واد الصومام، فهو يُعد فريد من نوعه من خلال المنشآت التي يحتويها ناهيك إلى إمتلاكه من طرف عائلة عريقة ضحت بجاهها من أجل هدف سامي ويتمثل في إخراج الرومان من بلادنا.

يُظهر لنا التحليل النظري للموقع الأثري ملاكو، أنه يحمل سلوك مشيده ويبين لنا مدى طبيعياً تفكيره، حيث إستغلّ الحالة المائلة رغم أنه كلفه ذلك جهد كبير ووقت طويل، قام بإنشاء مستويات عرضية لغاية لتحقيق الاستقرار للبنىات، في حين يسمح له ذلك

بإستغلال الثروة المائية، لأن معظم الصناعات تتطلب كميات كبيرة من الماء، كمعصرة الزيتون وإنتاج الخمر مثل ما هو حال المنشأة الصناعية الجنوبية، هذا ما يفسّر وجوده قرب مجرى واد الصومام، وإستغلال الهضبة في البناء، يفسّر بحرصه الكبير على الحفاظ على الأراضي الخصبة السهلية قصد تمويل الصناعة الغذائية بالمحاصيل التي تغرس فيها. إستعمل مشيد قصر بترا مواد أولية متواجدة بكثرة في المنطقة وسهلة الاستغلال، أما عن التقنية المعتمد عليها في البناء فهي تتماشى مع وظيفة المبنى.

الفصل الثاني:
دراسة معمارية للمنشأة الصناعية الجنوبية
" حالة حفظ "

تمهيد:

إن تاريخ العمارة هو قبل كل شيء انعكاس لتاريخ الإنسان، فهو فضاء يلتقي فيه كل عمل فني بفترة تاريخية وبيئة فلسفية أو سياسية أو روحية خاصة، فقد مر بعدة مراحل تطورية بدءًا بعصور ما قبل التاريخ، أين تم الاهتمام بالمأوى حيث كان الإنسان يحتمي في الكهوف وفي الملاجئ الصخرية تحت المنحدرات حتى بداية العصر الحجري الحديث، أين خط الإنسان خطوة جديدة في بناء مأواه على ضفاف الأنهار والشواطئ البحرية، فقام ببناء الأكواخ أساسًا بالأغصان ويضيف سقفاً من فروع الأشجار مغلقاً بالجلود. ولم تعرف الهندسة المعمارية قفزتها التطورية إلا خلال فترة فجر التاريخ، وتتمثل العمارة في هياكل مشكلة من الطوب المجفف تحت أشعة الشمس، حيث ظهرت أولى تصاميم المدن وفقاً لخطة محددة مسبقاً واختراع تصميم القصر، وتشكيل الزقورة في بلاد الرافدين. كما استعمل الإنسان الحجارة في بناء المقابر كالدولمان والمعابد عند المصريين القدماء.

فقد عرفت العصور القديمة تطور العمارة المبنية أساساً بالحجارة والتي كانت مخصصة لتشييد المباني الدينية، إلى مباني عامة مدمجة في محيطها، مع إضفاءها بالمعاملة الضخمة المنطقية. وتعدت بعدها البعد السكني والديني، وإدخال العمارة العسكرية والعمارة ذات طابع اقتصادي مثلما نجده في الموقع الأثري ملاكو بولاية بجاية.

II. الوصف المعماري العام للمنشأة:

تُعد المنشأة الصناعية الجنوبية للموقع الأثري ملاكو، نموذجاً فريداً من نوعه من خلال تشييد هياكل بناياتها وتنوع هندستها، فهي تمتاز ببنية معمارية غير معقدة، محيطها ظاهر بالنسبة للموقع ككل. فهي تقع في جنوب الموقع، ذات شكل مستطيل موجه طولياً شمال/جنوب، طوله 25.4 م وعرضه 12.2 م وتشغل بذلك مساحة حوالي 309.9م².

تنقسم هذه المنشأة من حيث الكتل المعمارية إلى أربعة أقسام، وهي موزعة من الشمال إلى الجنوب كالتالي (الصورة رقم 2):

- درجات السلم: تقع في شمال المنشأة، تنفصل معمارياً عن بقية المعلم، في حين متكاملان من حيث الوظيفة، حيث تسمح للعمال من أجل بلوغ الأحواض.

- قسم الأحواض الشمالية: يتكون هذا القسم من مجموع سبعة أحواض، موزعة على ثلاث مستويات مختلفة، فيحتوي كل من المستويين العلوي والوسطي على ثلاث أحواض تمتد على محور شرق/غرب جنبا إلى جنب، وتتصل فيما بينها عبر منافذ موجودة كل منها في أسفل الجدار الذي يحيط الآخر. أما المستوى الأخير فهو منخفض مقارنة للسابقين ويحتوي على حوض واحد ذو شكل نصف دائري.

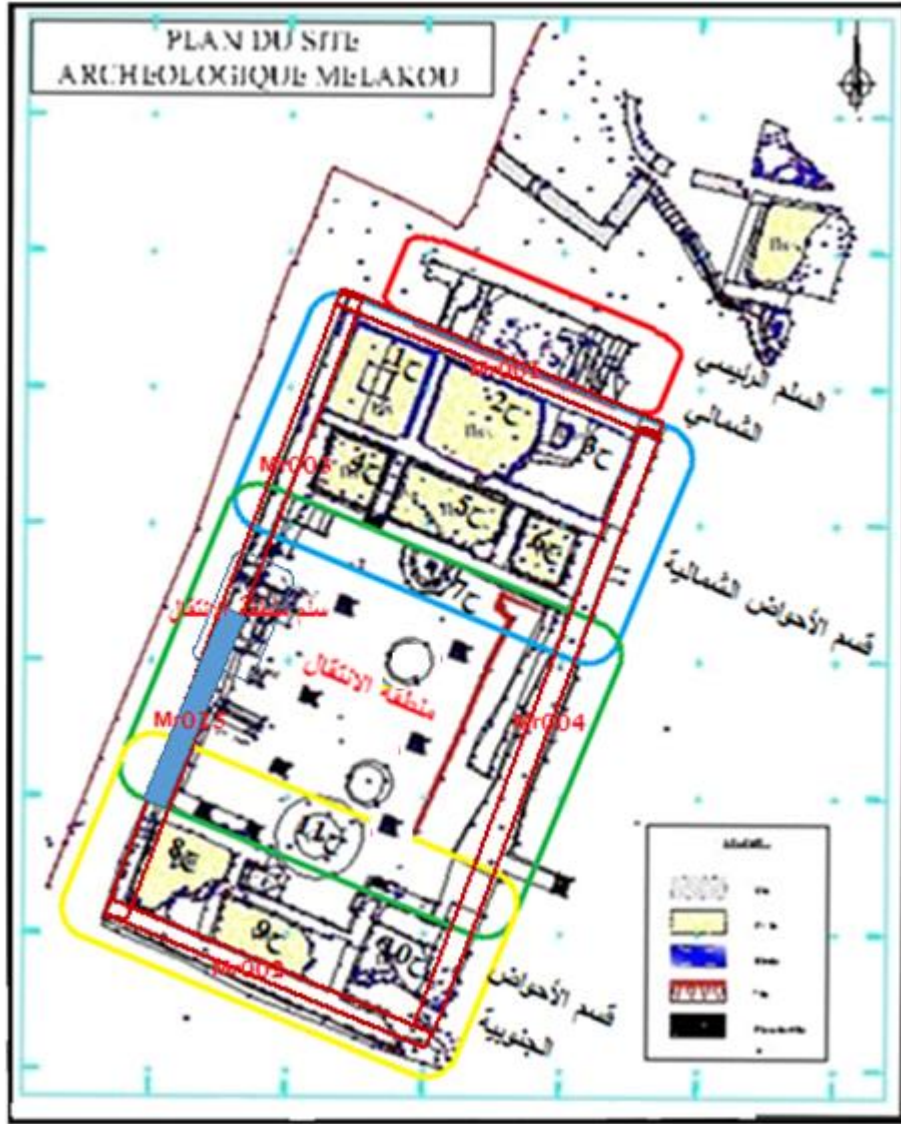
- قسم الأحواض الجنوبية: يتكون من ثلاث أحواض على مستوى واحد وهي تمتد على محور شرق/غرب جنبا إلى جنب. كما يوجد حوض دائري منفصل تماما عليهما، فيقع في مستوى مساحة الانتقال بمحاذاة الحوض الوسطي من الجهة الشمالية له.

- مساحة الانتقال: هذه المساحة تسمح لعمال المنشأة الانتقال بحرية من أجل القيام بمختلف الأعمال، إما تزويد الأحواض بالعنب أو تشغيل معصرة عصر العنب، ... ويوجد فيها ستة أعمدة موزعة على محورين متوازيين كل منه يحوي على ثلاثة، فهاذين المحورين موجهين شمال/جنوب. ويفترض أن هذه الأعمدة موجهة لحمل سقف المنشأة.



الصورة رقم 2: صورة عامة للمنشأة الصناعية الجنوبية*

* التقطت هذه الصورة بواسطة آلة التصوير العامة.



المخطط رقم 7: رفع معماري شامل للمنشأة الصناعية الجنوبية للموقع الأثري ملاكو (تحت تصرف الطالب).

III. الوصف المعماري المفصّل:

إن الحفرية الأثرية عبارة عن عملية متلفة، ومن أجل إنجازها يسهر الأثري على توثيقها⁴². لقد تتطلب منا وصف الحالة الراهنة لها وذلك بالاعتماد على الجانبين الأثري والمعماري. فيسمح هذا الوصف بإعطاء معلومات مفصلة حول تسيير وإستغلال المنشأة وكذلك مراحل شغل الموقع نهيك عن حالة حفظ الموقع.

⁴² Iaichouchen. O, et autres, Méthode d'enregistrement des données de fouille, le cas du site archéologique de Mlakou, Revue Athar, université Alger2, 2015, pp51 - 56.

وللقيام بذلك، فصلنا كل عنصر معماري على حدا وخصصنا له رمز وفي حالة هناك عدة عناصر معمارية مشابهة في هذه الحالة يتبع هذا الرمز برقم وذلك لتسهيل التعبير عليها. ووفقا لمسح عام للبناية من الشمال نحو الجنوب، توصلنا الى ما يلي:

1.II. الجدار الخارجي :

يحدد الجدار الخارجي قسمي الأحواض ومساحة الانتقال، يتكون من أربعة أسوار، السور Mr001 ويقع من الجهة الشمالية للمعلم والسور Mr002 من الجهة الجنوبية والسور Mr003 من الجهة الغربية للمعلم في حين السور Mr004 من الجهة الشرقية، متصلة فيما بينها عند الزوايا مشكلة زوايا قائمة، هذا ما يفسر الشكل المستطيل للمعلم. كما يميز الجدار الخارجي هو أنه أيضا يقوم بدور الدعامة لركيزة الأحواض (قسمي الأحواض الشمالية والجنوبية). تم بناء هذه الأسوار بشكل متواصل ويظهر لنا هذا في نقاط الإتصال بينها، ماعدا الزاوية الجنوبية الشرقية، التي أصيبت بتلف حاد (غياب تام لنقطة الاتصال) كما هو موضح في الصورة رقم 6، فقدت بذلك الهيئة المعمارية. نلاحظ أن السورين Mr001 و Mr002 ذات سمك معتبر بالمقارنة مع السورين Mr003 و Mr004 و هذا قد يعود إلى أن هذين السوران لهما وظيفة مزدوجة، فبالإضافة إلى دور التحديد فيقومان بدور ممر الانتقال بين الأحواض. كما يحتوي الجدار الخارجي على سورين للدعامة، واحد ضد الحائط الجنوبي وهو Mr002 والثاني ضد الحائط الغربي وهو Mr003 .



الصورة رقم 4: تبين الزاوية ش/غ التقاء
Mr001/Mr003



الصورة رقم 3 : تبين الزاوية ش/ش التقاء
Mr001/Mr004



الصورة رقم 6: تبيين الزاوية ج/غ التقاء
Mr002/Mr004



الصورة رقم 5: تبيين الزاوية ج/غ التقاء
Mr002/Mr003

1.1.II. السور Mr001:

يفصل بين السلم الرئيسي الشمالي وبقية المعلم، طوله 12.2 م سمكه حوالي 0.95 م وارتفاعه يتراوح ما بين 0.6 و 2.4 م (حسب حالة الحفظ). يمتد طوليا من النهاية الشمالية للسور Mr004 (بنية معمارية تتشكل أساسا من الحجارة الكلسية المصقولة متراكبة ذات أشكال هندسية بأبعاد مختلفة، موضوعة باحترام إستقامة السورين من الخارج، أنظر اللوحة رقم 1، والنهاية الشمالية للسور Mr003 مرتبطين بنفس تقنية البناء (باحترام إستمرارية التوضع المتناوب لطبقتي الركام مع الملاط الجيري).



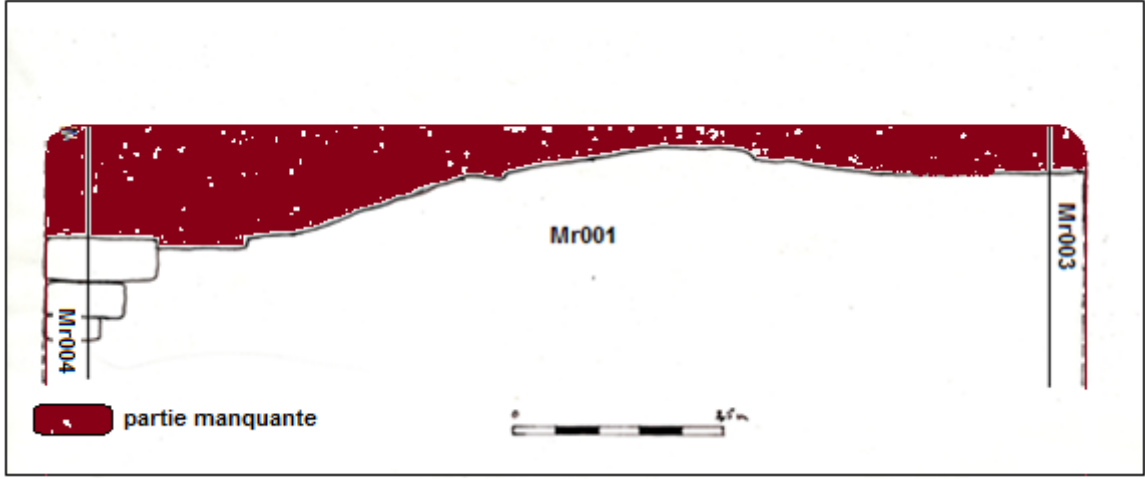
اللوحة رقم 1: تبيين موقع السور Mr001 بالنسبة للمنشأة مع تكبير
صورة الزاوية المشكّلة من Sb022

يوجد السور Mr001 في حالة حفظ رديئة، فقد كل الجزء العلوي حيث لا تظهر لنا أي أدلة واضحة عن ارتفاعه الأصلي، ماعدا إذا ما قارناه مع ارتفاع السور Mr003 فيمكن أن نقول أنه فقد تقريبا ثلث ارتفاعه. يظهر على نفس مستوى أرضية الحوضين، ح1 و ح2 من المستوى الأول لقسم الأحواض الشمالية، و كذلك ركيزة السلم الرئيسي الشمالي. أنظر الصورة رقم 7. هذا قد يفسر على أن وجود الكتلتين المعماريتين (ركيزة السلم الرئيسي الشمالي وركيزة الحوضين)، كان بمثابة سند للسور هذا ما ساعد عدم تلفه كليتا.



الصورة رقم 7: تبين حالة حفظ Mr001 للجزء الواقع بين ح1 و ح2 و Sb023

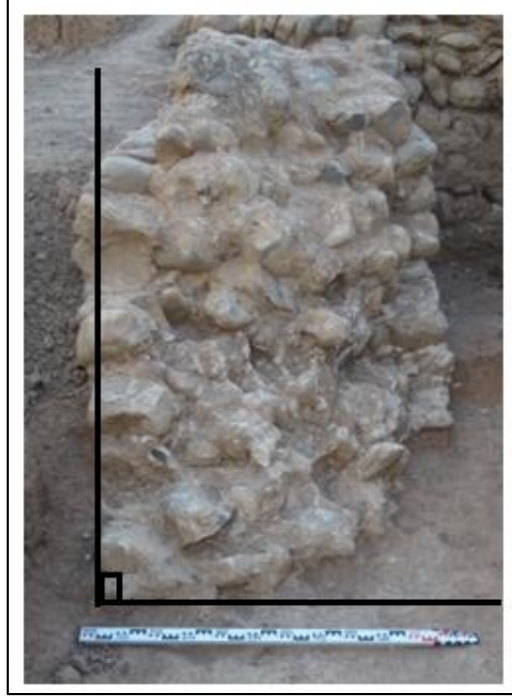
أما فيما يخص الجزء الموالي من الجهة الشمالية للحوض ح3 فهو أكثر تضررا (أنظر الصورة رقم 7)، و يفسر ذلك بغياب ركيزة الحوض ح3 التي قد تلعب دور السند للسور وكذلك إنهيار الهيكل Sb022 الذي شيد أساسا لتقوية الزاوية ش/ش و التي هي نقطة اتصال السورين Mr001 Mr003. على مسافة مترين منه من الجهة الشرقية يمثل ارتفاع 0.6 م وعلى مسافة 2.2 م يظهر ارتفاعه متدرج ليبلغ أقصى ارتفاع له 2.4 م. الذي يتناسب مع ارتفاع أرضية الأحواض المستوى الأول من قسم الأحواض الشمالية.



المخطط رقم 8: رفع لمقطع طولي للسور Mr001.

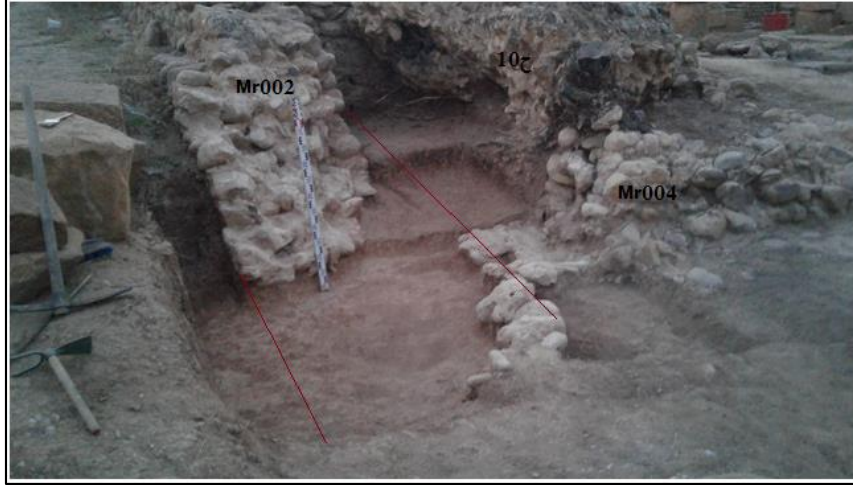
II.1.2. سور الدعامة Mr002:

يقع هذا السور في الجهة الجنوبية بالنسبة للمنشأة الصناعية الجنوبية، ويحد بذلك المعلم من الجنوب. يبلغ طوله حوالي 12.2م، أما ارتفاعه الأقصى فيقدر ب 1.75م. إستعمل في بناءه نفس تقنية البناء المعتمدة في الموقع ككل لكن نظرًا لعرضه الكبير بالمقارنة مع الأسوار الأخرى (1.3م) تقريبًا فقد إستعمل الركام ذو الحجم الكبيرة لغرض رح الوقت في التشكيل. تم إستعمال هيكل ذو لوح واحد في البداية من الوجه الداخلي للسور (الجزء الذي يقابل الحائط الجنوبي) من الجهة السفلى، هذا ما جعل السور يبدي شيء من الانحناء للخارج (إستغل الحائط كلوح ثاني) في حين الوجه الداخلي قائم، ثم بعد الجزء المقابل للحائط الجنوبي تم إستعمال هيكل ذو لوحين لذلك يظهر لنا السور عمودي بالنسبة لجزء ارتفاعه، كما تُظهره الصورة رقم 8، هذا ما يفسر إستقامة الأحجار المترابطة.



الصورة رقم 8: تبين السور Mr002 - منظر شرقي-

أما عن حالة الحفظ، يعتبر السور Mr002 على العموم في حالة حفظ متوسطة، فقد بعض أجزائه، ما يمكن ملاحظته هو أن، أين يوجد تلف يوجد حتما نزع أو أخذ مواد البناء، خاصة الحجارة الكلسية المصقول، و نذكر أن السلم الجنوبي لقسم الأحواض الجنوبية مبني أساسا بنواة من الركام و الملاط الجيري، و درجات من الحجارة الكلسية المصقولة (كما ذكرنا سابقا)، فقد عمل نزع الأحجار المصقولة أي تلف في نواة السلم التي هي في الأساس إمتداد للسور Mr002 من الناحية الشرقية، أدى ذلك إلى غياب كل الزاوية ج/ش المشكلة من التقاء السورين Mr002 و Mr004، كما تبينه الصورة رقم 9.

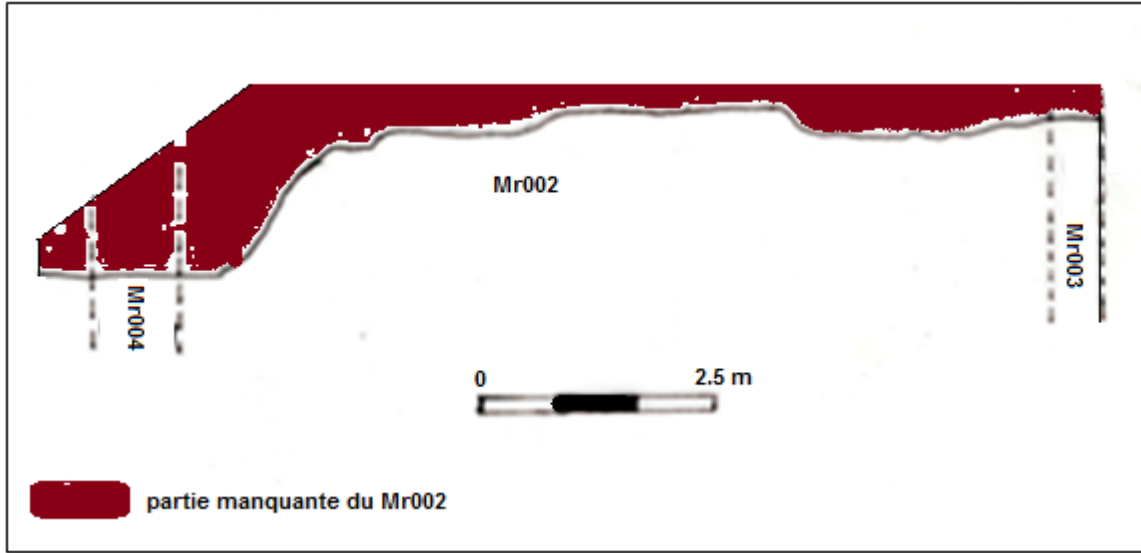


الصورة رقم 9: تبين زاوية الجدار ج/ش، منظر شرقي

نسجل كذلك غياب بعض أجزاء من السور Mr002 من الناحية الغربية المجاورة للحوض الأول الغربي (ح8) لقسم الأحواض الجنوبية ومن الجهة الوسطية بين الحوض الأول والثاني لقسم الأحواض الجنوبية، وبعض الطبقات منه على الجزء المجاور للسلم. أنظر الصورة رقم 10. فيما يخص الجزء المرقم ب1، يرجح أنه ناتج عن نزع الحجارة المصقولة التي يثبت بها العمود المتصل بالكتلة المضادة للمعصرة، كونه موضوع فوق السور أثناء البناء فقد تماسك مع الملاط الجيري، فعد انتزاعه أدى ذلك إلى كسر جزء من السور، كون الحجرة المصقولة الثابتة متصلة به. أما الجزء المرقم ب2 فهو ناتج من نزع الحجرة المصقولة التي كانت تستعمل في العمود الذي يرفع السقف. أما الجزء الثالث فهو ناتج عن نزع الأحجار المصقولة المركبة للسلم الجنوبي لقسم الأحواض الجنوبية.



الصورة رقم 10: تبيين السور Mr002 - منظر غربي-



المخطط رقم 9: رفع لمقطع طولي في السور Mr002.

3.1.II. سور الدعامة Mr003:

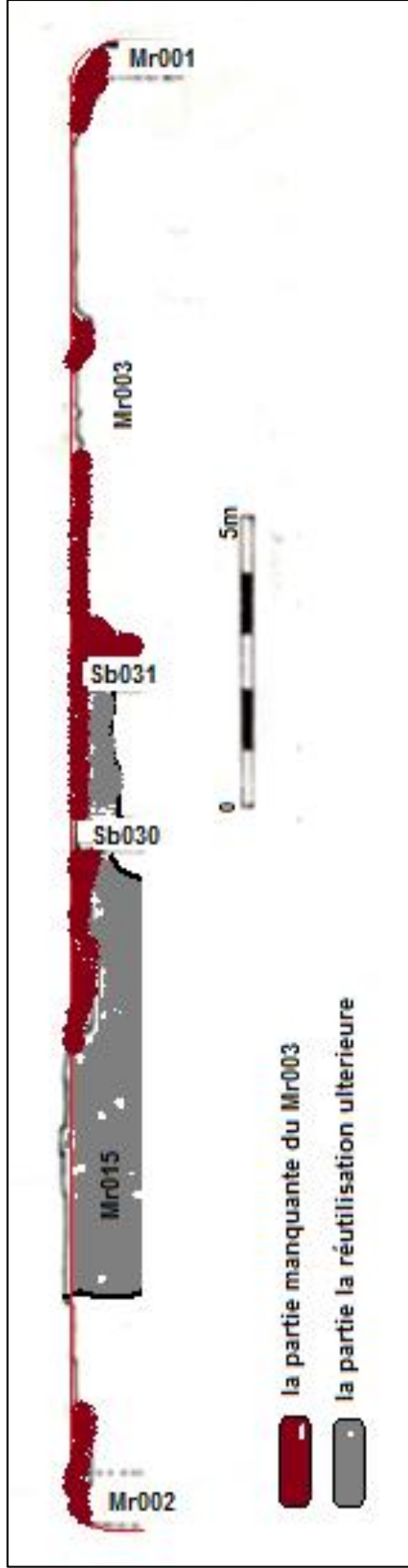
يقع هذا السور في الجهة الغربية بالنسبة للطبقة المستوية التي تحوي المنشأة الصناعية الجنوبية، ويحدد بذلك المعلم من الغرب. بني بنفس تقنية البناء المعتمدة في الموقع ككل، ويتمثل في الركام والملاط الجيري. تتمثل أبعاده في 2م في الارتفاع، عرضه على مستوى السند حوالي 0.95م وعلى مستوى ارتفاع السور يقدر ب 0.6م وأما طوله فيقدر

بحوالي 25.4م. تم إستعمال هيكل في بنائه، هذا ما يفسر قوام السور (هيكل ذو لوحين لذلك يظهر لنا السور عمودي بالنسبة لجزء إرتفاعه) وإستقامة الأحجار المترابطة، الصورة رقم 11. بالنسبة للفراغ بين السور والحائط الغربي فقد غمر بالركام والتراب.



الصورة رقم 11: مظهر للسور Mr003 منظر للوجه الداخلي

يحتوي السور Mr003 على مدخل إلى منطقة الإنتقال، وهو عبارة عن سلم يتكون من أربعة درجات من الحجارة المصقولة وهذا من خلال تحليل لآثار التي تركتها على الكتلة المعمارية المكونة من الركام والملاط الجيري لسوالب إقتلاع.



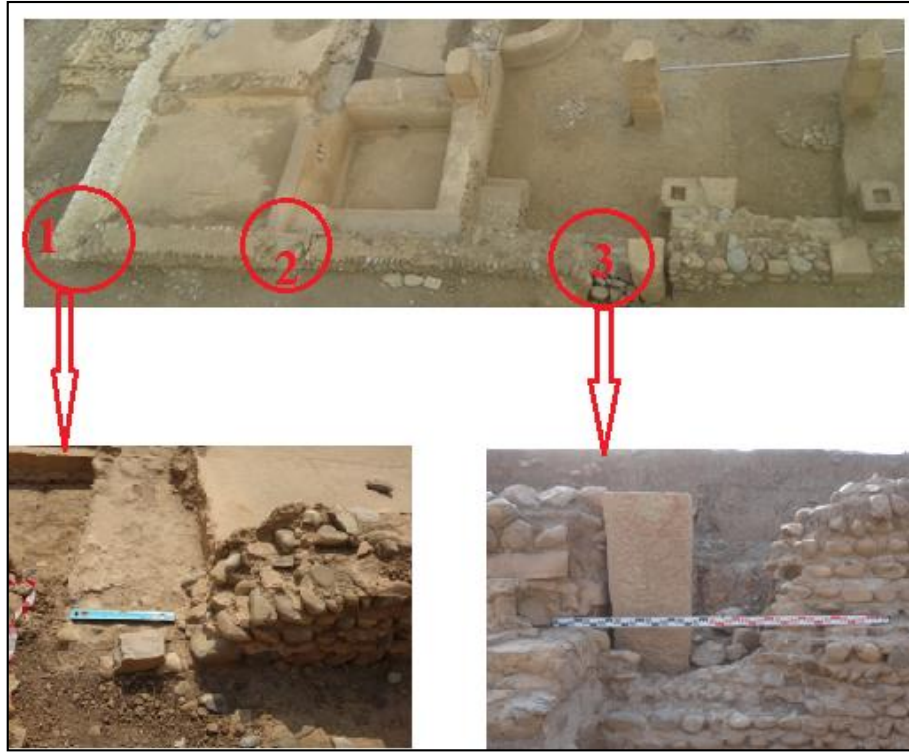
المخطط رقم 10: رفع لمقطع طولي للسور Mr003

يوجد هذا السور في حالة حفظ متوسطة، حيث فقد كل الجزء الوسطي الذي يحد منطقة الانتقال من الجهة الغربية، الممتد من الطرف الشمالي لمدخل منطقة الانتقال إلى غاية السور Mr020 ، عرف هذا الجزء إعادة البناء باستعمال ملاط من التراب و كل من الركام الشبيست و الحجارة المصقولة التي تم إستعادتها من المعلم. كذلك نسجل غياب إرتفاع السور للجزء الذي يحد ح8 من الجهة الغربية، يظهر تقريبا على نفس مستوى سطح الحوض، الصورة رقم 12.



الصورة رقم 12: توضح حالة حفظ السور Mr003 - النصف الجنوبي -

نسجل كذلك غياب الجزء المكون للزاوية ش/غ وكذلك طبقة الملاط العلوية على كل الجزء المتبقي. كما نسجل غياب طبقة على الجزء المجاور للطرف الشمالي للسور Mr009، عرضه حوالي 0.6م وعمقه حوالي 0.2م. كذلك تدهور حاد وغياب الجزء الذي يقع بمحاذاة الطرف الشمالي لمدخل منطقة الانتقال، عرضه يتراوح ما بين 0.4 م من الأسفل و 1م من الجهة العلوية، وعمقه حوالي 1.2 م.



اللوحه رقم 2: تبيين حالة حفظ السور Mr003 - النصف الشمالي -

1.3.1.II. سلم مدخل منطقة الانتقال Sb025 :

يقع على بعد عشرة أمتار من الطرف الشمالي للسور Mr003. قاعدته عبارة عن كتلة معمارية مستطيلة الشكل، طولها 2.6 م وعرضها حوالي 1.4 م (المسافة بين الحد السفلي والسطح الداخلي للسور) مبنية بالركام والملاط الجيري. يبلغ ارتفاعه الأقصى (من أسفل الدرجة الأولى إلى نهاية الدرجة الأخيرة) حوالي 1.25م، ويبلغ معدل عرض كل درجة 0.35 م أما معدل ارتفاعها 0.30م، يحتوي بذلك على أربعة درجات، حسب تحليلنا لسوالب إسترجاع الحجارة. يشكل إمتداد لارتفاع السور الغربي إلى داخل المعلم، نظرا للتجانس في وضعية مواد البناء ويدل على أن العنصرين المعماريين تم بناءهما في مرحلة واحدة بصفة متواصلة. كما نلاحظ أن ركيزة السلم هي على نفس مستوى ارتفاع السور، في حين ركيزة السلم تستند على ربوة من التراب تنتمي إلى نفس التكوين الجيولوجي للأرضية المستوية، ونظرا لصلابتها وتماسكها فقد لعبت دور السند، وهذا يعني أن المشيد له مخطط أولي قبل الشروع في عمل البناء. انظر الصورتين رقم 16 و 17. تتميز الدرجة الأخيرة بتهيئتها بطبقة

من الملاط الجيري المضاف إليه جزيئات من كسر القرميد، لإضافتها بنوع من الصلابة والمقاومة كونها مساحة ذات احتكاك كبير.

يوجد السلم في حالة حفظ رديئة ذات تمثيلية متوسطة، رغم ذلك فقد تم التعرف عليه بسهولة تامة، لم نلاحظ التلف في نواته الأصلية، يتمثل التلف في غياب معظم الحجارة المصقولة التي تكون الدرجات، ومن خلال تحليلنا لسوالب النزح نستنتج أنه ينقص 10 أحجار، أنظر الصورة رقم 13. إلى جانب غياب الأحجار نسجل كذلك غياب النصف الداخلي من الدرجة الأخيرة المهيأة بالملاط الجيري، وهذا يفسر بوضع طبقة من هذا الملاط فوق الحجرة المكونة للدرجة الأخيرة، فعند إنتزاع الأحجار مس ذلك الفعل طبقة الملاط التي تم كسرها.



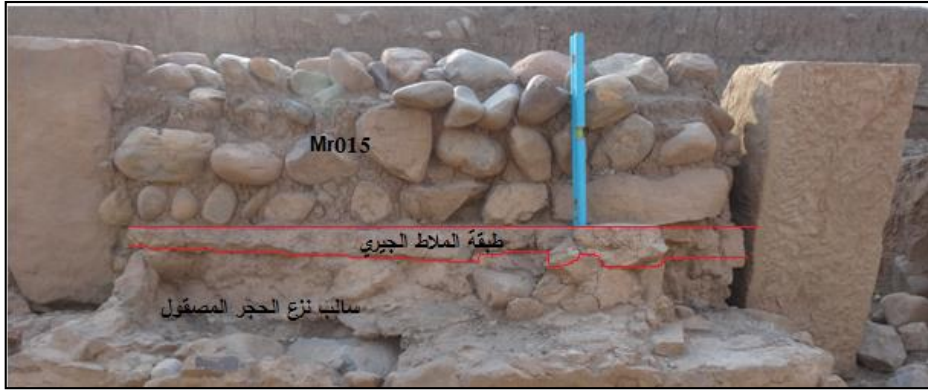
الصورة رقم 13: منظر أمامي لسلم مدخل منطقة الانتقال



الصورة رقم 15: منظر جنوبي لـ Sb035



الصورة رقم 14: منظر شمالي لـ Sb035



الصورة رقم 16 : تبين حالة حفظ طبقة الملاط للدرجة الأخيرة
لسلم مدخل منطقة الانتقال

II.1.3.2. السور Mr015:

يقع هذا السور في المنطقة الوسطية للسور Mr003، يمتد من الحد الشمالي لمدخل منطقة الانتقال إلى غاية Mr020 (الحد الشمالي لقسم الأحواض الجنوبية) جاء بناءه في مرحلة متأخرة مقارنة مع السور Mr003 الذي يعتبر كحامل له. إعتد في بناءه على استعمال مواد بناء الموقع (حصى الشيست والحجارة المصقولة) حيث الرابط هو التربة، تقنية بناءه وتوضع مواد البناء تختلف تماما تلك المعروفة في الموقع، إذ نسجل عدم تجانس توزيع المواد وتوضعها بطريقة عشوائية جدا. يبلغ طوله حوالي ثمانية أمتار وعرضه حوالي 0.6م اما ارتفاعه يقدر بحوالي 1.7م.



الصورة رقم 17: منظر شرقي للسور Mr015 منظر أمامي

يظهر السور في حالة حفظ رديئة، تظهر الحجارة بدون رابط على مستوى سطحه، كما يبدي إنحناءات وميلان على طول المسافة الممتدة بين مدخل منطقة الانتقال وقسم الأحواض الجنوبية.

II.1.4. السور Mr004:

يحد هذا السور المعلم من الجهة الشرقية، يمتد من النهاية الشرقية للسور Mr001 والنهاية الشرقية للسور Mr002 على طول يقدر بـ 25.4م، سمكه حوالي 0.75 م أما ارتفاعه يقدر بـ 0.6م. بالإضافة إلى كون السور حد فاصل للمعلم من الجهة الشرقية على باقي معالم الموقع فهو أيضا سند لركيزة الأحواض من الجهة الشرقية. جاءت مرحلة بناءه في نفس مرحلة بناء الأسوار المشكلة للجدار الخارجي، كما ذكرنا سابقا. أنظر اللوحة رقم 3.

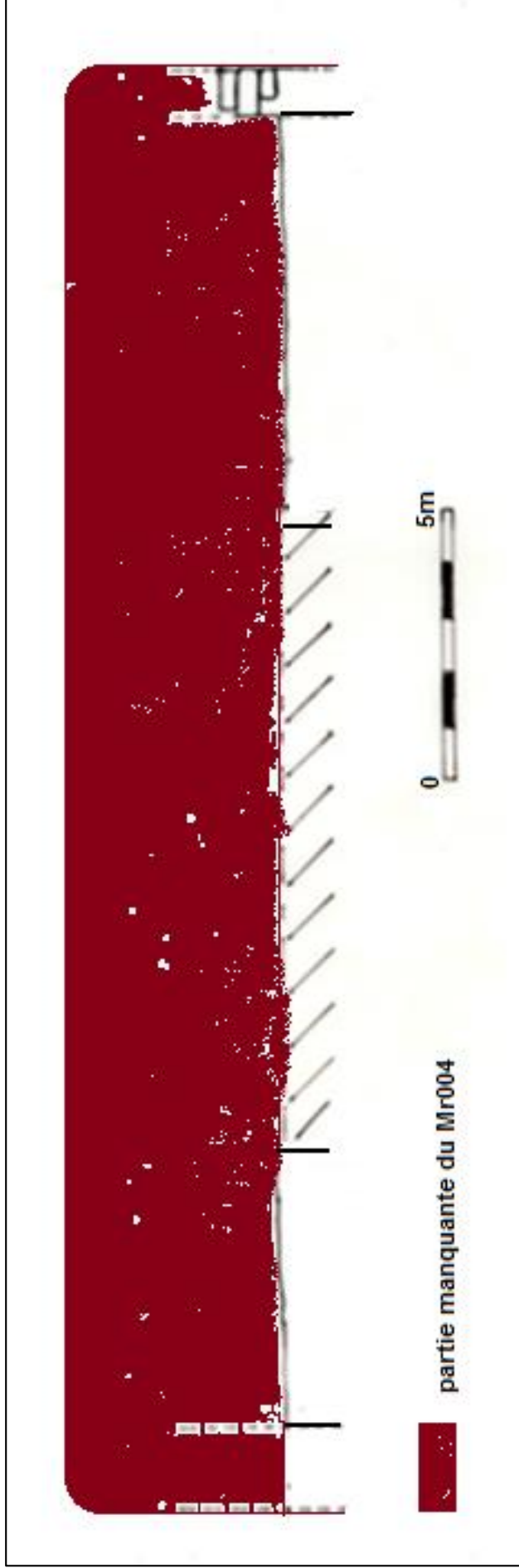


اللوحة رقم 3: صور للزاويتين ش/ش و ج/ش

يعتبر السور Mr004 أكثر الأسوار تضرراً من الجدار الخارجي للمنشأة الصناعية الجنوبية، إذا اعتبرنا إرتفاعه يساوى إرتفاع السور Mr003 فان نسبة التمثيلية لهذا السور تقدر حوالي 10%. إذ نسجل غياب كلي لكل الجزء الموالي لمنطقة الانتقال، وكذا لم يبق سوى 0.3م في الإرتفاع وحوالي 8.5م في الطول من الجزء الموالي لقسم الأحواض الشمالية، ونفس السمك تقريبا وطول 3.5 م وفي حالة مرتشية بالنسبة للجزء الموالي للقسم الأحواض الجنوبية، أنظر اللوحة رقم 4.



اللوحة رقم 4 : تبين حالة حفظ السور Mr004.



المخطط رقم 11 : رفع لمقطع طولي للسور Mr004

II. 2. السلم الرئيسي الشمالي:

يقع السلم الرئيسي الشمالي بجوار المعلم متصل به من الجهة الشمالية، أنظر الصورة رقم 1. وهي عبارة عن وحدة معمارية متجانسة من حيث الأبعاد والتوزيع، قاعدتها مستطيلة الشكل موجهة طوليا شرق/غرب، طولها 8.4 أمتار تقريبا وعرضها 2.5 متر فهي بذلك تمثل نسبة 8% من المساحة الإجمالية للمنشأة الصناعية. تحتوي السلالم على سلسلتين من الدرجات، واحدة من الجهة الشرقية وتتكون من 8 درجات والأخرى من الجهة الغربية وتتكون من 4 درجات، وتنتهي السلسلتين في الأعلى على مسطح طوله 2.6 م. يقدر الإرتفاع الأقصى للسلالم من الجهة الشرقية بـ 2.4 م.

تتشكل أساسا من بعض العناصر المعمارية نذكر بذلك السور Mr014 موازي للسور الخارجي الشمالي لقسمي الأحواض Mr001 وكذلك سور الدعم Mr087 الذي يربط بين الطرف الغربي للسور Mr014 والسور Mr001 بحيث يشكل زاويتين قائمتين مع تقاطعهما، وهذه الأسوار الثلاثة المذكورة أعلاه تحدد مساحة قاعدة ركيزة السلالم Sb023.



الصورة رقم 18: منظر علوي للسلم الرئيسي الشمالي.

تم تشييد الدرجات الشرقية مباشرة على القاعدة أما الغربية على إرتفاع 1.5 م ويعتبر إرتفاع (Sb087) كونه سند المدرجة الأولى. نسجل كذلك إرتفاع (Sb023) يكون متناقص

حسب توضع الدرجات كذلك (Mr014) كلما إتجهنا من أسفل السلم نحو الأعلى من الجهة الشرقية، بالإضافة إلى كونه محدد الركيزة (Sb023) فهو سند للدرجات، أنظر الصورة رقم 18.

أما الدرجات فطولها 2.5 م وعرضها حوالي 0.35 م وارتفاعها حوالي 0.3م، مهيأة بالحجارة الجيرية المصقولة من وجهين (الدرجة ومقابل الدرجة) مغروسة في الركيزة (الركام والملاط الجيري). وتتكون الدرجات من حجرتين أو أكثر متجاورة فيما بينها، ونذكر عددها وذلك حسب سوابب النزاع المرسومة على ملاط الركيزة، من الجهة الشرقية كالتالي:

- الدرجة 01: تتكون من حجرتين
- الدرجة 02: تتكون من حجرتين
- الدرجة 03: تتكون من 3 احجار
- الدرجة 04: تتكون من 3 احجار
- الدرجة 05: تتكون من 4 أحجار
- الدرجة 06: تتكون من 3 احجار
- الدرجة 07: تتكون من 3 احجار
- الدرجة 08: تتكون من 3 احجار

أما من الجهة الغربية فكل درجة تتكون من حجرتين، كما هو موضح في الصور المرفقة أدناه.



اللوحة رقم 5: تبين درجات السلم الشمالي الرئيسي

II. 2. 1. سور الدعم Mr087:

يحد السلم الرئيسي الشمالي من الجهة الغربية، حيث يعتبر هذا السور متعدد الوظائف إذ يقوم بدور الدعم ضد الحائط الغربي المشكل عند تسوية الأرض، وكذلك سند لركيزة السلم Sb023 وحامل أو سند الدرجة الأولى الغربية.

تم بناءه بنفس تقنية بناء السور Mr003، وامتزامن من حيث التشييد مع السور Mr014، وما يفسر ذلك هو تقنية بناء الزاوية الشمالية الغربية، والتي تتميز بالتسلسل بين طبقات البناء للسورين. طوله حوالي 2.5م وسمكه حوالي 0.6م أما ارتفاعه فيقدر بحوالي 1.2م.

II. 2. 2. السور Mr014:

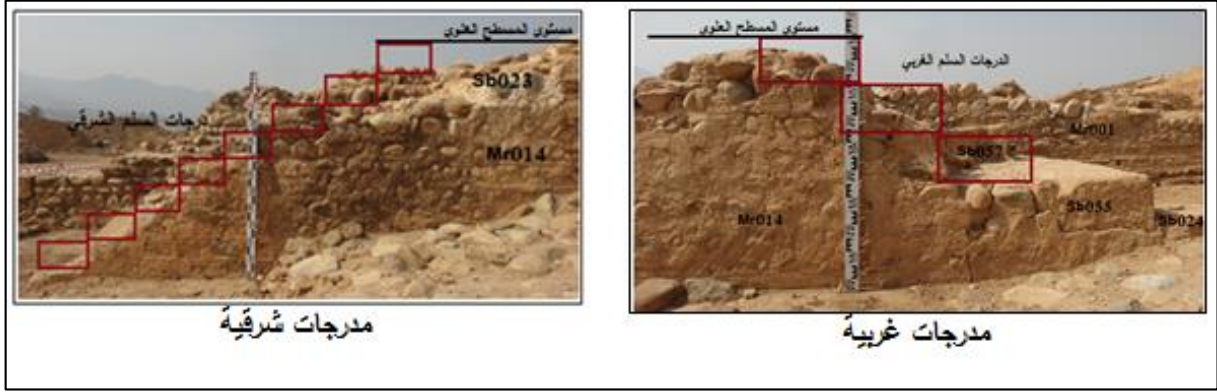
تم بناء السور Mr014 باستعمال خام مشكل أساسا من الركام غير منتظمة الشكل والملاط الجيري بتقنية *opus uncertum*، وذلك بواسطة هيكل خشبي لضمان إستقامة السور وتسوية الركام. يتميز الملاط الجيري المستعمل بالطبيعة الفيزيائية السائلة بعض الشيء وهذا لكي يتغلغل بين الركام ولا يشكل فراغات التي من شأنها أن تضعف البناء، أنظر اللوحة رقم 6.



اللوحة رقم 6: تبين السور Mr014

يتميز هذا السور بمستوى متدرج، فيظهر أفقي على المستوى العلوي حيث المسطح العلوي، ثم يتدرج من الجهتين الغربية والشرقية، حسب توضع درجات السلالم، أما من الجهة الشرقية فينتهي مع الدرجة السفلى مع قاعدته، في حين من الجهة الغربية فإنه ينتهي مع

الدرجة الرابعة على ارتفاع 1.2م. هذا ما يفسر كذلك أنه ذو وظيفة مزدوجة، فبالإضافة إلى كونه سنداً لركيزة السلالم فهو أيضاً حامل للدرجات، فهذه الخاصية تتكرر على معظم العناصر المعمارية للمعلم مما يسمح لنا بالقول أن بناء أو مشيد القصر غلب عليه الطابع الإستغلالي والإقتصاد في الجهد، أنظر اللوحة رقم 7.



اللوحة رقم 7: تبين السور Mr014 - منظر جانبي -

II. 2. 1. التلبيس الخارجي للسور Mr014:

يغطي الوجه الخارجي للسور Mr014 تلبيس مزخرف بأشكال هندسية، عبارة عن خطوط مزدوجة أفقية على طبقة الملاط الجيري التي وضعت بين طبقتي الركام وخطوط أخرى عمودية تصل بين خطين طوليين محددة لكل حصة وتشكل بذلك مستطيلات موزعة أفقياً. ويفسر هذا التلبيس بأن له بُعد جمالي وفني وكذلك بُعد معماري وذلك يقوي الجدار ويضمن تماسك جيد للحصى، أنظر اللوحة رقم 7.

II. 2. 3. ركيزة ودرجات السلم:

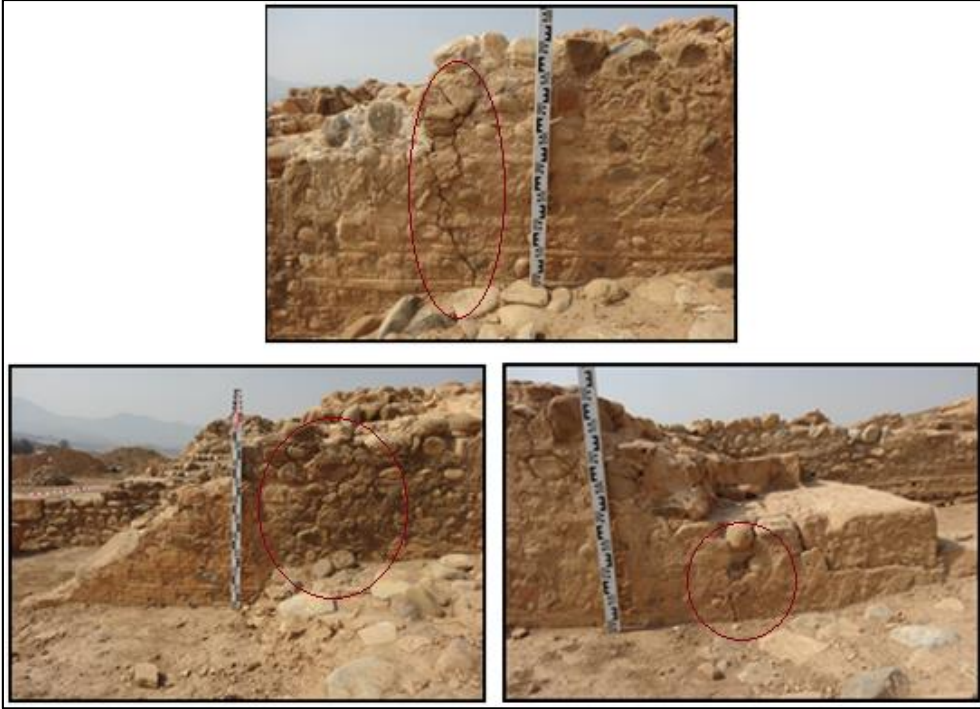
يجدر الإشارة إلى أن الغمر يختلف من الجهة الشرقية، حيث توضع الدرجات من قاعدة ركيزة السلالم إلى غاية المسطح العلوي، عن الجهة الغربية حيث توضع الدرجة الأولى على نهاية سور الدعامه Sb087 على ارتفاع حالي 1.2م ثم يتواصل الغمر وتوضع الدرجات إلى غاية بلوغ المسطح العلوي. الدرجات الشرقية تم تشييدها مباشرة من القاعدة،

أما الغربية فمن على إرتفاع 1.2 م ويعتبر إرتفاع Sb087 كونه سند الدرجة الأولى. نسجل كذلك إرتفاع Sb023 يكون متناقص حسب توضع الدرجات كذلك Mr014 بالإضافة إلى كونه محدد الركييزة Sb023 فهو سند للمدرجات. أنظر اللوحين رقم 6 ورقم 7.

فبمجرد الملاحظة بالعين المجردة للتركيبية المعمارية للسلام الشمالية، نفهم الهيئة المعمارية أو التصميم العام، هذا يعني أن المبنى حافظ على النواة ولم يدركه هدم حاد، في حين عند التأمل في مختلف العناصر المعمارية التي تدخل في تركيبه نجد نقص في بعضها وغياب تام للبعض وتشوه أو تغير في البنية الفيزيائية للبعض الآخر.

فيما يخص نقص أجزاء من العناصر المعمارية نسجل غياب الجزء العلوي عند الزاوية اليمنى للحجارة الأولى التي تدخل في تركيب الدرجة الأولى وغياب جزء كبير من الحجارة الأولى التي تدخل في تركيب الدرجة الثالثة والحجارتين اللتان تدخلان في تركيب الدرجة الرابعة وهذا بالنسبة للدرجات الشرقية، كذلك نقص جزء كبير من الحجارة الثانية التي تدخل في تركيب المدرجة الثانية بالنسبة للدرجات الغربية. أما فيما يخص غياب بعض العناصر المعمارية التي تدخل في تركيب السلام، نسجل غياب الحجارة الكلسية المصقولة الذي يظهر لنا من خلال السوابل في الدرجة الأولى في الحجارة على اليمين وكذلك حجارتين بالنسبة الدرجة الثانية وكذلك الدرجات الخامسة والسادسة والسابعة والثامنة بالنسبة للدرجات الشرقية وكذلك الحجارة التي تدخل في تركيب الدرجتين الثالثة والرابعة بالنسبة للدرجات الغربية، كما نسجل أيضا غياب كلي لأرضية المسطح العلوي، مع نقص في بعض طبقات من ركييزته (الركام والملاط الجيري).

بالإضافة إلى نقص أو غياب كلي لبعض العناصر المعمارية وكذلك نقص أو غياب جزئي للبعض الآخر، تعرضت البنية المعمارية للسلام الشمالية إلى بعض التشوهات، منها ظهور بعض التشققات كما يظهر في اللوحة رقم 8، ونسجل هذا على مستوى السور Mr014، تختلف من حيث العمق والطول.



اللوحة رقم 8: تبين تشققات عمودية للسور Mr014 على مستوى ثلاث أماكن مختلفة

II. 3. قسم الأحواض الشمالية:

يقع قسم الأحواض الشمالية في الجزء الشمالي من المعلم، يشغل مساحة 110م² تقريبا أي ما يعادل نسبة 40% من المساحة الإجمالية للمعلم. يحتوي على سبعة أحواض، موزعة على ثلاث مستويات مختلفة، أنظر الصورة رقم 19.

- المستوى العلوي: يحتوي على ثلاث أحواض (ح1، ح2، ح3)
- المستوى الوسطي: يحتوي على ثلاث أحواض (ح4، ح5، ح6)
- المستوى السفلي: يحتوي على حوض واحد (ح7)

تتصل هذه المستويات فيما بينها وفق منطق سريان المادة السائلة (النبيد)، من مستوى أعلى إلى مستوى أدنى عبر قنوات الإتصال بين الأحواض، حيث أحواض المستوى الأول لا تتصل فيما بعضها فهي مخصصة لهرس العنب وتواجد المعصرة (الحوض الأول)، بل تتصل بأحواض المستوى الوسطي وهي تعتبر أحواض إستقبال عصير العنب، حيث كل حوض من المستوى الأعلى يتصل بحوض المستوى الوسطي الذي يجاوره، في حين

أحواض المستوى الوسطى تتصل فيما بينها عند الحوض الأوسط الذي بدوره يتصل بحوض المستوى الأدنى والذي يعتبر خزان الإسترداد.

كما يوجد في هذا القسم من الأحواض سلم يقع في الجنوب الغربي للمستوى الوسطي وملتصقة بالسور Mr005، وتعتبر ممر نحو الحوض الأول (الحوض الذي يوضع فيه معصرة) عبر Mr009 من الجهة الغربية، يبدي هذا الجزء من المعلم (قسم الأحواض الشمالية) تناظر بنسبة لمحور يقطع "ح2" و "ح4" و "ح7" في المنتصف موجه ش/ج، بالإضافة إلى وجود السور Mr012 الذي يقع شرق الحوض "ح6" مقابل للسور Mr009 بالنسبة لنفس المحور فإنه يسمح لنا بأن نرجح بوجود سلم يقع في الجنوب الشرقي بالنسبة للمستوى الوسطي وملتصق بالسور Mr005 ويعتبر ممر إلى الحوض "ح6" (الحوض الذي يوضع فيه معصرة ثانية).

نقوم بوصف معماري لكل قسم الأحواض الشمالية، وذلك بتقسيم هذا الجزء من المعلم إلى مستويات كما أشرنا في الوصف العام للمنشأة، وفق مسح من الغرب إلى الشرق.

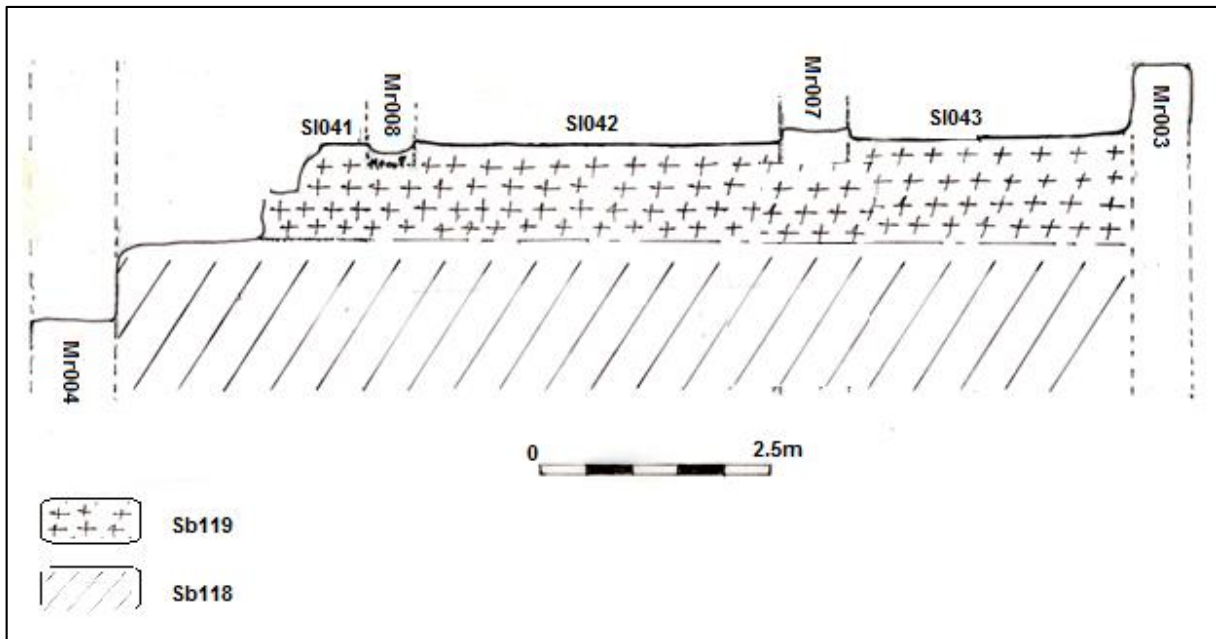


الصورة رقم 19: توضح موقع قسم الأحواض الشمالية بالنسبة للمعلم

II. 3. 1. المستوى العلوي من أحواض القسم الشمالي:

يقع المستوى العلوي بين السور Mr003 من الغرب والسور Mr004 من الشرق والسور Mr001 من الشمال والسور Mr006 من الجنوب (الذي يفصل بين المستوى العلوي والمستوى وسطي للأحواض ويصل بين السور Mr003 و السور Mr004) على شكل مستطيل طوله 11م وعرضه 3.5م، يحتوي على ثلاث أحواض موزعة جنباً إلى جنب

شرق/غرب، تختلف من حيث الأبعاد. الحوض الوسطي هو الأكبر من حيث الأبعاد ذو شكل مستطيل طوله 3.8 م أما عرضه 3م، أما الحوضان الجانبيان فشكلهما مربع طول ضلعه 3م. يفصل بينها أسوار تصل بين السور Mr001 والسور Mr006 سمكها حوالي 0.55 م وأطوالها نفس عرض الأحواض "3م"، السور Mr007 يفصل بين الحوض الأول "ح1" الغربي والحوض الثاني الوسطي "ح2" والسور Mr008 يفصل بين الحوض الثاني الوسطي "ح2" والحوض الثالث "ح3" الشرقي، في حين لا نسجل أي اتصال بين هذه الأحواض عبر الأسوار الفاصلة بينها، الصورة رقم 19.

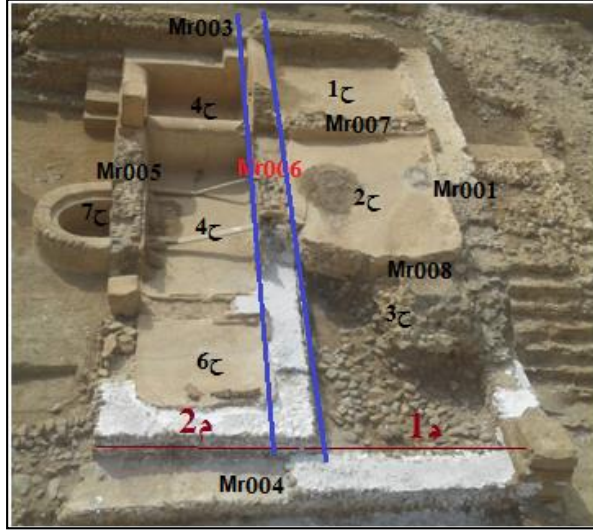


المخطط رقم 12: رفع لمقطع وفق محور ش/غ للمستوى العلوي لقسم الأحواض الشمالية.

II. 3. 1. 1. السور Mr006:

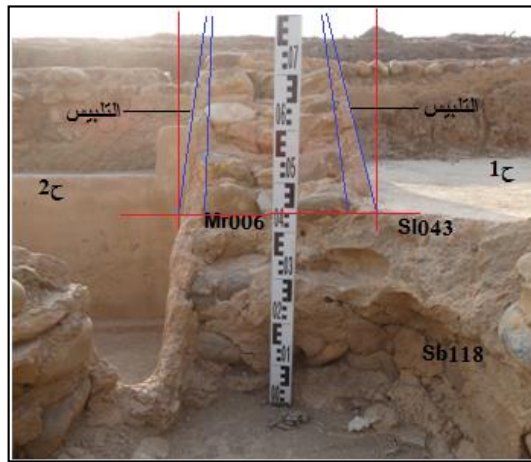
يحد هذا السور المستوى العلوي من الأحواض من الجهة الجنوبية، يفصله بذلك عن المستوى الأوسط. تم تشييده بنفس تقنية بناء أسوار الموقع الأثري ملاكو، ويحتوي على تلبيس على الواجهتين والوجه العلوي. بعد بناء السور Mr001، يتم بناء السور Mr006 موازي له، و يصل بين السور Mr003 من الجهة الغربية و السور Mr004 من الجهة الشرقية وينفصل عليهما معماريا. يبلغ طوله حوالي 11م، وسمكه حوالي 0.6م أما ارتفاعه الأقصى

أرضية أحواض المستوى الوسطي يقدر بـ 2م. ويعتبر كذلك سند لركائز أرضية الأحواض
المستوى العلوي. تم تشييده بنفس تقنية بناء أسوار الموقع الأثري ملاكو، أنظر الصورة
رقم 20.



الصورة رقم 20: تبيين موقع السور Mr006 بالنسبة لقسم الأحواض الشمالية.

تم بناء السور على شكل هيكل عمودي، حتى بلوغ مستوى أرضية الأحواض المستوى
العلوي بدأ سمك السور يتناقص تدريجياً وعلى ارتفاع 0.35 م (ارتفاع السور بالنسبة لمستوى
أرضية الأحواض) أين يقدر سمكه الأدنى 0.35 م. كما نسجل وجود تلبيس على الواجهتين،
الذي بدوره يبدي سمك مختلف أقصاه في الأسفل حوالي 0.05 م وأدناه في الأعلى حوالي
0.02 م، أنظر الصورة رقم 21.

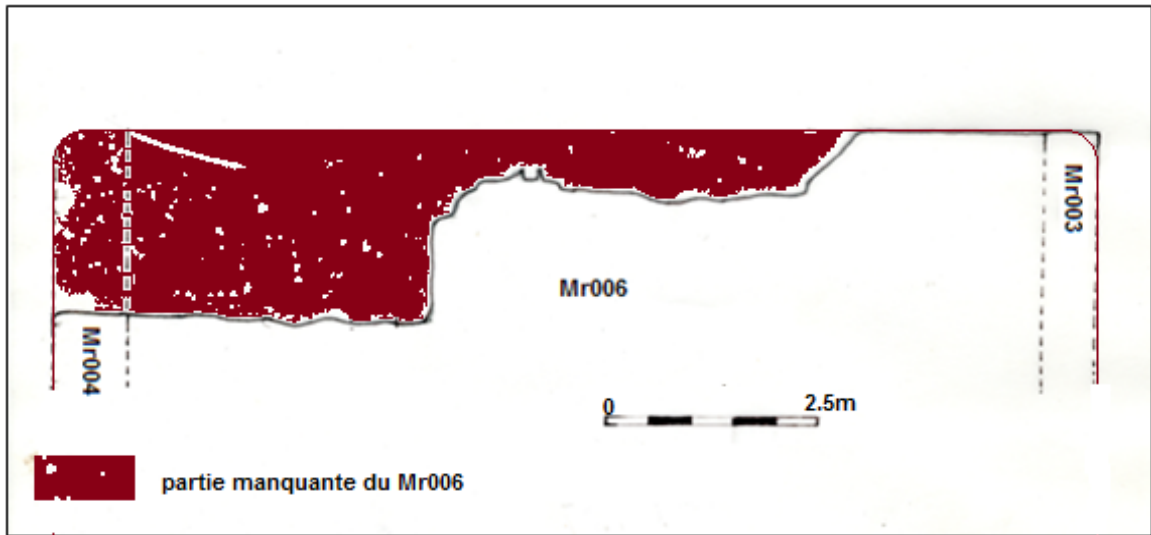


الصورة رقم 21: مقطع لسور الفاصل بين ح 1 و ح 2

مع توضيح سمك التلبيس.

يحمل هذا السور قنوات الإتصال بين أحواض هذا المستوى بأحواض المستوى الوسطي، التي عددها ثلاث، فعلى مستوى أرضية الحوض "ح1" على قناة Sb140 إتصال بين الحوضين "ح1" و "ح4"، كما يحتوي على مستوى أرضية الحوض "ح2" على قناتين Sb141 من الجهة الغربية Sb142 من الجهة الشرقية بالنسبة لجزء السور الذي يحد الحوض "ح2" من الجهة الجنوبية اتصال بين الحوضين "ح2" و "ح5".

يوجد السور Mr006 في حالة حفظ رديئة، وهذا على الجزء الذي يفصل بين الحوض "ح6" والحوض "ح3" من الجهة الشرقية ولم يبقى منه سوى مستوى أرضية الحوض "ح6"، أنظر الصورة رقم 20. وفي حالة حفظ متوسطة وذلك على الجزء الفاصل بين الحوض "ح2" والحوض "ح5" إذ نسجل غياب الجزء العلوي منه والمتمثل في ارتفاعه على أرضية الحوض "ح2" أما بالنسبة للجزء السفلي، نسجل وجود تلبيس في حالة جد رديئة فقد تخللها شقوق عميقة ومنتشعبة على كل الوجه الجنوبي للسور. في حين نسجل حالة حفظ جيدة للجزء الغربي من السور، فيحتفظ بكل عناصره، ماعدا جزء تقاطعه مع السورين Mr008 و Mr010 إذ هناك إسترجاع حجرة مصقولة ويظهر ذلك من خلال سالب الأثر الموجود على السور مما أدى إلى إلحاق أضرار بالسور في ذلك المستوى، الصورة رقم 25.



المخطط رقم 13: رفع لمقطع طولي للسور Mr006

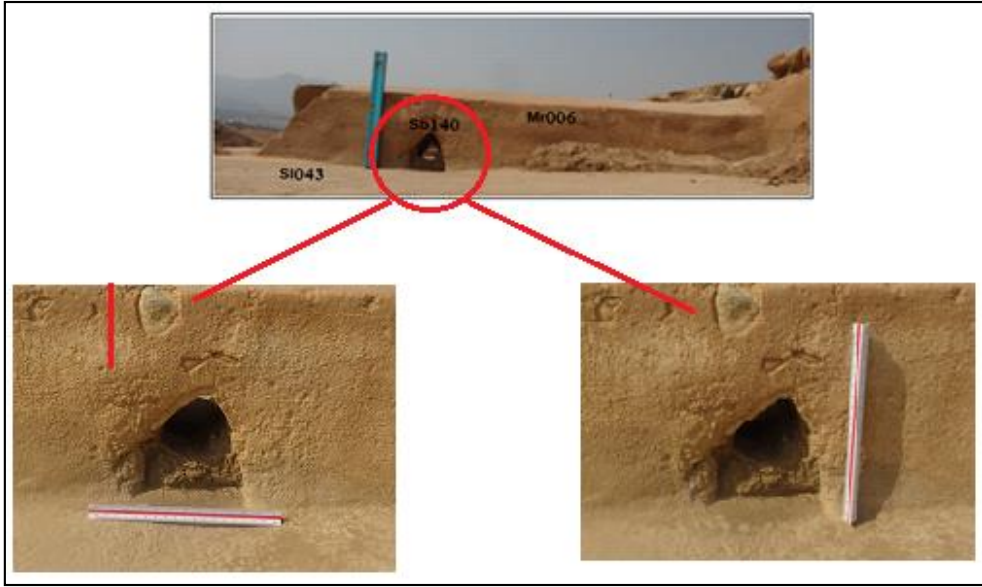


الصورة رقم 22: تبين مظهر السور في الجزء 3/1 الشرقي - منظر علوي-

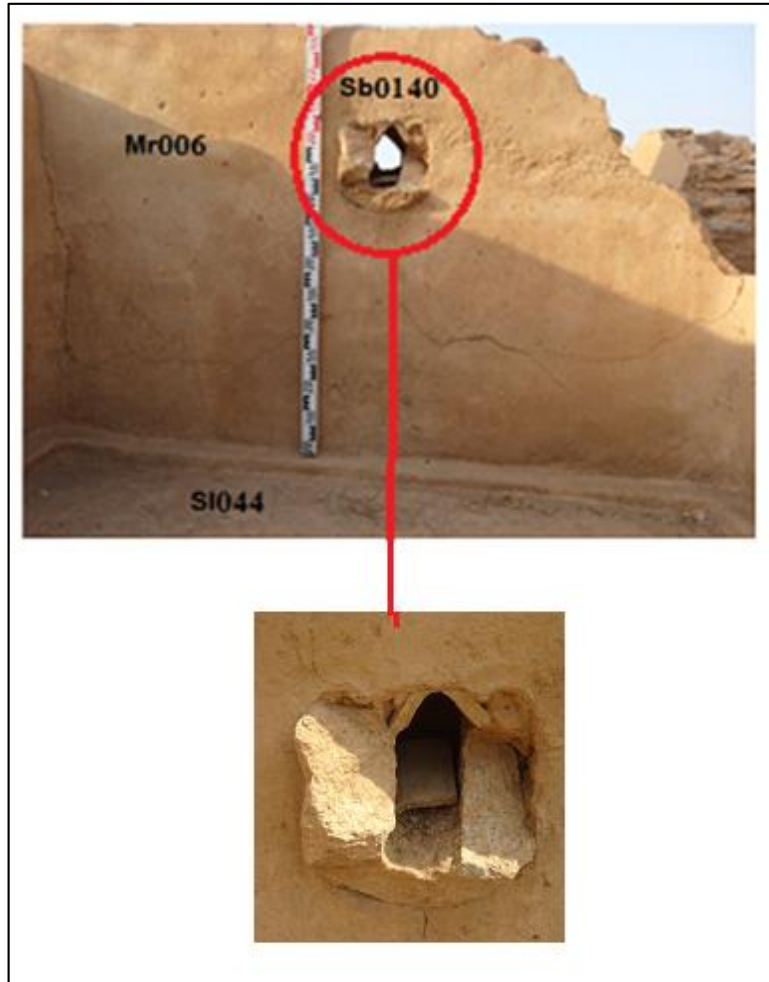
II. 3. 1. 1. 1. قنوات الإتصال بين المستوى العلوي والمستوى الوسطي:

القناة Sb140، إتصال بين الحوضين "ح1" و "ح4" :

تقع هذه القناة في وسط الجزء من السور Mr006 الذي يحد الحوض "ح1" من الجهة الجنوبية، تتكون من عنصرين معماريين متطابقين، العنصر العلوي عبارة عن جسم ذو مقطع نصف بيضاوي، مصنوع من الطين المطهي، طوله 0.60 م وإرتفاعه حوالي 0.18 م وقطره حوالي 0.20 م (أنظر اللوحة رقم 9). أما الجزء السفلي فهو جهاز مصنوع من الحجارة الكلسية قاعدته ذات شكل شبه منحرف، قاعدته الكبرى تقدر بـ 0.4م نحو الحوض "ح1" و قاعدته الصغرى تقدر بـ 0.2م نحو الحوض "ح4" و تنتهي برأس أسد منحوت، حيث يخرج السائل من فمه، ويقدر طول القناة بـ 0.4 م. أما قطرها (الجزء المنحوت في الحجر) فيقدر بـ 0.1م، أنظر الصورة رقم 23 واللوحة رقم 9.



اللوحة رقم 9: صور للسور Mr006 - منظر شمالي -
تبيين Sb140



الصورة رقم 23: منظر جنوبي للقناة Sb140.



الصورة رقم 24: يبين الجزء المنحوت على شكل رأس أسد من القناة.

تعتبر هذه القناة في حالة حفظ جيدة، فهي تحافظ على جل عناصرها، فنسجل فقط كسر في الجزء البارز نحو الخارج الذي يطل على الحوض "ح4" وهو عبارة عن رأس أسد منحوت بالحجارة الكلسية، كما تبينه الصورة رقم 24.

القناتان Sb141 و Sb142، إتصال بين الحوضين "ح2" و "ح5" :

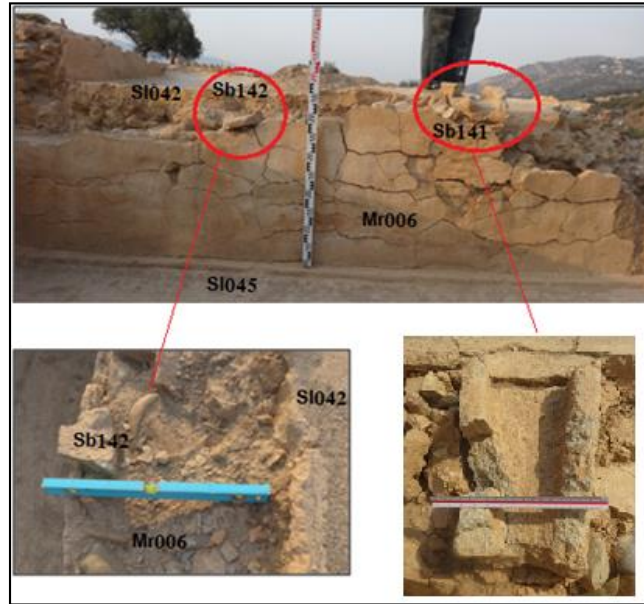
تقعان هاتان القناتان على جزء من السور Mr006 الذي يحد الحوض "ح2" من الجهة الجنوبية، تتكونان من عنصر معماري واحد لكل قناة، نظرًا لحالة حفظ السور، تظهران بجهاز مصنوع من الحجارة الكلسية المصقولة.

القناة Sb141:

تظهر Sb141 بقاعدة ذات شكل شبه منحرف متساوي الساقين، قاعدته الكبرى تقدر بـ 0.4م نحو الحوض "ح1" و قاعدته الصغرى تقدر بـ 0.2م نحو الحوض "ح4"، أما طولها يقدر بـ 0.5 م. يظهر المقطع العرضي لها على شكل حرف U، عمقه الداخلي يقدر بـ 0.07م أما عمقه الخارجي فيقدر بـ 0.15 م، أنظر اللوحة رقم 10. تظهر هذه القناة في حالة حفظ متوسطة، إذ نلاحظ غياب الجزء العلوي " لمبركس " في حين نسجل نقص في الجزء السفلي ويظهر ببعض التشققات أنظر اللوحة رقم 10.

القناة Sb142:

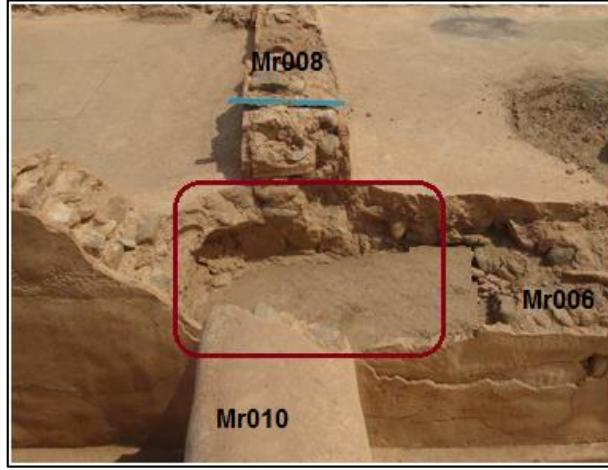
تقع غرب Sb141 على مسافة 1م، فحالة حفظها لم تسمح لنا إلا بوجود الجزء المطل للحوض "ح5" طوله حوالي 0.12م، أنظر اللوحة رقم 10. تظهر هذه القناة في حالة حفظ رديئة، إذ نلاحظ غياب الجزء العلوي " لمبركس " في حين نسجل نقص كبير في الجزء السفلي و يحتفظ فقط بجزء من الطرف المطل على الحوض "ح5" ، أنظر اللوحة رقم 10.



اللوحة رقم 10: صور موضحة للقناتين Sb142 و Sb141، اتصال بين الحوضين "ح2" و "ح5".

II. 3. 1. 1. 2. العمود PI160:

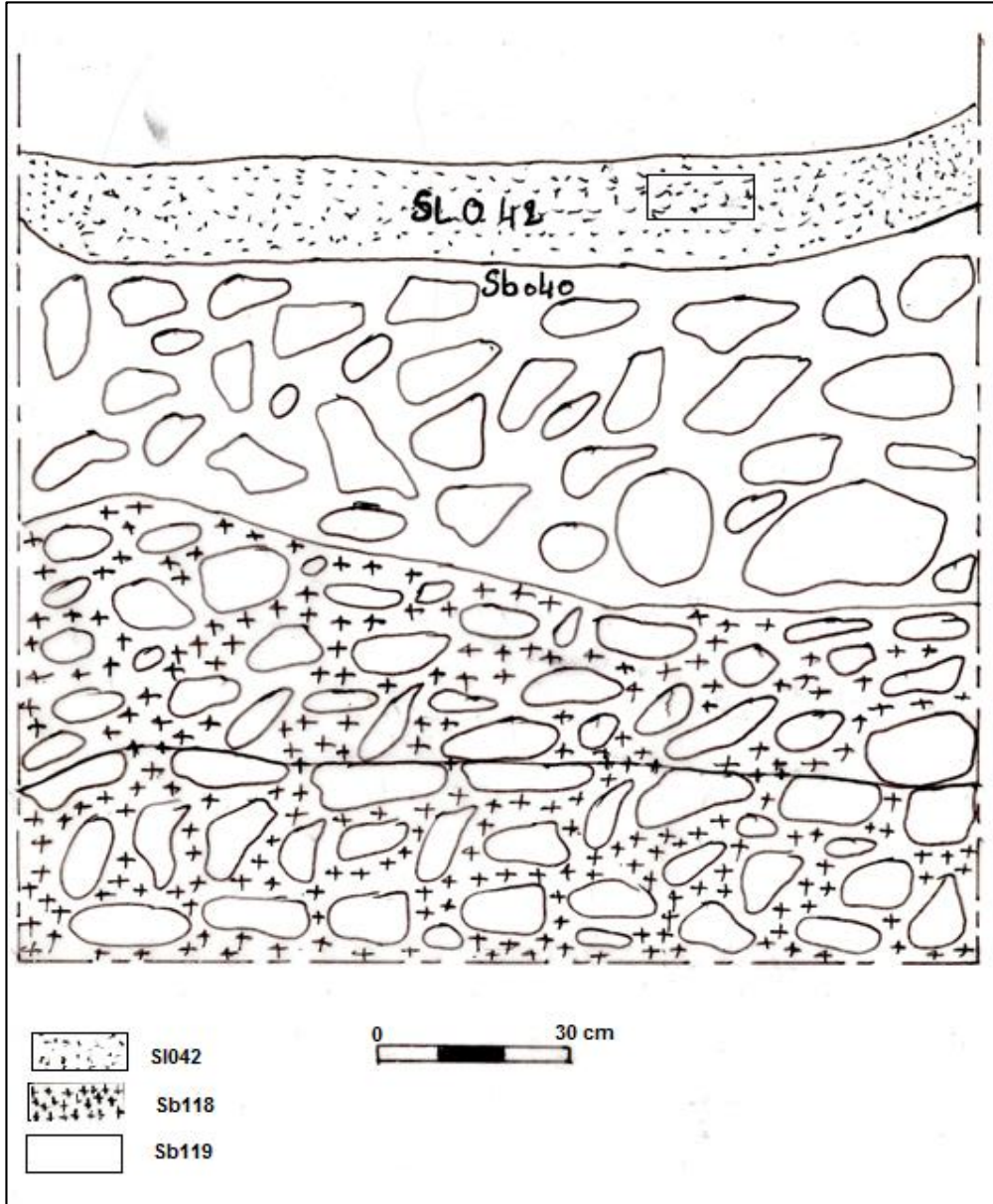
يرجح أن السور Mr006 يحتوي على أعمدة مبنية بالحجارة المصقولة، موجودة على نفس إستقامة خطي الأعمدة الموجودة في منطقة الانتقال، وتكون مبنية بنفس تقنية بناء الأعمدة، PI026 على السور Mr005، و PI030 على السور Mr020 و PI161 على السور Mr018، وما يدعم هذا القول هو وجود سالب النزع لحجرة مصقولة، على السور Mr006 عند تقاطعه مع السورين Mr008 و Mr010 ، وعلى ارتفاع 0.7م من أرضية الحوض ح5، كما يظهر في الصورة 25.



الصورة رقم 25: تبين موضع العمود PI160.

II. 3. 1. 2. ركيزة أرضية أحواض المستوى العلوي:

تم غمر أو ملأ الفراغ أو الفضاء المشكل بالأسوار المذكورة أعلاه بالركام في طبقتين متميزتين تماما باستعمال تقنيتين مختلفتين من حيث المواد المستعملة ومتشابهتان من حيث الهيئة، وذلك لتهيئة ركيزة أو سند لأرضية الأحواض، والهدف الأساسي المنشود من إنشاء ركيزة المستوى الأول من الأحواض هو تحقيق الفارق في الارتفاع بين المستوى الأول "العلوي" والمستوى الثاني "الوسطي"، أنظر الصورة رقم 28، فهو بذلك يعتبر تشييد مقصود جاء بعد وضع خطة عمل مدروسة مسبقا.

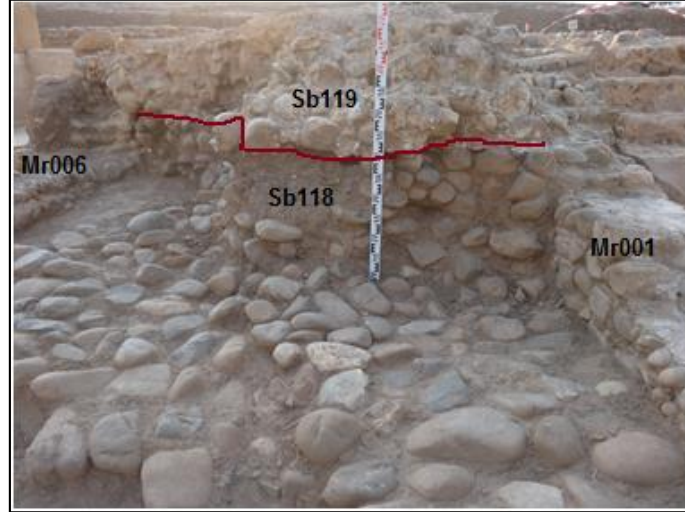


المخطط رقم 14: رفع معماري لمقطع عمودي في الحوض ح.2.

الطبقة الأولى من الركييزة Sb118 :

تعتبر الطبقة الأولى (السفلى) من ركام يتشكل أساسا من الركام والتراب، موضوعة بطريقة عشوائية، الهدف منها هو الوصول إلى ارتفاع محدد، سمكها حوالي 1 م، أنظر الصورة رقم 26.

نلاحظ على العموم أن الطبقة الأولى من الركيزة في حالة حفظ متوسطة، إذ نسجل فقط غياب جزء كبير منها يقدر سمكه حوالي 0.6م على مستوى الحوض "ح3"، في حين الأحواض الأخرى تحتفظ بالتشكيلة المعمارية لهذه الطبقة.



الصورة رقم 26: منظر شرقي لطبقتي ركيزة أرضية أحواض المستوى العلوي.

طبقة الركيزة الثانية Sb119:

الطبقة الثانية (العلوية) المشكلة أساسا من الركام والملاط الجيري، ويبلغ سمكها حوالي 0.7 م، موضوعة فوق الطبقة الأولى. تم بناءها بالملاط الجيري لتتماسك مع طبقة أرضية الأحواض، أنظر الصورة رقم 26.

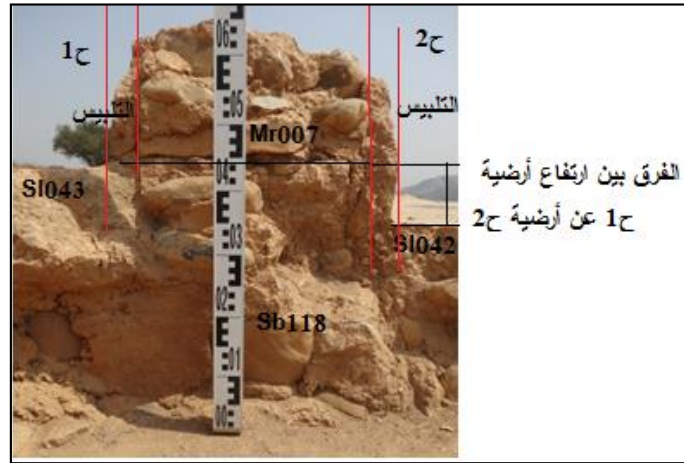
نلاحظ على العموم أن الطبقة الأولى من الركيزة في حالة حفظ متوسطة، إذ نسجل فقط غياب جزء كبير منها يقدر سمكه حوالي 0.6م على مستوى الحوض "ح3"، ونذكر بقاء الجزء الحامل لأرضية الحوض "ح3"، في حين الأحواض الأخرى تحتفظ بالتشكيلة المعمارية لهذه الطبقة.

II. 3.1.3. السورين الفاصلين للأحواض (Mr007 و Mr008):

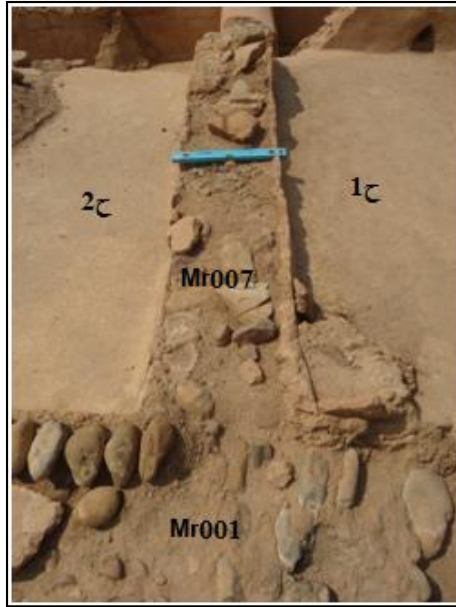
على مستوى 1.7 م من مستوى الأرضية المستوية، وعلى مستوى الطبقة الثانية من ركيزة الأحواض، يتم عليه تقسيم الأحواض المراد إنتاجها وذلك بتهيئة أسوار التي تفصل بينها، ومبنية من الركام والملاط الجيري.

II. 3.1.3.1. السور Mr007:

يحد الحوض "ح1" من الجهة الشرقية، يفصل هذا السور بين الحوض "ح1" والحوض "ح2" وعمودي على السورين Mr001 و Mr006، طوله 3م، و سمكه 0.5م أما ارتفاعه فيختلف حسب حالة الحفظ، يتراوح ما بين 0.15 م من الجهة الشمالية إلى حوالي 0.3 م من الجهة الجنوبية، أنظر الصورة رقم 29. تم بنائه فوق الطبقة الثانية للركيزة Sb118 بنفس التقنية المذكورة سابقا فيما يخص بناء ارتفاعات الأسوار، كما نسجل وجود طبقة واحدة من التلبيس للسور على الواجهتين، ذو سمك مختلف، حيث من الأسفل أكثر سمكا قد يصل إلى 5سم، كلما إتجهنا نحو الأعلى ينقص سمك طبقة التلبيس التي تصل إلى حوالي 2سم، وهذا لتغطية منطقة إلتقاء أرضية الحوض مع السور ويعمل على منع أو التقليل من النفاذية داخل السور، كما يظهر في الصورة 27.



الصورة رقم 27: منظر جانبي للسور Mr007 - منظر جنوبي -



الصورة رقم 28: منظر علوي صورة للسور Mr007

يوجد السور Mr007 في حالة حفظ متوسطة، فلا نلاحظ فيه المستوى العلوي وكذلك جزء من الطرف الجنوبي عند تقاطعه مع السورين Mr006 و Mr010 إذ هناك إسترجاع حجارة مصقولة و يظهر ذلك من خلال سالب الأثر الموجود على السور مما أدى إلى إلحاق أضرار بالسور في ذلك المستوى، الصورة رقم 28.

ii. 3. 1. 3. 2. السور Mr008 :

يحد الحوض "ح2" من الجهة الشرقية، يفصل هذا السور بين الحوض "ح2" والحوض "ح3" وعمودي على السورين Mr001 و Mr006، طوله 3م، وسمكه 0.5م أما ارتفاعه فهو على نفس مستوى الحوضين تقريبا. تم بنائه فوق الطبقة الثانية للركيزة Sb118 بنفس التقنية المذكورة سابقا فيما يخص بناء ارتفاعات الأسوار، كما يظهر في الصورة 29.



الصورة رقم 29: منظر شمالي للسور Mr008.

نلاحظ أن السور Mr008 في حالة حفظ رديئة، نسجل بقاء فقط جزء من قاعدته الواقعة بين أرضية "ح2" وجزء من أرضية "ح3"، فغياب الركيزة على مستوى الحوض "ح3" أدى إلى إلحاق ضرر بالسور.

II. 3. 1. 4. أرضية أحواض المستوى العلوي:

تعتبر تهيئة الأرضية مرحلة تأتي بعد تشييد الأسوار الفاصلة بين الأحواض، وقبل تلييسها، وهذا لضمان الترابط والتماسك الجيد للعناصر المعمارية، وإعطاءها الصلابة اللازمة للقيام بالوظيفة. إن أرضية الأحواض ذات لون بني فاتح مائل إلى الوردي، ناتج من إحتوائها لحبيبات القرميد المكسر في الملاط. تم تهيئته فوق الطبقة Sb118 من الركيزة. يستعمل في تهيئة الأرضيات الملاط الجيري المكون أساسا من الجير والرمل الناعم مع الرمل الخشن ويضاف للخليط مسحوق كسر القرميد، وتكون جزيئاته خشنة نوعا ما. هذا ما يعطي أرضيات الأحواض الطبيعة الخشنة.

II. 3. 1. 4. 1. أرضية الحوض الأول "ح1" SI043:

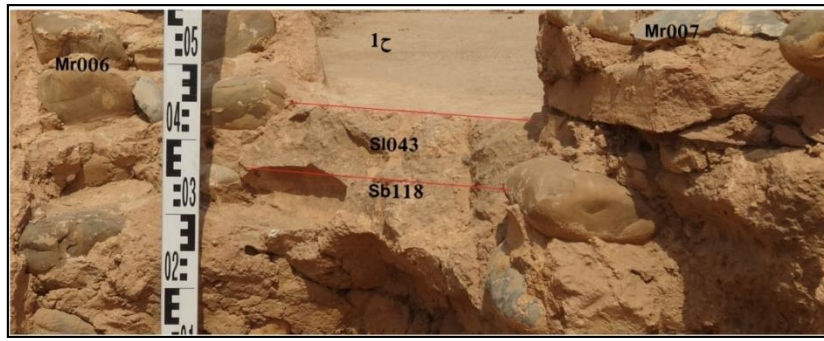
يقدر سمك أرضية الحوض الأول حوالي 0.12 م، ذات هيئة صلبة، تحتوي على مكان توضع المعصرة، هو عبارة عن تخطيط مزدوج بشكل مربع طول ضلعه الداخلي 1م، أما الخارجي 1.05م، ويقطعه خط موجه شرق/غرب. تعتبر أرضية الحوض في حالة حفظ جيدة، فلا نسجل سوى غياب جزء صغير من زاوية التقاء لسورين Mr006 و Mr007 بعد ما تم إسترجاع حجارة مصقولة ويظهر ذلك من خلال سالب الأثر الموجود على السور مما أدى إلى إلحاق أضرار بالسور في ذلك المستوى، كما يظهر في الصورتين 30 و 31.



الصورة رقم 31: توضح موضع المعصرة



الصورة رقم 30: منظر علوي لأرضية الحوض ح1



الصورة رقم 32: توضح سمك الأرضية عند الزاوية ج/ش "ح1"

II. 3. 1. 4. 2. أرضية الحوض الثاني "ح2" SI042:

يقدر سمك أرضية الحوض الثاني حوالي 0.11 م، ذات هيئة صلبة، ذو لون بني فاتح مائل إلى الوردي، ناتج من وجود حبيبات القرميد المكسر في الملاط.



الصورة رقم 33: تبين الحوض الثاني "ح2" من المستوى العلوي

لقسم الأحواض الشمالية

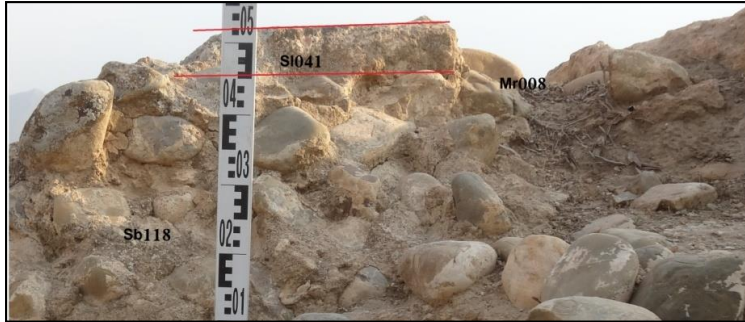


الصورة رقم 34: تبين الزاوية ج/ش "ح2"، توضح سمك الأرضية

نلاحظ أن أرضية الحوض "ح2" في حالة حفظ حسنة، إذ نسجل فقط نقص على مستوى الطرف الزاوية الجنوبية الشرقية، فغياب الركيزة على مستوى الحوض "ح3" أدى إلى إلحاق ضرر بها. أنظر الصورة رقم 33.

II. 3. 1. 3. أرضية الحوض الثالث "ح3" SI041:

يقدر سمك أرضية الحوض الأول حوالي 0.10 م، ذات هيئة صلبة، ذو لون رمادي قاتم، وهو لون الزنجرة كون هذا الجزء مكشوف للهواء الطلق قبل الحفرية.



الصورة رقم 35: تُظهر الحوض الثالث "ح3" من المستوى العلوي لقسم الأحواض الشمالية
الصورة رقم 36: تبين الزاوية ش/غ "ح3"، توضح سمك الأرضية

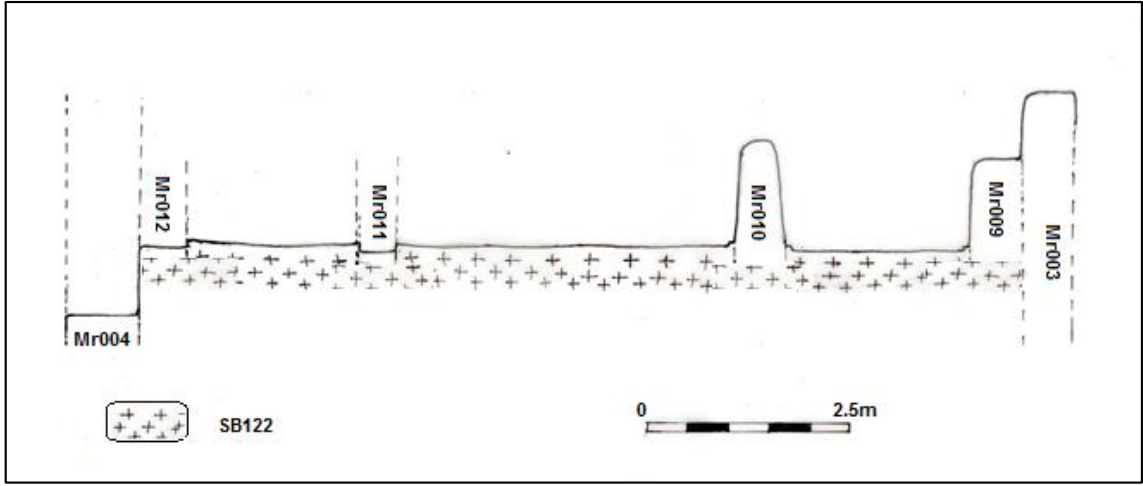


نلاحظ أن أرضية الحوض "ح3" في حالة حفظ رديئة، إذ نسجل فقط وجود الجزء صغير على مستوى السور Mr008، فغياب الركيزة على مستوى الحوض أدى إلى إلحاق ضرر بها، أنظر الصورة رقم 35.

II. 3. 2. المستوى الوسطي لقسم الأحواض الشمالية:

يقع المستوى الوسطي إلى جانب المستوى العلوي من الجهة الجنوبية، منخفض بالنسبة له، المسافة بين أرضية المستوى الأول وأرضية المستوى الثاني تقدر بـ 1 م. يحتوي هذا المستوى بدوره على ثلاث أحواض، موزعة نفس توزيع أحواض المستوى العلوي، تقع بين السور Mr006 من الجهة الشمالية والسور Mr005 من الجهة الجنوبية، وبين السور Mr009 من الغرب (يفصل الحوض الرابع "ح4" عن السور Mr003) والسور Mr012 من الشرق (يفصل الحوض الرابع "ح6" عن السور Mr004) تختلف من حيث الأبعاد والشكل، الحوض الوسطي له شكل مستطيل طوله حوالي 3.8 م وعرضه 2.3 م، أما الحوضين الجانبيين شكلهما مربع طول ضلعه 2.3 م. يفصل بين هذه الأحواض أسوار تحتوي على قنوات في أسفلها (في وسط السور)، حيث السور Mr010 يفصل بين الحوض "ح4" الغربي والحوض "ح5" الوسطي ويقع على نفس الخط تقريبا من السور Mr007 من الجهة الجنوبية وكذلك السور Mr011 يفصل بين الحوض الوسطي عن الحوض "ح6" الشرقي ويقع على نفس الخط تقريبا من السور Mr008 من الجهة الجنوبية، أنظر الصورة رقم 19.

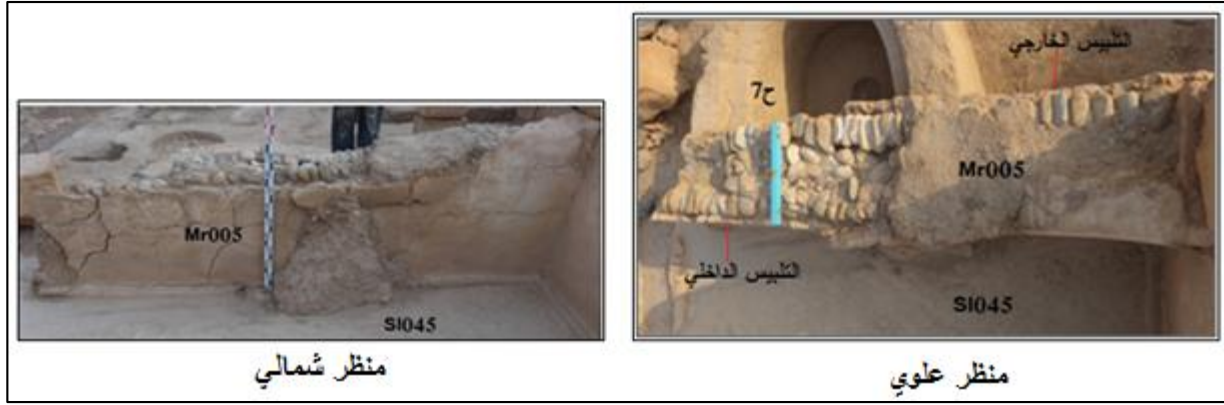
ما يلاحظ كذلك فيما يتعلق أرضية الأحواض المستوى العلوي، أنها تبدي زاوية ميلان صغيرة تقدر بـ 3.5% نحو جهة القنوات، كما نسجل نفس الهيئة المعمارية بالنسبة لأرضية الأحواض المستوى الوسطي، فالحوضان الجانبيان "ح4" و "ح6" يُظهران نفس الميلان نحو الحوض الوسطي "ح5" وتقدر زاوية الميل بـ 3% في حين الوسطي بدوره يبدي نفس زاوية ميلان من الأطراف نحو السور الجنوبي.



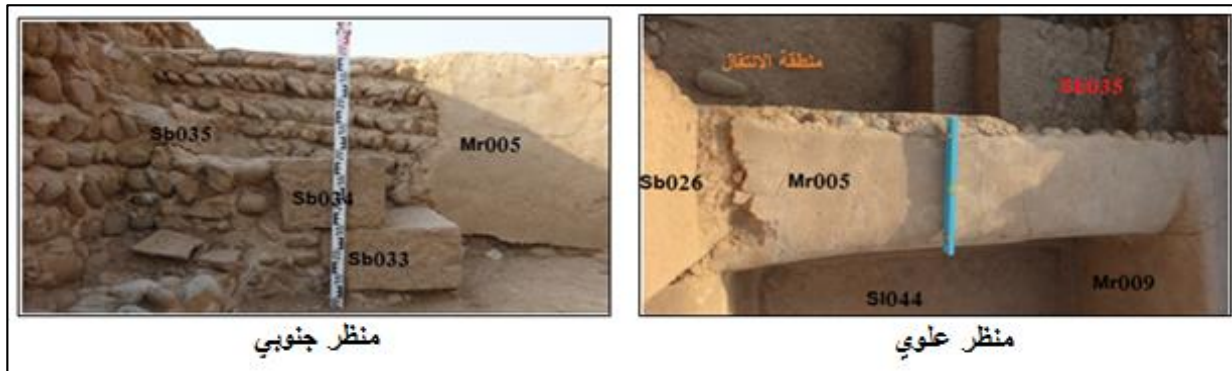
المخطط رقم 15: رفع لمقطع على محور ش/غ للمستوى الوسطي لقسم الأحواض الشمالية.

II. 3. 2. 1. السور Mr005:

يحد هذا السور المستوى الوسطي من الأحواض من الجهة الجنوبية، تم تشييده بنفس تقنية بناء أسوار الموقع أثري ملاكو، ويحتوي على تلبيس على الواجهتين حيث يبدي سمك مختلف أقصاه في الأسفل حوالي 0.05 م وأدناه في الأعلى حوالي 0.02م ويحتوي على طبقة من الملاط الجيري على الوجه العلوي ذات سمك يقدر بـ 0.04م. يصل السور Mr005 بين السور Mr009 من الجهة الغربية والسور Mr012 من الجهة الشرقية ويتصل بهما معمارياً، يفصل بذلك المستوى الوسطي من الأحواض عن منطقة الانتقال وكذلك المستوى السفلي "ح7"، يبلغ طوله حوالي 11م، وسمكه حوالي 0.6م أما ارتفاعه الأقصى عند أرضية الحوضين ح4 و ح5 يقدر بـ 0.9م، كما نسجل وجود تلبيس على الواجهتين. يحتوي هذا السور وعلى مستوى زاوية تقاطع السورين Mr005 و Mr010 حارتين متراكبتين من الحجارة الكلسية المصقولة لعمود PI026، حامل سقف المنشأة الصناعية.



اللوحة رقم 11: تبين جزء السور Mr005 المحدد لـ"ح5".



اللوحة رقم 12: تبين جزء السور Mr005 المحدد للحوض ح4.

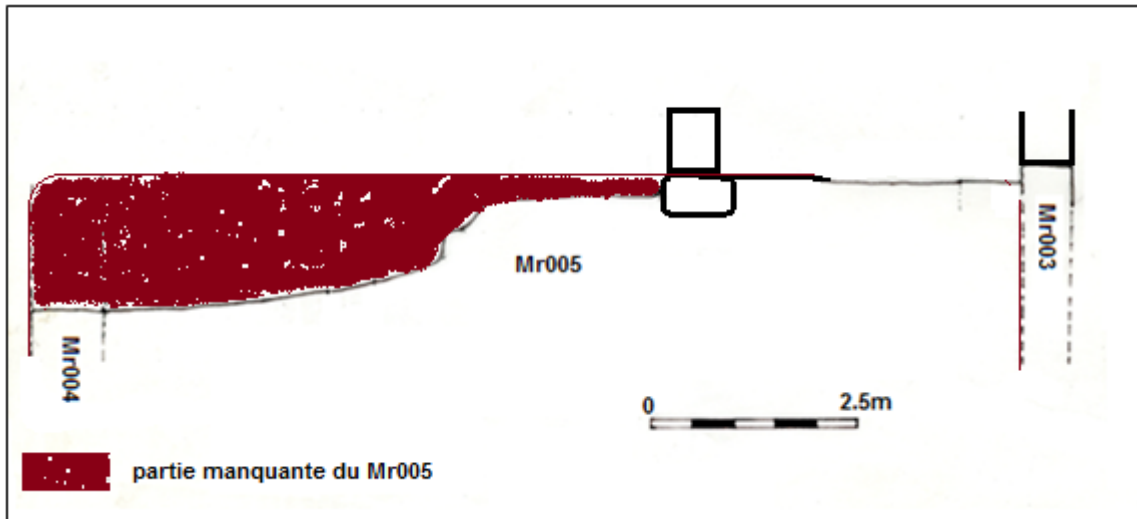


اللوحة رقم 13: تبين جزء السور Mr005 المحدد لـ"ح6".

II. 3. 2. 1. 1. العمود PI026:

عبارة عن هيئة معمارية تقع في زاوية تقاطع السورين Mr005 و Mr010، وتتكون من توضع طولي لحجارة مصقولة من الحجارة الكلسية فوق السور Mr005، ويرجح إستعمالها لحمل السقف. يقع على نفس خط الأعمدة الغربية لمنطقة الانتقال، وثانيتها من الجهة الشمالية. لها شكل متوازي المستطيلات، قاعدها مستطيلة طولها 0.7م، وعرضها 0.55م أما إرتفاعها فيقدر بـ 0.4م (بالنسبة للحجارة القاعدة).

نلاحظ أنه كلما إتجهنا نحو الغرب كلما كانت التمثيلية كبيرة والعكس صحيح، وعلى هذا نسجل حالة حفظ رديئة للسور Mr005 على مستوى الثلث الشرقي، حيث لم يتبقى منه سوى القاعدة، أما الثلث الوسطي منه في حالة حفظ متوسطة، فقد الجزء الشرقي من الجهة العلوية، وكذلك ظهور شقوق عميقة إلى حد غياب بعض أجزاء من التلبيس الداخلي. في حين PI026 فقد بعض الحجارة المصقولة المشكّلة للعمود، أما فيما يخص الثلث الغربي منه يوجد في حالة حفظ مقبولة، فيحتفظ بعناصره ولا نسجل عليه أضرار ما عدا شقوق سطحية لطبقة التلبيس من الواجهة الداخلية، وأكثر عمقا منها في الواجهة الخارجية.



المخطط رقم 16: يبين المقطع الطولي لسور Mr005.



الصورة رقم 37: منظر جنوبي للسور Mr005 للجزء المحدد لـ "ح5" وـ PI026

II. 3. 2. 2. ركيزة أرضية الأحواض Sb122:

عبارة عن تهيئة معمارية تتكون من الركام والملاط الجيري، سمكها حوالي 0.3م، مشكلة من طبقة من الركام مغمورة داخل الملاط الجيري. تم تطبيق هذه التقنية على كل المستوى الوسطي من الأحواض.



الصورة رقم 38: منظر شرقي "ح6" لركيزة أرضية الأحواض.

II. 3. 2. 3. السور Mr009:

تم بناء الأسوار المحددة لأحواض المستوى الوسطي على ركيزة أرضية الأحواض، بنفس التقنية وبنفس المواد المستعملة في بناء أسوار الموقع.

يفصل Mr009 الحوض "ح4" عن السور Mr003 كما يصل السور Mr005 بالسور Mr006 من الطرف الغربي، يتميز هذا السور بتعدد الوظيفة، حيث يعتبر سور محدد للحوض وكذلك ممر من منطقة الانتقال إلى المستوى العلوي للأحواض وكذلك سور داعم للسور Mr003، يحتوي على درجة « Sb143 » على مستوى الطرف الشمالي منه. طوله

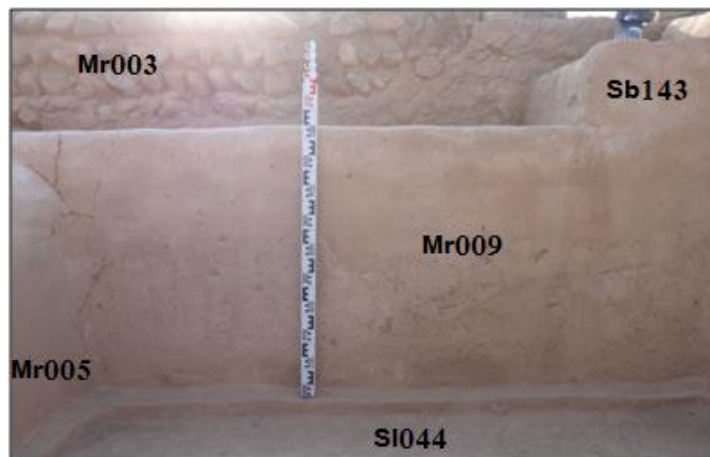
حوالي 2.5م، سمكه تقريبا 0.7م أما ارتفاعه يقدر بـ 1م من أرضية الحوض. أُستعمل في بنائه الركام والملاط الجيري. نلاحظ أنه منسجم من الناحية المعمارية مع السور Mr006 أي بنائهما ككتلة واحدة، في حين منفصل عن السور Mr006، وكذلك بالنسبة للسور Mr003. يحتفظ هذا السور بكل عناصره فهو بذلك في حالة حفظ جيدة.



الصورة رقم 39: منظر عمودي للسور Mr009.

الدرجة Sb143:

تقع هذه الدرجة في الجهة الشمالية للسور، لها شكل مربع تقريبا، طول ضلعها 0.7 م، ارتفاعها حوالي 0.25م، تم تهيئتها بالركام والملاط الجيري. تبدي حافتها الداخلي ارتفاع طفيف، مصنوعة بالملاط الجيري، وكذلك على طول الحافة الداخلي للسور Mr009، وهذا لمنع تسريب مياه الأمطار داخل الحوض.



الصورة رقم 40: منظر داخلي للسور Mr009.

II. 3. 2. 4. السور Mr010:

يفصل هذا السور بين "ح4" و "ح5"، تم بنائه فوق الركيزة Sb122، بنفس تقنية البناء المذكورة سابقاً، باستعمال الركام والملاط الجيري. يقدر طوله بـ 2.3م، سمكه حوالي 0.6م أما ارتفاعه فيقدر بـ 1.1م من أرضية الحوض "ح4". نلاحظ أن نهايته العلوية ذات شكل نصف دائري.



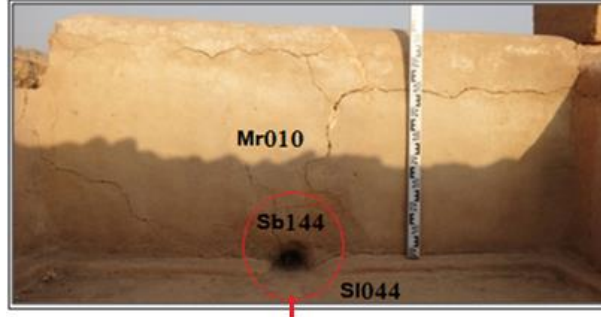
الصورة رقم 41: منظر جانبي للسور Mr010 الصورة رقم 42: منظر علوي للسور Mr010

يحتوي هذا السور على قناة في أسفله، على مستوى الأرضية تسمح بالاتصال بين الحوضين "ح4" و "ح5".

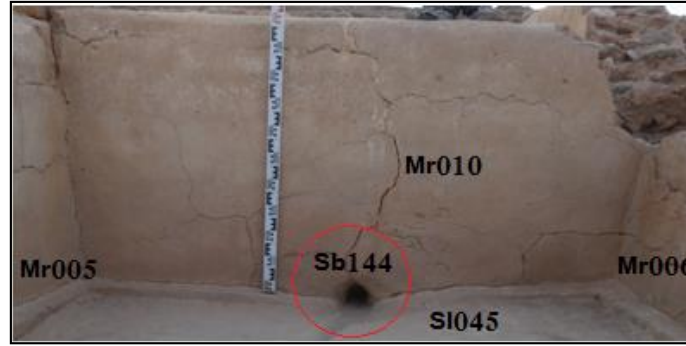
يمكن القول أن Mr010 في حفظ حالة جد مقبولة، يحتفظ على تمثيليته ما عدا بعض النقائص، نذكر الطرف الشمالي له عند تقاطعه مع السورين Mr006 و Mr007 إذ هناك إسترجاع لحجارة مصقولة ويظهر ذلك من خلال سالب الأثر الموجود على السور مما أدى إلى إلحاق أضرار بهذا الهيكل، أنظر الصورة رقم 26. كما نسجل وجود بعض التشققات، منها بعضها سطحية والبعض الآخر عميقة.

قناة الاتصال Sb144:

تتوسط هذه القناة السور Mr010 في الأسفل، شكلها دائري نصف قطرها 0.1 م، طولها يعادل سمك السور، موجهة طولياً ش/غ. تعتبر المنطقة الوحيدة التي تصل الحوض "ح4" بالحوض "ح5"، تم تشكيلها بالملاط الجيري بتقنية القولية. تعتبر في حالة حفظ مقبولة، فهي تحتفظ بجل عناصرها.



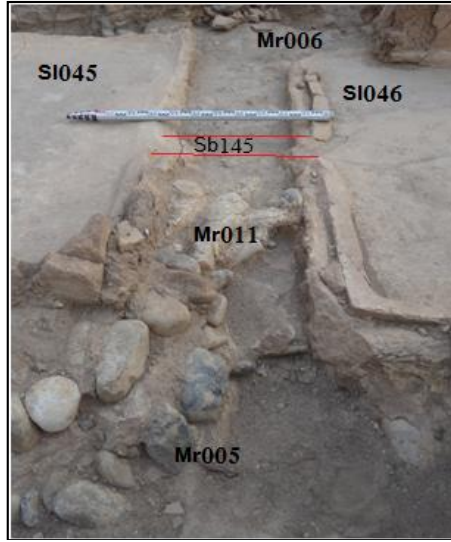
الصورة رقم 43: منظر غربي للقناة Sb144



الصورة رقم 44: منظر شرقي للقناة Sb144.

II. 3. 2. 5. السور Mr011:

يفصل هذا السور الحوض "ح5" عن الحوض "ح6"، طوله 2.3م وسمكه حوالي 0.55م، يوجد في حالة حفظ سيئة، لذا لا تسمح لنا بالحصول على قدر كافي من المعلومات، في حين نستطيع أن نتعرف على مستوى بداية تهيئته والتي تتمثل في ركيزة أحواض المستوى الوسطي. كما نسجل وجود قناة تصل بين الحوضين وذلك من خلال آثار وجودها على أطراف الأرضيتين الحوضين "ح5" و "ح6" المحددة للسور Mr011.



الصورة رقم 45: منظر جنوبي للسور Mr011.

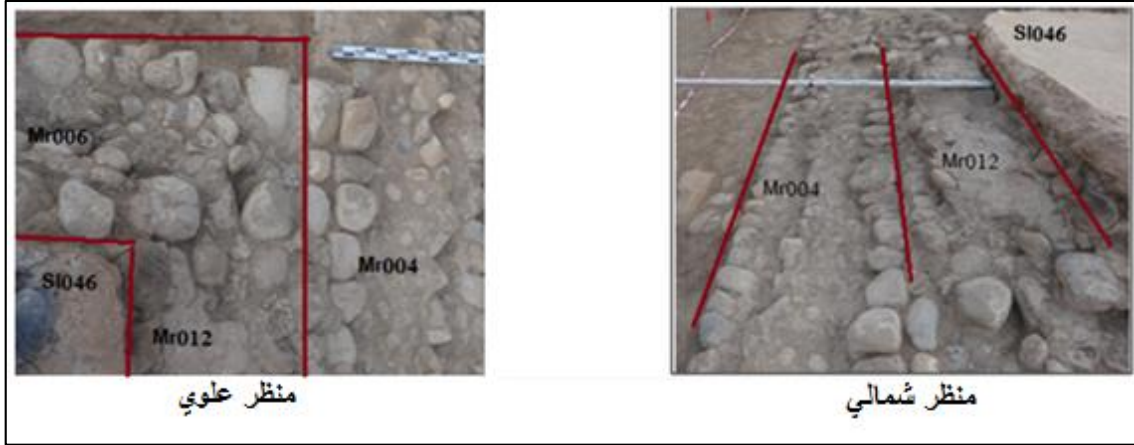
قناة الاتصال Sb145:

عبارة عن قناة تقع في أسفل السور Mr011، تصل الحوضين ح6 ب ح5، حالة حفظ السور السيئة آلت إلى عدم الحصول على معلومات أثرية دقيقة عليها، تمكنا من التعرف عليها من خلال بعض الآثار التي نجدها على حواف أرضية الحوضين ح5 و ح6، وإمتداد ازار الحائط نحو داخل السور. طولها هو نفسه عرض السور، أما قطرها حسب نهايتي ازار الحائط فيقدر بحوالي 0.1م.

يوجد هذا السور في النصف الشرقي للمعلم، لم يسلم من الضرر الذي لحق بهذا الجزء، يعتبر في حالة حفظ رديئة جداً، فقد جل عناصره، فلا يمثل سوى الطبقة الأولى من القاعدة، والتي تتواجد على مستوى منخفض على مستوى أرضية الحوضين "ح5" و "ح6"، أنظر الصورة رقم 45.

II. 3. 2. 6. السور Mr012:

يحد هذا السور الحوض "ح6" من الجهة الشرقية، يجاور السور Mr004، طوله 2.5م وعرضه حوالي 0.65م، أما إرتفاعه فهو على مستوى ركيزة الأحواض المستوى الوسطي، تحت مستوى أرضية SI046 بحوالي 0.15 م. إستعمل في بنائه الركام والملاط الجيري بالتقنية المذكورة سابقا بالنسبة لبناء الأسوار. تم بنائه بشكل متواصل مع السورين Mr005 و Mr006، ونلاحظ ذلك عند زوايا الالتقاء للأسوار.



اللوحة رقم 14: صورتان تبيينان موقع السور Mr012

يوجد هذا السور في النصف الشرقي للمعلم، لم يسلم من الضرر الذي لحق بهذا الجزء، يعتبر في حالة حفظ رديئة جداً، فقد جل عناصره، فلا يمثل سوى الطبقة الأولى من القاعدة، والتي تتواجد على مستوى منخفض من أرضية الحوض "ح6"، كما هو موضح في اللوحة رقم 14.

II. 3. 2. 7. تهيئة أرضية الأحواض:

تأتي مرحلة تهيئة الأرضية الأحواض بعد تشييد الأسوار الفاصلة بينها، وقبل تلبسها، وهذا لضمان الترابط والتماسك الجيد للعناصر المعمارية. إن هذه الأرضيات ذات هيئة صلبة، تملك لون بني فاتح مائل إلى الوردي، ناتج من وجود حبيبات القرميد المكسر في الملاط. تم تهيئته فوق الطبقة Sb122 من الركييزة. يستعمل في تهيئة الأرضيات الملاط الجيري المكون أساساً من الجير والرمل الناعم مع الرمل الخشن ويضاف للخليط مسحوق كسر القرميد، وتكون حبيباته خشنة نوعاً ما. تتميز أرضيات الأحواض المستوى الوسطي بالطبيعة الخشنة، وهذا لوجود جزيئات القرميد المكسر الخشنة، كما تحتوي على إزار الحائط، وهذه الأخيرة مهياة بالملاط الجيري المكون من الرمل الرقيق والجير إضافة إلى وجود جزيئات القرميد المكسر الدقيقة.

أرضية الحوض "ح4" SI044:

تتميز أرضية الحوض "ح4" SI044 بأنها ليست مستوية تماما، بل تبدي درجة ميلان صغيرة من الزوايا الداخلية نحو نقطة تواجد القناة بزاوية قدرها 3% نحو القناة Sb144، وهذا لكي يتم تفريغ كل محتوى الحوض إلى الحوض المجاور. تظهر لنا الأرضية في حالة حفظ مقبولة.



الصورة رقم 46: مظهر لأرضية الحوض "ح4" النصف الغربي



الصورة رقم 47: مظهر لأرضية الحوض "ح4" النصف الشرقي

أرضية الحوض "ح5" SI045:

تتميز أرضية الحوض "ح5" SI045 بأنها ليست مستوية تماما، بل تبدي درجة ميلان صغيرة من الزوايا الداخلية نحو نقطة تواجد القناة التي تصل الحوض "ح5" بالحوض "ح7" للمستوى الأدنى بزاوية قدرها 3%، يقدر سمكها بحوالي 0.2 م. كما تم تهيئة الأرضية بمصرف يصل من القناة Sb144 ومن القناة Sb145 نحو القناة Sb146 قصد تفريغ كل محتوى الحوض في خزان الاسترداد. نلاحظ أيضا أن محيط الأرضية وعلى مستوى قواعد الأسوار يوجد إزار قصد تقوية تلك المنطقة والتقليل من تسرب العصير بين السور والأرضية، فقد تم تطبيقه فوق طبقة التلييس.

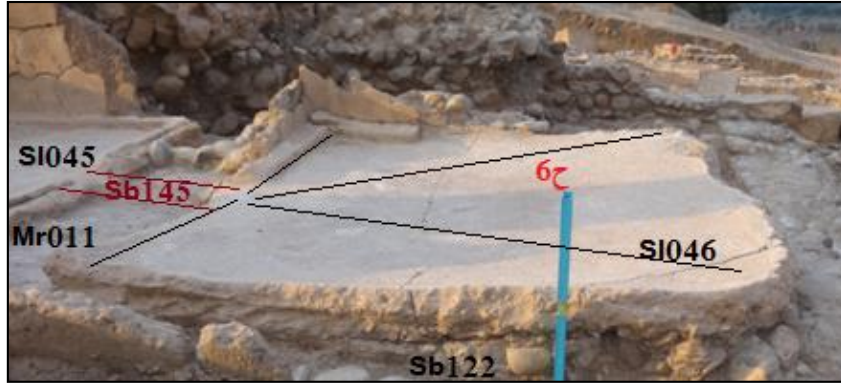
تظهر لنا على العموم الأرضية في حالة حفظ جيدة، في حين نسجل وجود شقوق رقيقة عرضية على مستوى الجزء الشرقي، مع غياب أجزاء من الإزار على مستوى الزاوية الجنوبية الشرقية.



الصورة رقم 48: يبين أرضية "ح5" SI045

أرضية الحوض "ح6" SI046:

تتميز أرضية الحوض "ح6" SI046 بسمكها المعتبر الذي يقدر بحوالي 0.2 م، ليست مستوية تماما، بل تبدي درجة ميلان صغيرة من الزوايا الداخلية نحو نقطة تواجد القناة Sb145 التي تصل الحوض "ح6" بالحوض "ح5" بزاوية قدرها 3.5%، نلاحظ أن محيط الأرضية وعلى مستوى قواعد الأسوار يوجد إزار قصد تقوية تلك المنطقة والتقليل من تسرب العصير بين السور والأرضية، فقد تم تطبيقه فوق طبقة التلبيس.



الصورة رقم 49: منظر جنوبي لأرضية الحوض "ح6"



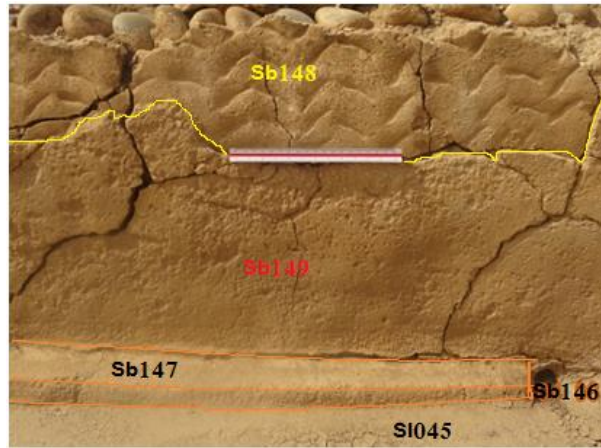
الصورة رقم 50: منظر جنوبي لأرضية الحوض "ح6" يبين سمكها.

تظهر أرضية الحوض "ح6" في حالة حفظ متوسطة، إذ نسجل تآكل طفيف على الأطراف وأكثر حدة على مستوى الطرف الشرقي، حيث فقد جزء صغير من المساحة الإجمالية للأرضية. كما نسجل كذلك فقدان الإزار على مستوى الأجزاء المتآكلة، إذ نسجل وجود فقط الجزء المتعلق بالزاوية الشمالية الغربية. نلاحظ كذلك وجود شق عرضي يقطع كل الأرضية من الشمال إلى الجنوب عرضه حوالي 1م أما عمقه فيصل إلى الركيزة، يقطع بذلك كل الأرضية.

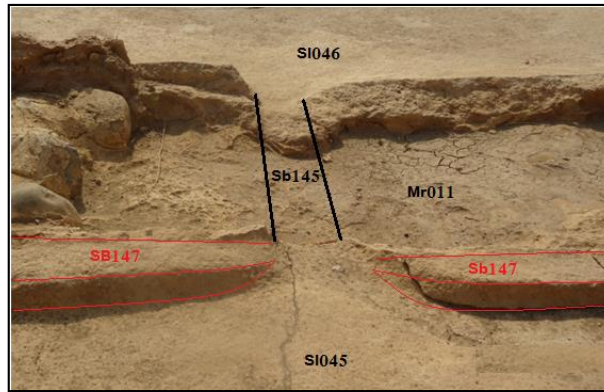
II. 3. 2. 8. إزار الحائط:

يعتبر آخر عنصر معماري يشيد في المعلم، بعد الانتهاء من التلبيس، لكل أسوار المستوى الوسطي من قسم الأحواض الشمالية، يتم وضع إزار على مستوى السفلي لكل الأسوار من الجهة الداخلية. يظهر المقطع العرضي على شكل مستطيل حيث الزاوية العلوية

الخارجية مدببة، الجهة الطويلة تحط على أرضية الحوض طولها 0.07 م، أما ارتفاعها والذي يقدر بـ0.05 م يوضع مع التلبيس.



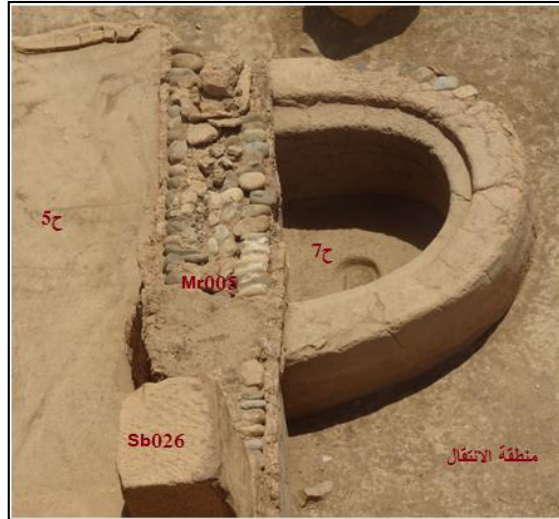
الصورة رقم 51: مظهر لإزار الحائط على السور Mr005



الصورة رقم 52: مظهر لإزار الحائط على السور Mr011.

II. 3.3. حوض المستوى السفلي:

يحتوي المستوى السفلي على حوض واحد "ح7" ويقع بجوار الحوض "ح5" من الجهة الجنوبية، يتصل به بقناة مصنوعة من مادة الرصاص في أسفل السور Mr005 مباشرة مع أرضية الحوض "ح5" على ارتفاع 0.25 م عن أرضية الحوض "ح7". يختلف هذا الحوض عن باقي الأحواض من حيث الشكل، فله شكل نصف بيضاوي، قطره الأكبر يقدر بـ2.2م أما قطره الأصغر يقدر بـ1.4م، أما السمك الكلي لسوره Mr013 فيقدر بـ0.45م - يتميز السطح العلوي منه على وجود بروز لجزء منه ذو سمك 0.3م و يرتفع عن السور بـ0.15م- وعمقه من الداخل حوالي 0.85 م. تحتوي أرضية هذا الحوض في المركز على منخفض دائري قطره حوالي 0.33م وعمقه 0.12 م.



الصورة رقم 53: تبين منظر علوي للحوض "ح7".

يظهر الحوض في حالة حفظ مقبولة بالنظر إلى نواته، مع أنه أصيب بعدد من الأضرار السطحية الخفيفة، والتي تتمثل في شقوق سطحية لطبقة التلبيس الثانية سواء الداخلية منها والخارجية بالإضافة إلى غيابه على مستوى الحافة الخارجية العلوية من الجهة الشرقية.



اللوحة رقم 15: تبين مختلف أبعاد العناصر المعمارية المكونة للحوض "ح7".

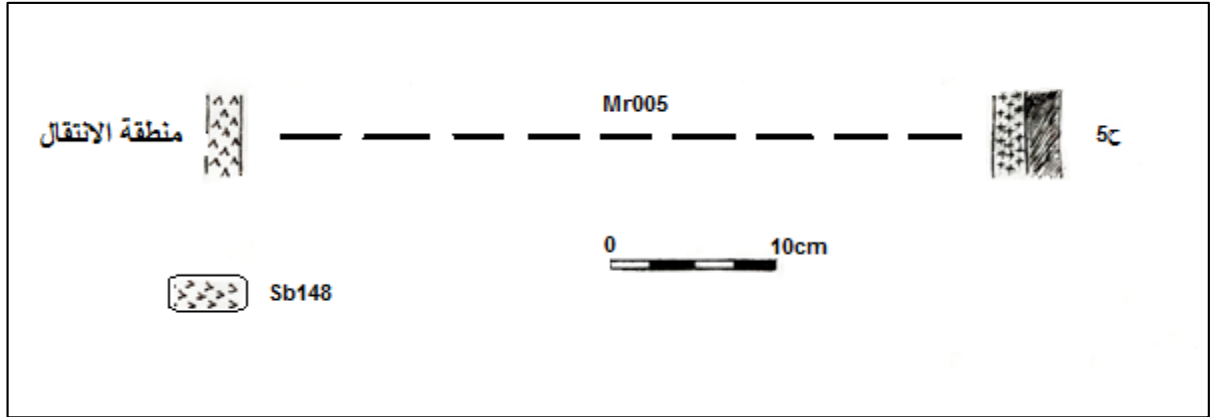
II. 3. 4. التلبيس:

استعمل في تلبيس أسوار قسم الأحواض الشمالية الملاط الجيري، وتعتبر هذه المرحلة الأخيرة في التشكيل المعماري العام، وتأتي أيضا لما تضيفي الجانب الجمالي والفني للمعلم،

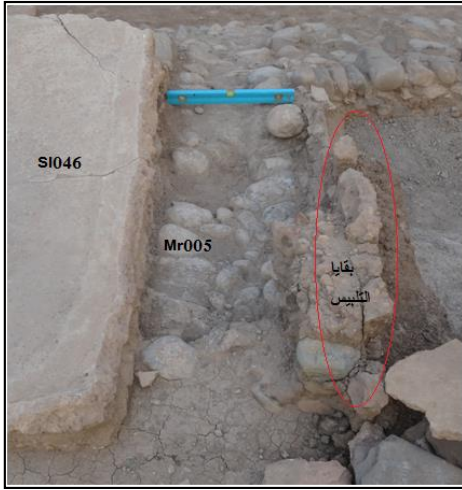
وكذلك تعمل على تقوية وصلابة وتماسك العناصر المعمارية المختلفة. تعتبر عملية التلبيس في مثل هذه المنشآت ضرورية جداً، نظراً لوظيفة المعلم وهي إستقبال مواد سائلة، وعدم إستعمال التلبيس قد لا تستطيع العمارة الاحتفاظ بمحتواها (التقليل من النفاذية).

II. 3. 4. 1. الوجه الخارجي:

تم تطبيق التلبيس من الداخل والخارج، حيث إستعمل طبقة واحدة ذات سمك تقريبا 0.02م من الوجه الخارجي، ويظهر ذلك على الوجه الخارجي للسور Mr005 الذي يطل على منطقة الإنتقال، وكذلك على الوجه الخارجي للسور Mr001 على الجزء الشرقي الذي يطل على السلم الرئيسي الشمالي. يتكون الملاط المستعمل لغرض التلبيس من الرمل الناعم والجير. يظهر التلبيس بهيئة غير مستوية ذو ملمس خشن نسبيا.



المخطط رقم 17: رفع طبقتي التلبيس على السور Mr005.



الصورة رقم 54: يبين المنظر الجنوبي لجزء الصورة رقم 55: منظر عمودي لجزء من السور Mr005

من السور Mr005.



الصورة رقم 56: منظر شمالي لجزء من السور Mr001

تعرض التليس إلى عوامل التلف التي جعلت العمارة في الحالة التي هي الآن، حيث نلاحظ أنه كلما إتجهنا نحو الجهة الغربية كلما كانت حالة الحفظ تضي تمثيلية أكثر والعكس كلما إتجهنا نحو الجهة الشرقية. نسجل بذلك حالة حفظ متوسطة بالنسبة للجزئين الوسطي والغربي للسور Mr005 حيث يظهر التليس بشبكة من الشقوق المتشعبة ذات عمق معتبر، في حين الجزء الشرقي لم يبقى منه سوى الشريط السفلي ويظهر بتشقات عميقة.

II. 3. 4. 2. الوجه الداخلي:

تم تطبيق طبقتين من التليس مختلفتين من حيث السمك، والهيئة المعمارية، يتكون الملاط المستعمل من الرمل الناعم والجير. يظهر التليس بهيئة غير مستوية ذو ملمس خشن نسبياً.

II. 3. 4. 2. 1. الطبقة الأولى من التليس:

تمتد طبقة التليس الداخلية الأولى من أسفل الأسوار إلى نهاية السور العلوية، فهي بذلك تلتقي بالطبقة الخارجية لتشكل طبقة تغطي الأسوار بأكملها. يقدر سمكها حوالي 0.03م.



الصورة رقم 57: توضح توضع الطبقة الأولى من التليس للسور Mr010

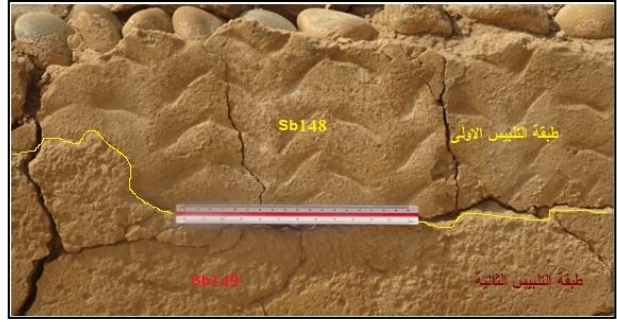


الصورة رقم 58: توضح توضع طبقتي التليس على السور

يتميز سطح هذه الطبقة بإحتوائه على تضاريس بأشكال مختلفة، وهي عبارة من تجاعيد وضعت للتقليل من ملاسته ويساعد أكثر الطبقة الثانية على الإلتصاق بها والحصول على تليس متماسك، وهذا المظهر لم يتم تطبيقه على كل السور بل الجزء الذي يتم فيه تطبيق الطبقة الثانية ويكون في معدل الارتفاع بالنسبة للأسوار من أرضية الحوض إلى حوالي 0.8م.



الصورة رقم 60: تبين توضع الطبقتين من التليس Mr006.



الصورة رقم 59: توضع الطبقتين من التليس Mr005.



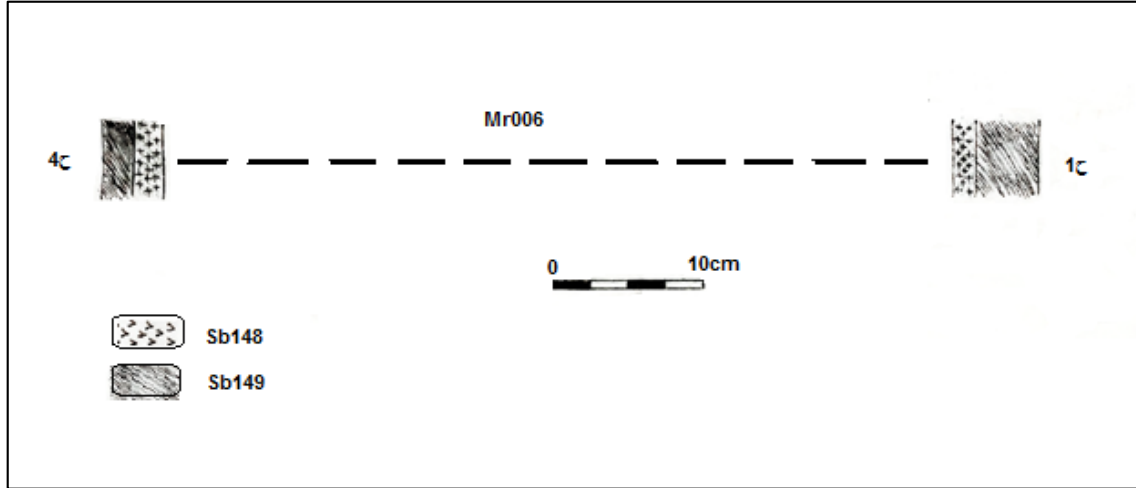
الصورة رقم 61: توضح توضع الطبقة الأولى من التليس للسور Mr003

II. 3. 2. 4. 2. الطبقة الثانية من التليس:

يتم تهيئة الطبقة الثانية من التليس على الطبقة الأولى، على الجزء الذي يحتوي على التضاريس، ذات معدل ارتفاع 0.8 م، من سطح أرضية الأحواض، أما سمكه متناقص من القاعدة نحو الأعلى، حيث يقدر السمك الأقصى في الأسفل بـ 0.03م وينتهي مع طبقة التليس الأولى في الأعلى.

يظهر التليس الداخلي تمثيلية أكثر من التليس الخارجي، و حالة حفظه تختلف من حوض لآخر، نسجل حالة حفظ مقبولة بالنسبة للجهة الغربية وهذا بالنسبة للحوض "ح4" حيث نلاحظ وجود بعض الشقوق الرفيعة السطحية متشعبة على الواجهات الداخلية بالنسبة للطبقة الثانية من التليس، أما بالنسبة للحوض "ح5" والذي يظهر في حالة حفظ متدهورة نسبياً، وتتناسب مع حالة حفظ الأسوار المحددة له، حيث نسجل حالة حفظ مقبولة بالنسبة للتليس للسور Mr010، و حالة حفظ متدهورة بالنسبة للسورين Mr006 و Mr005 حيث نلاحظ وجود شبكة من الشقوق المتشعبة العميقة التي أصابت كلتا الطبقتين، أدت إلى غياب

بعض الأجزاء من الطبقة الثانية من التلبيس. أما غياب الأسوار Mr011 و Mr012 وكذلك الجزأين المحددين للحوض "ح6" من الشمال والجنوب بالنسبة للسورين Mr005 و Mr006 أدى إلى غياب كلي لطبقات التلبيس.



المخطط رقم 18: رفع لطبقتي التلبيس على السور Mr006.

II. 3. 5. سلمى قسم الأحواض الشمالية:

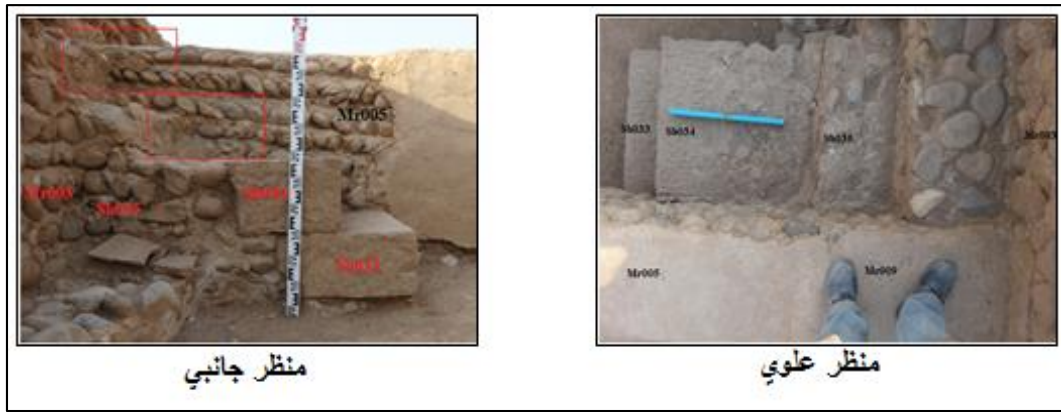
تقع سلالم قسم الأحواض الشمالية جنوب المعلم، على زاوية تقاطع السور Mr005 مع السورين Mr004 من الطرف الشرقي و Mr003 من الطرف الغربي، السلمين يلتصقان من السورين ولكن انفصالان معماريا عنهما. إن حالة الحفظ السيئة أدت إلى فقدان السلم الداخلي الشرقي. يتشكل السلم الغربي من ركيزة وأربعة درجات من أرضية منطقة الانتقال إلى المستوى العلوي للسور Mr009.

II. 3. 5. 1. ركيزة السلم Sb035 :

تم بنائها أساسا بحصى الوادي مع الملاط الجيري، على شكل ركام بإستعمال قالب، قصد تسوية الوجه الداخلي (واجهة جنوبية)، قاعدتها مستطيلة الشكل، يبلغ طولها 1.2م وعرضها 0.8م، كما يبلغ ارتفاعها الأقصى عند الدرجة الرابعة 1.2م.

II. 3. 5. 2. الدرجات، Sb033 و Sb034 :

يحتوي السلم الغربي على أربعة درجات في الأصل، تم إسترجاع درجتين ولم يبق منه سوى اثنتان، تمت تشكيلهما بالحجارة الكلسية وبتقنية الصقل، حيث يتم صقل الأوجه الظاهرة بشكل جيد في حين الأوجه المقابلة للركيزة سواء القاعدة أو الوجه الجانبي الخلفي، لا يتم إتقان صقلهما وهذا ما يدل عليه سوابب النزح على الركيزة. هذه الحجارة لها شكل متوازي المستطيلات طولها نفس عرض قاعدة الركيزة عرضها حوالي 0.5 م أما إرتفاعها 0.3 م.



الصورة رقم 62: تُظهر السلم الغربي لقسم الأحواض الشمالية



الصورة رقم 63: منظر جنوبي لموضع السلم الشرقي لقسم الأحواض الشمالية.

II. 3. 6. حالة حفظ قسم الأحواض الشمالية:

يظهر قسم الأحواض الشمالية على العموم في حالة حفظ رديئة، إذا تطرقنا إلى دراسة حالة الحفظ بطريقة معمقة أي كل عنصر معماري على حدى، حيث نلاحظ أنه كلما

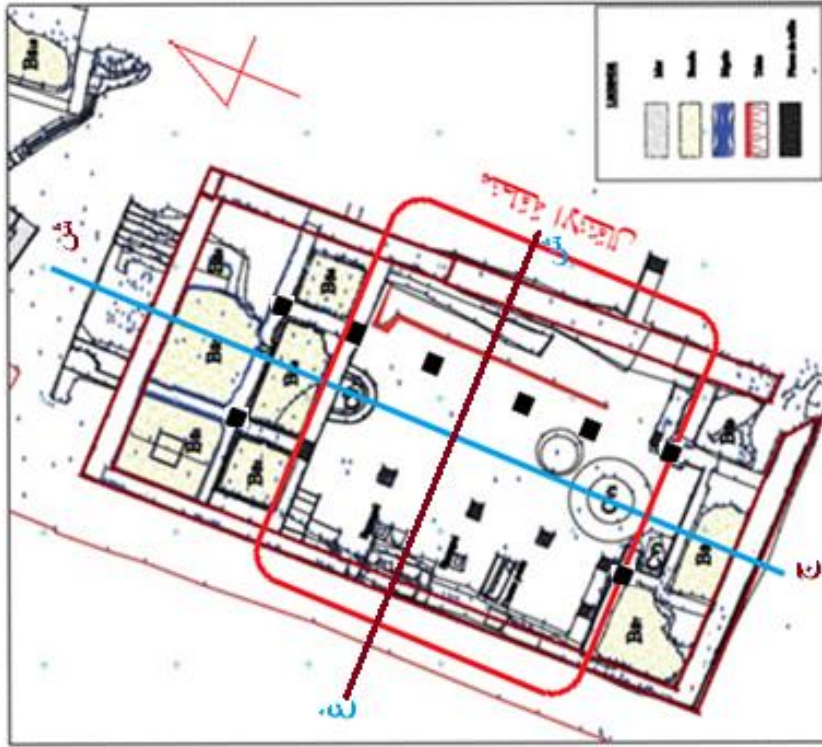
إتجهنا نحو الغرب (الجهة العلوية للموقع) كلما كانت حالة الحفظ جيدة، وكلما إتجهنا نحو الشرق (الجهة السفلى للموقع) كلما كانت حالة الحفظ رديئة. نسجل إختلاف كبير من حيث حالة الحفظ من عنصر لآخر، حيث تبدو بعضها في حالة حفظ مقبولة في حين تبدو بعضها الآخر نقص أو تشوه في المظهر العام، كما نسجل كذلك غياب تام أو كلي لبعض العناصر الأخرى.

II.3.6.1. عناصر معمارية في حالة حفظ مقبولة:

نذكر أرضية الأحواض "ح1" و "ح2" و "ح4" و "ح5" و "ح7" وكذلك جزء من السور Mr006 الفاصل بين "ح1" و "ح4"، وجزء من السور Mr005 الذي يحد "ح4" من الجهة الجنوبية والسور Mr009 الذي يحد الحوض "ح4" من الجهة الغربية وكذلك السور Mr010 الذي يفصل بين "ح4" و "ح5" والسور Mr013 المحدد للحوض "ح7". تقع هذه العناصر في الجهة الغربية بالنسبة لقسم الأحواض الشمالية، حيث تحتفظ على جل الهيئة المعمارية.

II.4. منطقة الانتقال:

تتوسط منطقة الانتقال المنشأة الصناعية الجنوبية، تفصل بذلك بين قسمي الأحواض الشمالية والجنوبية، ذات شكل مستطيل، طوله حوالي 13م وعرضه 12.4 م، يشغل بذلك مساحة يقدر حوالي 45% من المساحة الإجمالية للمعلم. يحتوي على خطين متوازيين من الأعمدة موزعة شمال/جنوب المسافة بينهما حوالي 3.8م (خط غربي وخط شرقي)، يحتوي كل خط على ثلاث أعمدة. أما بحساب تلك المتواجدة على الأسوار Mr006 و Mr005 و Mr020 و Mr018، يحتوي كل خط من خمسة أعمدة. في حين، تختلف المسافة بين هذه الأعمدة.



المخطط رقم 19: مخطط أثري يوضح تموقع منطقة الانتقال بالنسبة للمعلم.



الصورة رقم 64: منظر علوي لمنطقة الانتقال.

ما يميز هذه الأعمدة أنها متناظرة بالنسبة لمحور شمال/جنوب يمر من منتصف الأحواض ح5، ح7 وح9، كذلك تبدي نوع من التناظر بالنسبة لمحور شرق/غرب الذي يمر من منتصف سلم منطقة الانتقال. وقد يرجح أنه تم تهيئها لغرض حمل السقف الذي يغطي المعلم. تم تشييد الأعمدة باستعمال الحجارة الكلسية المصقولة، ذات الشكل المتوازي

المستطيلات، موضوعة طوليا فوق بعضها البعض، قاعدتها مربعة قياساتها 0.5 م × 0.5 م أما أطوالها (الارتفاع) تختلف من حجارة لأخرى، فيتراوح بين 0.7 م إلى 1 م. تتميز أرضية منطقة الانتقال أنها مهياة بالملاط الجيري على الأرضية المستوية، ويبيدي سطحها ميلان نحو الجهة الشرقية. كما أن هذا الجزء من المعلم يحتوي أماكن توضع فيها الدوليات *dolia* من أجل تخزين عصير العنب، وعددها ثلاث. لم يبق منها سوى أماكنها على شكل حفر دائرية الشكل. كما لاحظنا مجموعة من الحفر على هذه الأرضية مخصصة لوضع الأنفورات، بالقرب الحوض ح7.

II.4.1. خطي الأعمدة:

إن مجموع الأعمدة الموجودة في مساحة الانتقال موزعة على محورين موجهين شمال - جنوب.

II.4.1.1. الخط الغربي:

يقع هذا الخط من الأعمدة في الجهة الغربية بالنسبة لمحور التناظر ش/ج، فهو على نفس محور السورين Mr010، بالنسبة لقسم الأحواض الشمالية، والسور Mr016، من قسم الأحواض الجنوبية، موازي بذلك للسور Mr003، ويبعد عنه بمسافة 2.71 م. يحتوي على ثلاثة أعمدة، وهي من الشمال إلى الجنوب: PI027 و PI028 و PI029. البعد بين PI027 والسور Mr005 تقدر بـ 2.7 م، والبعد بين PI027 و PI028 تقدر بـ 3.1 م، والبعد بين PI028 و PI029 تقدر بـ 2.44 م، أما البعد بين العمود PI029 و ركيزة الجرار Sb050 تقدر بـ 2.01 م.



الصورة رقم 65: يبين الخط الغربي لأعمدة منطقة الانتقال

بالنسبة للعمودين PI160 و PI026 أنظر الجزء الخاص من الوصف المعماري للسورين Mr006 و Mr005 بالنسبة لقسم الأحواض الشمالية. وبالنسبة للعمود PI162، أنظر الجزء الخاص بالوصف المعماري للسور Mr020، بالنسبة لقسم الأحواض الجنوبية.

العمود PI027:

يقع بجانب العمود PI026 من الجهة الجنوبية، يتكون من حجارتين من الحجارة الكلسية، متواضعة بشكل متراكب، حيث Sb162 تمثل الحجرة؛ القاعدة الحاملة للعمود، مغروسة داخل الأرض على عمق 0.5م. يبلغ طول الحجرة Sb162 حوالي 1.2م، قاعدتها مربعة. تحمل فوقها حجرة ثانية Sb163، قاعدتها لها نفس مقاسات قاعدة Sb162 في حين طولها يبلغ 0.8م، تبدو هذه الحجرة أنها مزاحة قليلا عن مكانها، بالمقارنة مع الحجرة الأولى، بحركة دورانية وفق المحور الشاقولي للعمود.



الصورة رقم 66 : منظر جنوبي للعمود PI027

العمود PI028:

يقع بجانب العمود PI027، من الجهة الجنوبية، يتكون من حارتين مصقولتين، موضوعتين فوق بعضها البعض، الحجارة الأولى Sb164، وتعتبر القاعدة طولها 0.6م، وهي مغمورة كلياً داخل الأرض (تم الكشف عنها بوضع سبر)، أما الحجارة الثانية Sb165 والتي تظهر، لها نفس شكل الحجارة الأولى، وتختلف عنها من حيث الطول، حيث طولها 0.85م، ونفس المقاسات الأخرى.



الصورة رقم 67: منظر شرقي للعمود PI028

العمود PI029:

يقع جنوب العمود PI028، يتكون من حجارتين مصقولتين، موضوعتين فوق بعضها البعض، الحجارة الأولى Sb166، وتعتبر حجارة القاعدة طولها 0.5م، وهي مغمورة كلياً داخل الأرض (تم الكشف عنها بوضع سبر)، أما الحجارة الثانية Sb168 كما تظهر في الصورة رقم 67، لها نفس شكل الحجارة الأولى، وتختلف عنها من حيث الطول، حيث طولها 0.9م، ونفس المقاسات الأخرى.



الصورة رقم 68: منظر شمالي للعمود PI029

II.4.1.2. الخط الشرقي:

يقع هذا الخط من الأعمدة في الجهة الشرقية بالنسبة لمحور التناظر ش/ج، فهو على نفس محور السورين Mr011، بالنسبة لقسم الأحواض الشمالية، والسور Mr017، من قسم الأحواض الجنوبية، موازي بذلك للسور Mr004. يحتوي على ثلاثة أعمدة، وهي من الشمال إلى الجنوب: PI036 و PI037 و PI038. البعد بين PI036 والسور Mr005 تقدر بـ 2.7م، و البعد بين PI036 و PI037 تقدر بـ 3.1م، والبعد بين PI037 و PI038 تقدر بـ 2.44م، أما البعد بين العمود PI038 وركيزة الجرار Sb051 تقدر بـ 2.01م. لا تبدي هذه الأعمدة تمثيلية كبيرة، فلا يوجد اليوم سوى أحجار القواعد، ذات شكل مربع طول ضلعه 0.5م. كما يظهر في الصورة المرفقة أسفله.



الصورة رقم 69: تبين الخط الشرقي لأعمدة منطقة الانتقال

أما بالنسبة للعمودين المقابلين لـ PI160 و PI026 في قسم الأحواض الشمالية، فحالة الحفظ الرديئة للسورين Mr006 و Mr005 آلت إلى عدم تحديد وجوههما (غياب جزء تقاطع السور Mr005 مع الطرف الجنوبي لسور Mr011، و كذلك غياب جزء تقاطع السور Mr006 مع الطرف الشمالي لسور Mr011)، وبالنسبة للعمود PI161، أنظر الجزء الخاص من الوصف المعماري للسور Mr018، بالنسبة لقسم الأحواض الجنوبية.

العمود PI036:

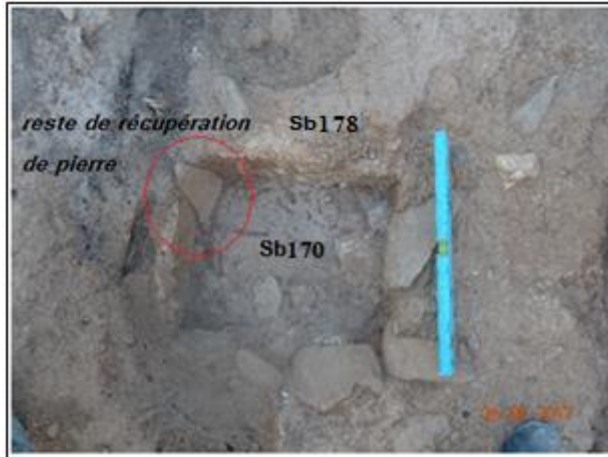
يتكون من حجارة القاعدة فقط، ذات الشكل المربع، سطحها العلوي منخفض عن مستوى أرضية منطقة الانتقال بحوالي 0.15م.



الصورة رقم 70: منظر علوي لقاعدة العمود PI036

العمود PI037:

يتكون من حجارة القاعدة فقط، ذات الشكل المربع، سطحها العلوي منخفض عن مستوى أرضية منطقة الانتقال بحوالي 0.20م. كما نلاحظ وجود شظايا للحجارة المصقولة الثانية المشكلة للعمود عند الزاوية ج/غ بالنسبة لـ Sb170.



الصورة رقم 71: منظر علوي لقاعدة العمود PI037

العمود PI038:

يتكون من حجارة القاعدة فقط، ذات الشكل المربع، سطحها العلوي منخفض عن مستوى أرضية منطقة الانتقال بحوالي 0.25م.



الصورة رقم 72: مظهر علوي لقاعدة العمود PI036.

II.4.2. أرضية منطقة الانتقال:

توجد في حالة حفظ رديئة جداً، فقد فقدت معظم تمثيليتها، اليوم لم يبق منها سوى بعض المساحات الصغيرة، كجزء على الحافة الغربية لحفرة العمود PI037، أنظر الصورة رقم 70. وكذلك على الحواف ش/ش بالنسبة للحوض ح11. سمكه رقيق مقارنة مع أرضية الأحواض، فلا يتعدى 2.5 سم. يبدو هذا العنصر المعماري جد هش. تم تهيئته أساساً بالملاط الجيري، ولا نشاهد أية تهيئة للركيزة، بل موضوع مباشرة فوق طبقة الأرض المستوية.

تحتوي منطقة الانتقال على أماكن توضع الدوليات، وعددها ثلاث. لهما تقريبا نفس الشكل والأبعاد. شكلها دائري، حيث يقدر قطرها بحوالي 1.5م أما عمقها يتعدى 0.65م. كما تبدي الجدران الداخلية ميلان صغير نحو الداخل، حيث قطر الحافة الخارجية أكبر عن قطر الداخلي للقاعدة الذي يقدر بـ1.35م، وهذه الأخيرة تظهر على شكل محدب، المركز أكثر عمقا عن الحواف الداخلية. الأولى تقع جنوب الحوض ح7، على بعد 2م منه، أما الثانية تقع شمال الحوض ح11 على بعد 0.2م. انظر الصورة رقم 70.

II.4.3. حجرنا الترسخ:

تحتوي منطقة الانتقال، على مستوى الزاويتين ش/ش و ج/ش بالنسبة لركيزة سلم منطقة الانتقال على حجارتي الترسخ، حيث البعد بينهما يقدر بحوالي 2.5م، ذات شكل متوازي المستطيلات، مقطعا العرضي ذو شكل مربع طوله 0.5م أما ارتفاعها يقدر بحوالي

0.75م، مغروسة عموديا داخل الأرضية المستوية، أنظر اللوحة المرفقة أسفله. تحتوي كل حجارة على السطح العلوي ثقب الترسخ، ذو شكل مربع طوله 0.25م، وعمقه حوالي 0.2م. يرجح أن هذان الثقبان الموضوعان لترسخ عمود خشبي الذي يساعد في تقوية حامل السقف.



الصورة رقم 73: منظر شرقي لحجرتي الترسخ.

5.II. قسم الأحواض الجنوبية:

يقع هذا القسم من الأحواض في الجهة الجنوبية للمعلم، محدد بالسور Mr002 من الجنوب، والسور Mr004 من الشرق وبالسور Mr003 من الغرب، يشغل مساحة تقدر بـ حوالي 15% من المساحة الإجمالية للمعلم. يحتوي على أربعة أحواض، موزعة على مستويين مختلفين ومنفصلين معماريا، العلوي يحتوي على ثلاثة أحواض موزعة جنب إلى جنب شرق/غرب يفصل بينها أسوار، الحوضين الطرفين لهما شكل مربع ويوجدان في نفس المستوى أما الوسطي فشكله مستطيل ويوجد في مستوى منخفض بالمقارنة مع الحوضين الطرفين. أنظر الصورة رقم 74.

يقع الحوض "ح8" في الجهة الغربية بالنسبة للمستوي العلوي للأحواض، يحده كل من السور Mr002 من الجنوب والسور Mr003 من الغرب والسور Mr020 من الشمال والسور Mr016 من الشرق، أما الحوض الوسطي فيحده من الجنوب السور Mr002 ومن الغرب السور Mr016 ومن الشمال السور Mr019 ومن الشرق السور Mr017، أما الحوض الشرقي فيحده من الجنوب السور Mr002 ومن الغرب السور Mr017 ومن الشمال السور

Mr018 ومن الشرق السور Mr004. نلاحظ أنه تم تطبيق نفس تقنية تشييد المستوى العلوي لقسم الأحواض الشمالية، لكن الإختلاف يكمن في أنه أرضية الأحواض ليست في نفس المستوى بالمقارنة مع المستوى العلوي لقسم الأحواض الشمالية. أما المستوى السفلي، يحتوي على حوض ذو شكل دائري ويقع في منطقة الإنتقال، أنظر الصورة رقم 74. طول ضلعه 3م طوله حوالي 3.8م أما عرضه 2م.



الصورة رقم 74: منظر علوي لقسم الأحواض الجنوبية، صورة مأخوذة سنة 2018.

II.5.1. الحوض الغربي ح8:

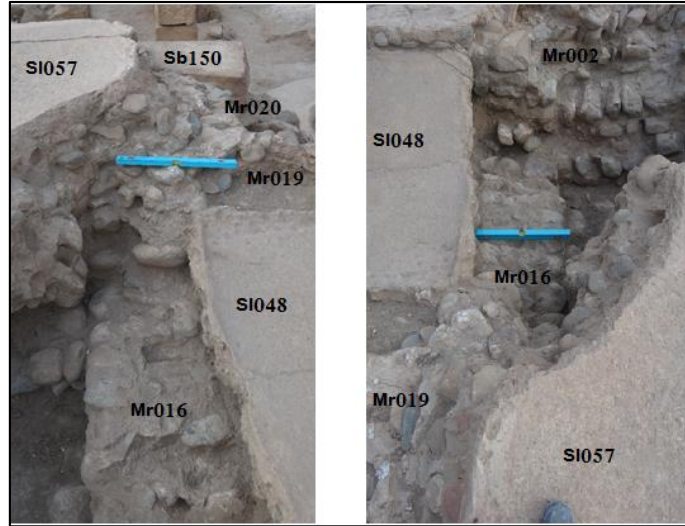
يقع هذا الحوض على الجهة الغربية من المستوى العلوي لسلسلة الأحواض الجنوبية، له شكل مربع طول ضلعه 3م، ينحصر عند الزاوية الجنوبية الغربية للمعلم، يحده كل من الأسوار Mr002 من الجنوب و Mr003 من الغرب و Mr020 من الشمال و Mr016 من الشرق. يبدي الحوض ارتفاع صغير بالنسبة للحوض الوسطي وعلى نفس ارتفاع الحوض الشرقي ح10. يحتوي الحوض على قناة على مستوى الحافة الشمالية، التي تمتد إلى Sb050، التي تحتوي بدورها على مجموعة من الجرات ذات الشكل الأسطواني (لم تعد موجودة لكن من خلال السوالب الموجودة على الوجه الشمالي للسور Mr020)، حيث عددها أربعة موضوعة جنباً إلى جنب. كما أن وجود الكتلة المضادة من الجهة الشمالية للحوض داخل منطقة الإنتقال، يسمح لنا بأن نرجح أن الحوض يحتوي على معصرة.

II.5.1.1. السور Mr016:

يفصل هذا السور الحوض "ح8" الغربي عن الحوض "ح9" الوسطي، يربط بين السورين Mr002 و Mr020 وعمودي عليهما، (يلتقي بالسور Mr002 على بعد 3م من الغرب، والسور Mr020 على بعد حوالي 1م من الجهة الشرقية) يحدد بذلك مربع طول ضلعه 3م، وتمثل أبعاد الحوض "ح8". تم بناءه بنفس التقنية المذكورة سابقا، تم بناءه بعد بناء السور Mr002 في حين متزامن من حيث التشييد مع السور Mr020 ويظهر ذلك من خلال وجود ترابط معماري بينهما. يبلغ طوله 3م، أما سمكه فنسجل جزئيين مختلفين، الجزء السفلي أكبر عرضا فيصل إلى حوالي 0.65م على ارتفاع 0.5م أما الجزء العلوي فيقدر بحوالي 0.55م على الارتفاع المتبقي أما ارتفاعه الأقصى عند أرضية الحوض "ح8" يقدر بـ 1.35م. نلاحظ أن أرضية الحوض ح8 من الجهة الشرقية تتوضع على النهاية العلوية للسور، وجزء فقط منها يصعد قليلا إلى ليكوّن حافة الحوض ح8 من الجهة الشرقية. نلاحظ أن هذا السور في حالة حفظ متوسطة، فقد جزء معتبر من حجمه الكلي، نذكر المستوى العلوي منه وكذلك الجزء الذي يحد الحوض ح9. أما الجزء الموجود حاليا فهو صلب وذو مقاومة جيدة.



الصورة رقم 75: منظر شرقي لزاويتي تقاطع Mr016 بـ Mr019 و Mr020.



الصورة رقم 76: منظر علوي للسور Mr016.

II.5.1.2. السور Mr020:

يحد هذا السور الحوض "ح8" من الجهة الشمالية، ويفصل بذلك قسم الأحواض الجنوبية عن مساحة الانتقال، موازي للسور Mr002، ومتعامد مع السورين Mr016 Mr003. يبلغ طوله حوالي 4م، وسمكه حوالي 0.5م أما ارتفاعه الأقصى إلى مستوى أرضية الحوض "ح8" فيقدر بـ 1.4م. تم بناءه بالتقنية المذكورة سابقاً، يحتوي عند زاوية الالتقاء بالسور Mr016 على حجارة مصقولة من الحجارة الكلسية Sb150 (حجارة قاعدة العمود PI167). يحتوي الوجه الخارجي على طبقة واحدة من التلبيس، وتظهر على شكل شريط عرضه 0.5م على الجزء العلوي للسور، أنظر اللوحة المرفقة أسفله.

يظهر على العموم هذا السور في حالة حفظ متوسطة، إذ نسجل غياب بعض عناصره ونذكر الجزء العلوي المحدد لأرضية الحوض "ح8"، وكذلك تآكل على مستوى الطرف الشرقي وعلى مستوى زاوية التقاءه بالسور Mr016. كما نسجل غياب جزء كبير من التلبيس ونذكر النصف السفلي من السور.

طبقة التلبيس Sb153 :

يتم تهيئة الطبقة من التلبيس على السور Mr020 مباشرة، قبل تهيئة ركيزة الحاويات، يتراوح سمكه حوالي 0.015م. يتم استعمال في ذلك الملاط الجيري (الرمال الناعم والجير)، لكي يكون أملس الملمس.

يظهر في حالة حفظ رديئة، حيث لم يبقى سوى الجزء المتواجد أعلى الهيكل المبني Sb050، بفعل العوامل الطبيعية المختلفة يظهر خشن الملمس، حيث تعرض للتآكل، كما تتخلله شبكة من الشقوق المنتشعبة ذات عمق مختلف من سطحية الى عميقة جدا.



الصورة رقم 77: منظر شمالي للسور Mr020.

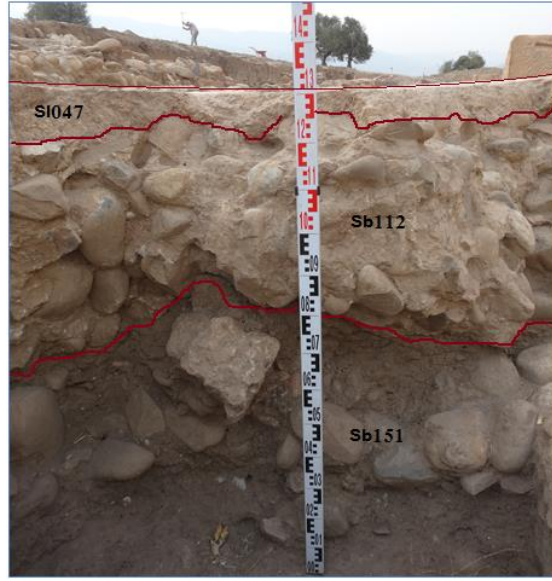
العمود PI167:

عبارة عن هيئة معمارية تقع في زاوية تقاطع السورين Mr016 و Mr020 ، و تتكون من توضع طولي لحجارة مصقولة Sb150 من الحجارة الكلسية على الطرف الشرقي للسور Mr020، على ارتفاع 1م من أرضية منطقة الانتقال، يرجح أنها لغرض حمل السقف. يقع على نفس خط الأعمدة الغربية لمنطقة الانتقال، وهي ما قبل الأخيرة من الجهة الجنوبية. لها شكل متوازي المستطيلات، قاعدها مستطيلة طولها 0.85م، وعرضها 0.55م أما ارتفاعها فيقدر بـ 0.4م.

II.5.1.3. ركيزة أرضية الحوض "ح8":

تم غمر أو ملاء الفراغ أو الحيز المشكل بالأسوار المذكورة أعلاه بالركام بطبقتين متراكبتين، ومتمايزتين تماما بإستعمال تقنيتين مختلفتين جزئيا من حيث المواد المستعملة ومتشابهتان من حيث الهيئة، الطبقة السفلى Sb115 (مزيج من الركام والتربة)، والطبقة العلوية Sb112 (مزيج من الركام والملاط الجيري). تمت تهيئة ركيزة أو سند لأرضية الأحواض ذلك لتقوية الأرضية وكذلك تحقيق الفارق في الإرتفاع بين المستوى العلوي والمستوى السفلي Sb050 مكان توضع حاويات ذات أشكال أسطوانية، حيث يفرغ الحوض

عبر قناة من الجهة الشمالية نحو هذه الحاويات، فهو بذلك يعتبر تشييد مقصود جاء بعد وضع خطة عمل مدروسة مسبقا.

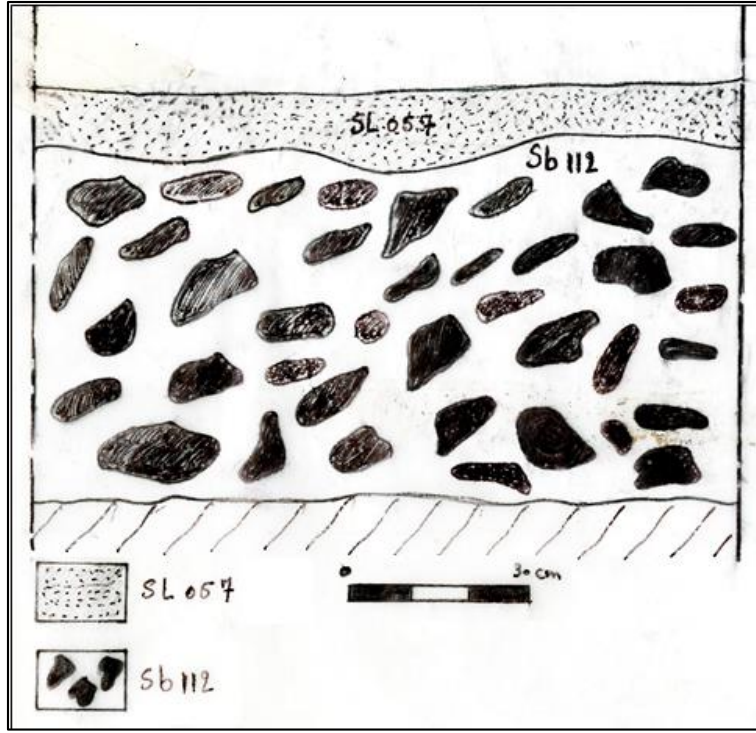


الصورة رقم 78: يبين منظر جانبي لمقطع لركيزة الحوض "ح8"

الطبقة السفلى لركيزة الحوض "ح8" Sb115:

تعتبر الطبقة الأولى (السفلى) من ركام يتشكل أساسا من الركام والتراب سمكها حوالي 1م، موضوعة بطريقة عشوائية، الهدف منها هو تحقيق المستوى المرغوب، بطريقة اقتصادية للوقت والجهد وللمواد المستعملة.

نلاحظ على العموم أن الطبقة الأولى من الركيزة في حالة حفظ متوسطة، إذ نسجل فقط غياب جزء معتبر منها خاصة على مستوى الزاوية الجنوبية الشرقية للحوض.



المخطط رقم 20: الرفع المعماري لمقطع عمودي للحوض ح8.

الطبقة العلوية لركيزة الحوض Sb112 :

الطبقة الثانية (العلوية) المشكلة أساساً من خليط من الركام والملاط الجيري، موضوعة بطريقة عشوائية بتقنية الدبش. يبلغ سمكها الأقصى حوالي 0.7م. نلاحظ على العموم أن الطبقة الأولى من الركيزة في حالة حفظ متوسطة، إذ نسجل فقط غياب جزء على مستوى الزاوية الجنوبية الشرقية للحوض. فقد نسجل نفس التمثيلية بالنسبة للطبقتين.

II.5.1.4. أرضية الحوض "ح8" SI057:

نلاحظ أن أرضية الحوض "ح8" SI057 ليست مستوية تماماً، بل تبدي درجة ميلان صغيرة من الزوايا الداخلية نحو نقطة تواجد القناة Sb152، التي تصل الحوض "ح8" بالحاويات الأسطوانية للمستوى الأدنى بزاوية قدرها 3.5%. يقدر سمك أرضية الحوض بحوالي 0.15 م. تم تهيئتها بالملاط الجيري مضاف إليه جزيئات كسر القرميد لإعطائه الصلابة. تعتبر تهيئة الأرضية مرحلة تأتي بعد تشييد الأسوار الفاصلة بين الأحواض، وقبل تلبس الأسوار، وهذا لضمان الترابط والتماسك الجيد للعناصر المعمارية. نلاحظ أن أرضية

الحوض ذات لون بني فاتح مائل إلى الوردى، ناتج من وجود جزيئات القرميد المكسر في الملاط. يستعمل في تهيئة الأرضيات الملاط الجيري المكون أساسا من الجير والرمل الناعم مع الرمل الخشن ويضاف للخليط مسحوق القرميد، وتكون جزيئاته خشنة نوعا ما، هذا ما يعطي أرضيات الأحواض المستوى الوسطي بالطبيعة الخشنة.

تظهر أرضية الحوض "ح8" في حالة حفظ متوسطة، نسجل أنه هناك تناسب طردي بين غياب الركيزة وغياب الأرضية، كون الركيزة حاملة للأرضية. في حين نلاحظ غياب كل جزء الزاوية الجنوبية الشرقية من الأرضية والطرف الجنوبي (الجزء المجاور للسور Mr002) كما نسجل كذلك وجود شقوق سطحية رقيقة متشعبة، كما توجد شقوق عميقة ذات عرض يصل إلى 1سم من الطرف الشمالي على الجزء الشرقي خاصة على مستوى الطرف الداخلي للسور Mr020.



الصورة رقم 79: يبين منظر غربي لأرضية الحوض "ح8"،



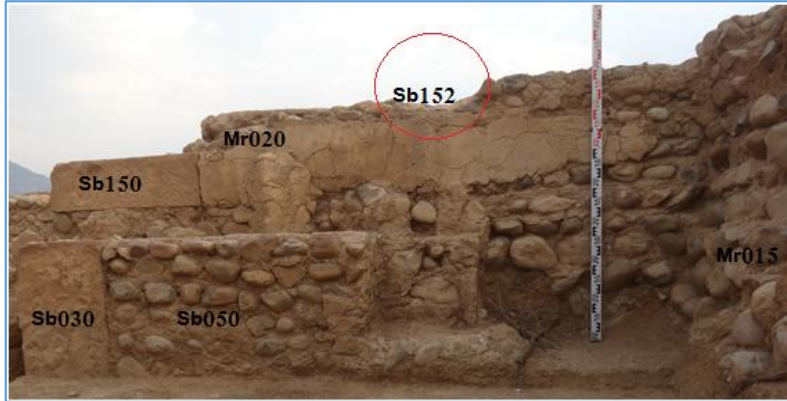
الصورة رقم 80: يبين مظهر لقناة لتفريغ محتوى الحوض "ح8".

II.5.1.5. الهيكل المبنى Sb050:

عبارة عن سور موجه طوليا شرق/غرب، يقع بجوار السور Mr020 ويلتصق به، ومنفصلان معماريا، طوله 2.5م وسمكه 0.6م، أما ارتفاعه فيقدر بـ 0.8م. يقوم بدور سند

لحاويات إسترجاع العصير الذي يسيل من الحوض "ح8" (نظرا لعدم وجود بقايا لهذه الأدوات، ولكن أثارها المتبقية للدعامة المصنوعة من الملاط الجيري ملتصقة على واجهة السور Mr020 من خلال السوالب نستطيع القول أن شكلها أسطواني، وقد ترجح إلى أنها أدوات فخارية، حيث يقدر قطرها بـ 0.6م أما إرتفاعها حوالي 0.5م)، أنظر الفصل الخامس. تم بنائه بمزج الحجارة الكلسية المصقولة على الطرفين أما الجزء الوسطي تم بناءه بالركام مع الملاط الجيري.

يحتفظ الهيكل على النواة بشكل عام، لكن يفقد بعض عناصره كالحجارة المصقولة الموجودة على الطرف الغربي وكذلك الحاويات الأسطوانية وأجزاء من السندات المستعملة لتثبيت هذه الأواني على الهيكل المبني.



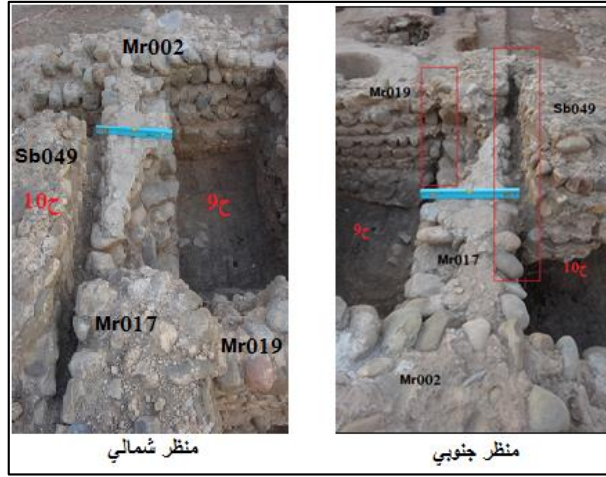
الصورة رقم 81: يبين منظر شمالي للهيكل المبني Sb050.

II.5.2. الحوض الشرقي ح10:

يقع هذا الحوض على الجهة الشرقية من المستوى العلوي لسلسلة الأحواض الجنوبية، له شكل مربع طول ضلعه 3م، ينحصر عند الزاوية الجنوبية الشرقية للمعلم، يحده كل من الأسوار Mr002 من الجنوب و Mr004 من الشرق و Mr018 من الشمال و Mr017 من الغرب. يبدي الحوض إرتفاع صغير بالنسبة للحوض الوسطي وعلى نفس إرتفاع الحوض الغربي ح8.

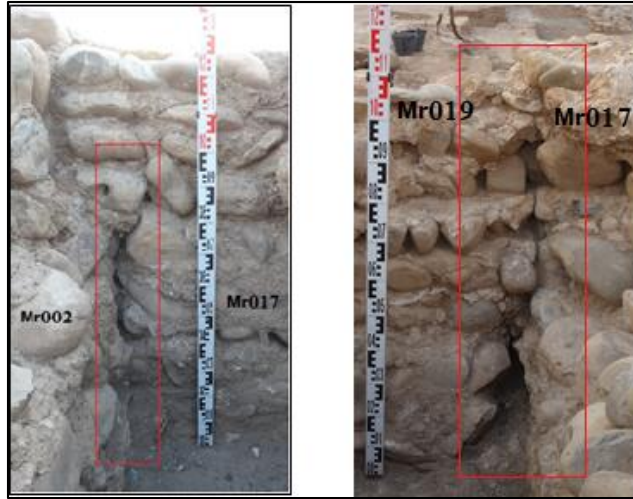
II.5.2.1. السور Mr017:

يفصل هذا السور الحوض "ح10" الشرقي عن الحوض "ح9" الوسطي، يربط بين السورين Mr002 و Mr018 وعمودي عليهما، (يلتقي بالسور Mr002 على بعد 4.3م من الشرق، والسور Mr018 على بعد حوالي 1م من الجهة الغربية) يحدد بذلك مربع طول ضلعه 3م، كما يعتبر كذلك سند لركيزة أرضية الحوض "ح10". تم بناءه بنفس التقنية المذكورة سابقا، بعد بناء السور Mr002 في حين متزامن من حيث التشييد مع السور Mr018 ويظهر ذلك من خلال وجود ترابط معماري بينهما على مستوى الزاوية الشمالية الغربية للحوض "ح10". يبلغ طوله 3م، أما سمكه 0.5م أما ارتفاعه الأقصى يقدر بـ 1.35م.



الصورة رقم 82: يبين منظر علوي للسور Mr017.

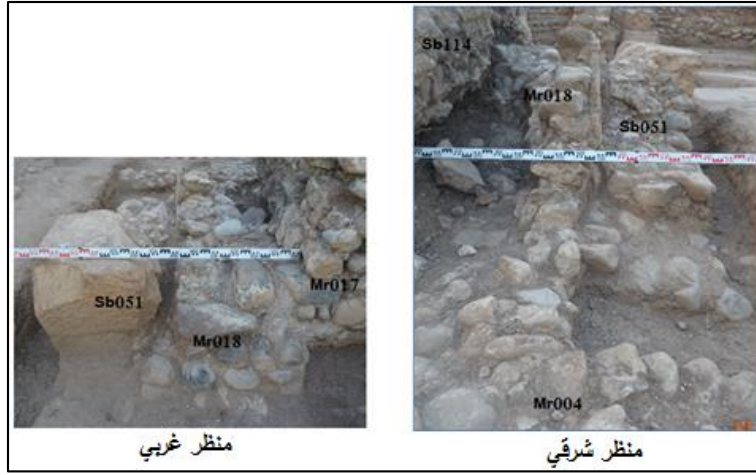
نلاحظ أن هذا السور في حالة حفظ متوسطة، لا يمثل الجزء العلوي منه (المحدد لأرضية الحوض)، كما نسجل كذلك غياب الطرف الشمالي عند الزاوية الشمالية الغربية للحوض "ح10"، وفقدان بعض الركام. هو في حالة هشّة إذ نسجل فقدانه للتماسك مع السورين Mr002، و Mr019، وكذلك مع ركيزة أرضية الحوض "ح10" أنظر الصورة رقم 82.



الصورة رقم 83: توضح عدم تماسك الأسوار عند الزوايا

II.5.2.2. السور Mr018:

يحد هذا السور الحوض "ح10" من الجهة الشمالية، ويفصل بذلك قسم الأحواض الجنوبية عن مساحة الانتقال، موازي للسور Mr002، ومتعامد مع السورين Mr004 و Mr017. كما يعتبر كذلك سنداً لركيزة أرضية الحوض "ح10". يبلغ طوله حوالي 4م، وسمكه حوالي 0.55م أما أقصى ارتفاع له عند الزاوية الشمالية الغربية للحوض "ح10"، يقدر بـ 0.8م. تم بنائه بالتقنية المذكورة سابقاً، يحتوي عند زاوية الالتقاء بالسور Mr017 على سالب النزع لحجارة مصقولة للعمود P1161. يحتوي الوجه الخارجي على طبقة واحدة من التلبيس. يظهر على العموم هذا السور في حالة حفظ رديئة، إذ نسجل غياب شبه كلي للسور، فقد فيه سوى طبقة واحدة من الركام على مستوى النصف الشرقي منه، وتناقص تدريجي للجزء الغربي، وغياب كلي للطرف الغربي الذي يقع غرب الزاوية الشمالية الغربية للحوض "ح10". كما نسجل وجود الجزء المتبقي في حالة هشّة، وغياب الطرف الشرقي المحدد للزاوية الشمالية الشرقية للحوض "ح10".



الصورة رقم 84: يبين مظهر للسور Mr018

طبقة التلبيس Sb154:

يتم تهيئة الطبقة من التلبيس على السور Mr018 مباشرة، قبل تهيئة ركيزة الحاويات Sb051، يتراوح سمكه حوالي 0.02م. واستعمل في تركيبة الملاط الرمل الناعم والجير لكي يكتسب ملمس ناعم.

يظهر في حالة حفظ رديئة، حيث لم يبقى سوى الجزء المتواجد أعلى الهيكل المبني Sb051، بفعل العوامل الطبيعية المختلفة يظهر خشن الملمس، حيث تعرض للتآكل، كما تتخلله شبكة من الشقوق المتشعبة ذات عمق مختلف من سطحية إلى عميقة جداً.



الصورة رقم 85: تبين طبقة تلبيس Sb154.

العمود PI061:

يقع هذا العنصر المعماري عند جزء تقاطع السورين Mr018 و Mr017، ما يدل على وجوده هو سالب نزع حجارة القاعدة، الذي يوجد في المنطقة المذكور، يوجد هذا العمود على

السور Mr018 على إرتفاع 0.5م من أرضية منطقة الانتقال، وعلى نفس الخط مع خط الأعمدة الشرقي لمنطقة الانتقال. كما هو موضح في الصورة رقم 86 أسفله.



الصورة رقم 86: تبين موضع العمود PI161 - منظر غربي-

II.5.2.3. ركيزة أرضية الحوض "ح10":

عبارة عن ركام مكون من الملاط الجيري مع الركام سمكه الأقصى حوالي 1.5م، وتتكون من طبقة واحدة ذات نواة صلبة، تم بنائها بعد تشييد الأسوار المحددة للحوض، كما ذكر سابقا أن أسوار المعلم ذات وظيفة مزدوجة، تحدد مستوى الحوض بحد ذاته قصد خلق إختلاف في المستوى والتمكن من إسترجاع العصير من المستويات السفلى دون عناء. كما تقوم بوظيفة سند لركيزة أرضية الحوض، أنظر الصورة 87.



الصورة رقم 87: مظهر ركيزة أرضية الحوض ح10.

توجد ركيزة أرضية الحوض "ح10" في حالة حفظ سيئة، إذ نسجل غياب جزء كبير منها ونذكر الجزء المجاور للسور Mr002 وكذلك جزء السور Mr004 وتآكل الطرف الشمالي للجزء المجاور للسور Mr018. كما نسجل وجود شجرة الزيتون من الجهة الشرقية آلت إلى خلق شقوق عميقة وعريضة في نواة الهيكل، الصورة رقم 87.

II.5.2.4. الهيكل المبني Sb051:

عبارة عن سور موجه طولياً شرق/غرب، يقع بجوار السور Mr018 ويلتصق به، منفصلان معمارياً، طوله 2م وسمكه 0.6م أما أقصى ارتفاع له فيقدر بـ 0.75م عند الطرف الغربي Sb039. من خلال التحليل الأكيوميترى، لقسم الأحواض الجنوبية نستنتج أن هذا القسم أيضاً يتميز بوجود تناظر بالنسبة لمحور شمال/جنوبي، هذا ما يسمح لنا بالقول أن هذا الهيكل المبني Sb051 يقوم بدور سند لحاويات إسترجاع العصير الذي يسيل من الحوض "ح10". وتم بنائه بمزج الحجارة الكلسية المصقولة على الطرفين (وجود Sb039 وهي عبارة عن حجارتين مصقولتين موضوعتين فوق بعضها البعض من الجهة الغربية) أما الجزء الوسطي تم بنائه بالركام مع الملاط الجيري.

لم يحتفظ الهيكل على النواة، إذ نسجل وجود حجارتين مصقولتين على الطرف الغربي، حيث نلاحظ غياب الزاوية العلوية الشمالية للحجارة العلوية، كما نسجل نقص

تدرّجي للهيئة المعمارية لـ Sb051 على مسافة 1.6م، ثم نلاحظ غياب جل الجزء الشرقي،
أنظر الصورة التالية.



الصورة رقم 88: يبين منظر شمالي للهيكل المبني Sb051.

II.5.3. الحوض ح9:

يقع هذا الحوض بين الحوضين ح8 و ح10، يتصل بهما معماريا ويفصله عنهما السورين Mr016 من الجهة الغربية بالنسبة للحوض ح8 و Mr017 من الجهة الشرقية بالنسبة للحوض ح10، اللذان يقومان بدور السند لركائز الأحواض، حيث يبدو في مستوى منخفض على مستوى الحوضين. كذلك متصل بالسور Mr002، ويعتبر هذا الأخير محدد وسند لركيزة الحوض ح9 من الجهة الجنوبية. كما أن الحوض ح9 يحده من الشمال السور Mr019.

II.5.3.1. السور Mr019:

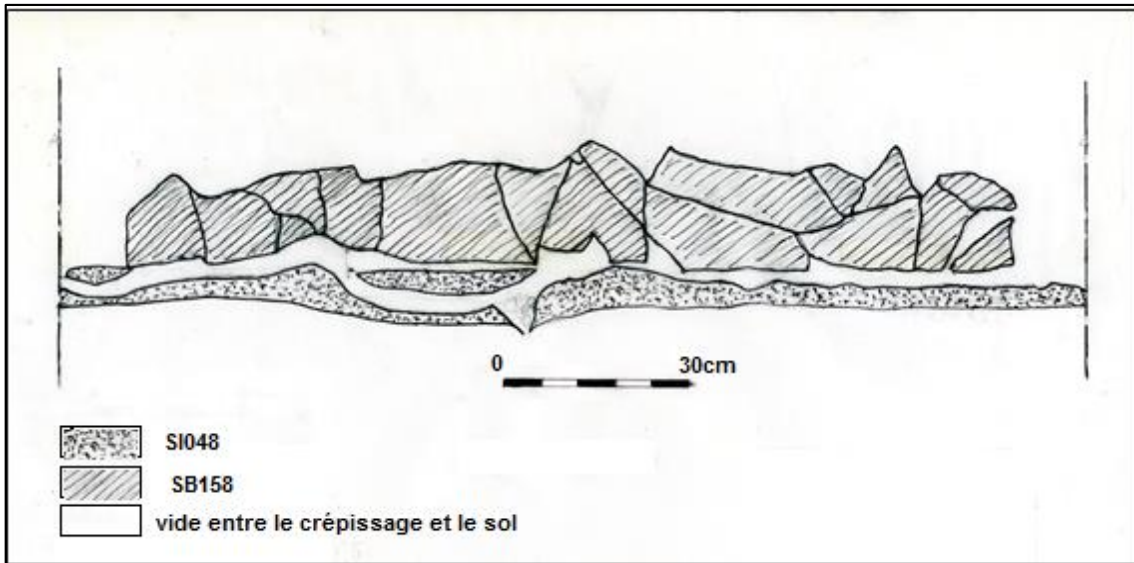
تم بناء هذا السور في مرحلة متأخرة مقارنة بتشييد الحوضين الطرفين ("ح8" و "ح10") حيث يربط بين السور Mr016 والسور Mr017 (من وعلى بعد 1م من الأطراف الشمالية بالنسبة لكليهما)، يكون بذلك موازي للسور Mr002، ومحدد للحوض "ح9" من الجهة الشمالية. طوله 4م وسمكه حوالي 0.5م أما ارتفاعه الأقصى يقدر بحوالي 1.5م. تم بنائه بالتقنية المذكورة سابقا، باستعمال ركام ذو أبعاد متوسطة. يتميز هذا السور بالقاعدة السمكية مقارنة بارتفاع السور حيث تقدر بحوالي 0.65م وأن الفرق في السمك موجه الداخل.



الصورة رقم 89: منظر شمالي للسور Mr019



الصورة رقم 90: منظر غربي للسور Mr019



المخطط رقم 21: رفع معماري لجزء التلبيس للوجه الداخلي للسور Mr019

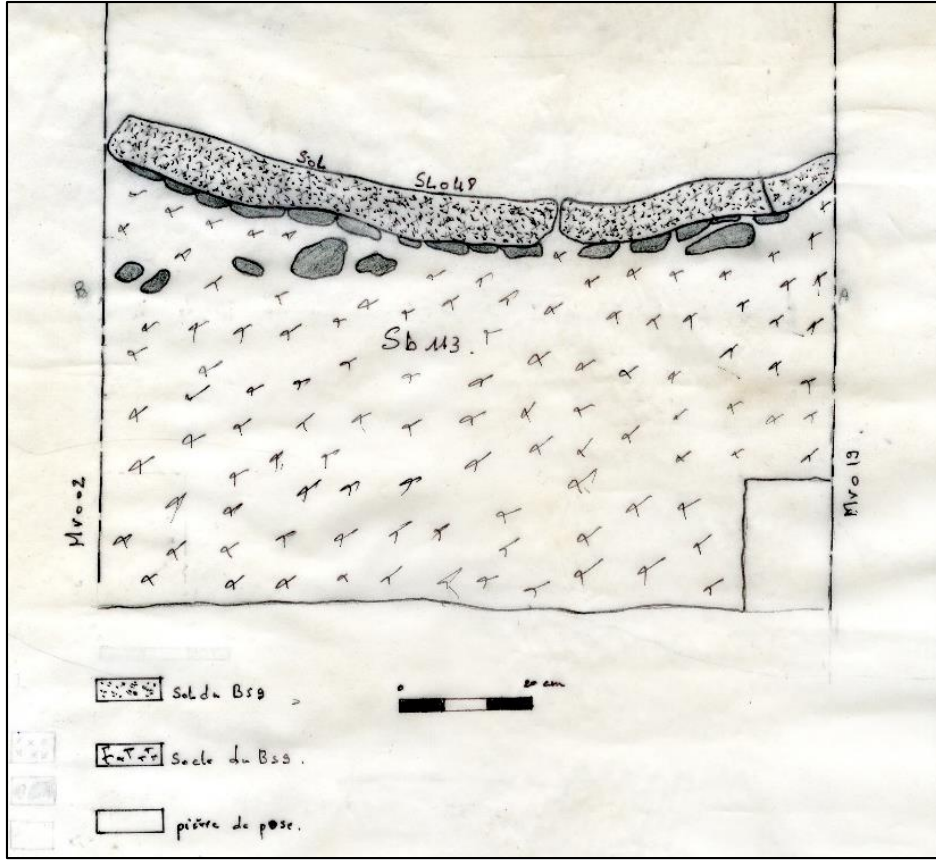
نلاحظ أن السور على العموم في حالة حفظ متوسطة، حيث يحتفظ بنواته، لكن تعرض إلى بعض التشوهات كفقده للجزء العلوي من مستوى أرضية الحوض "ح9"، أدى ذلك إلى فقدان التليبس (بقي جزء سفلي في منتصف السور). كما نسجل كذلك ظهور شقوق عمودية (انفصال) على مستوى منطقة الالتقاء بالسورين Mr016 و Mr017 وهذا راجع إلى تقنية البناء المستعملة.

II.5.3.2. ركيزة أرضية الحوض "ح9" Sb113:

تمت تهيئة الركيزة Sb113، بطبقة من التربة الطينية، دون القيام بأي إنتقاء يذكر، حيث يظهر فيها بعض الركام، والبقايا العضوية (الفحم). يبلغ سمكها حوالي 1.1م. تعتبر ركيزة أرضية الحوض "ح9" في حالة حفظ متوسطة، هي ذات تمثيلية كبيرة، إذ نسجل غياب فقط جزء من الجهة الشرقية، ويقدر بحوالي ربع المساحة العامة للعنصر المعماري.



الصورة رقم 91: يبين منظر شرقي لمقطع في الحوض "ح9".



المخطط رقم 22: رفع معماري لمنظر جانبي للحوض ح9

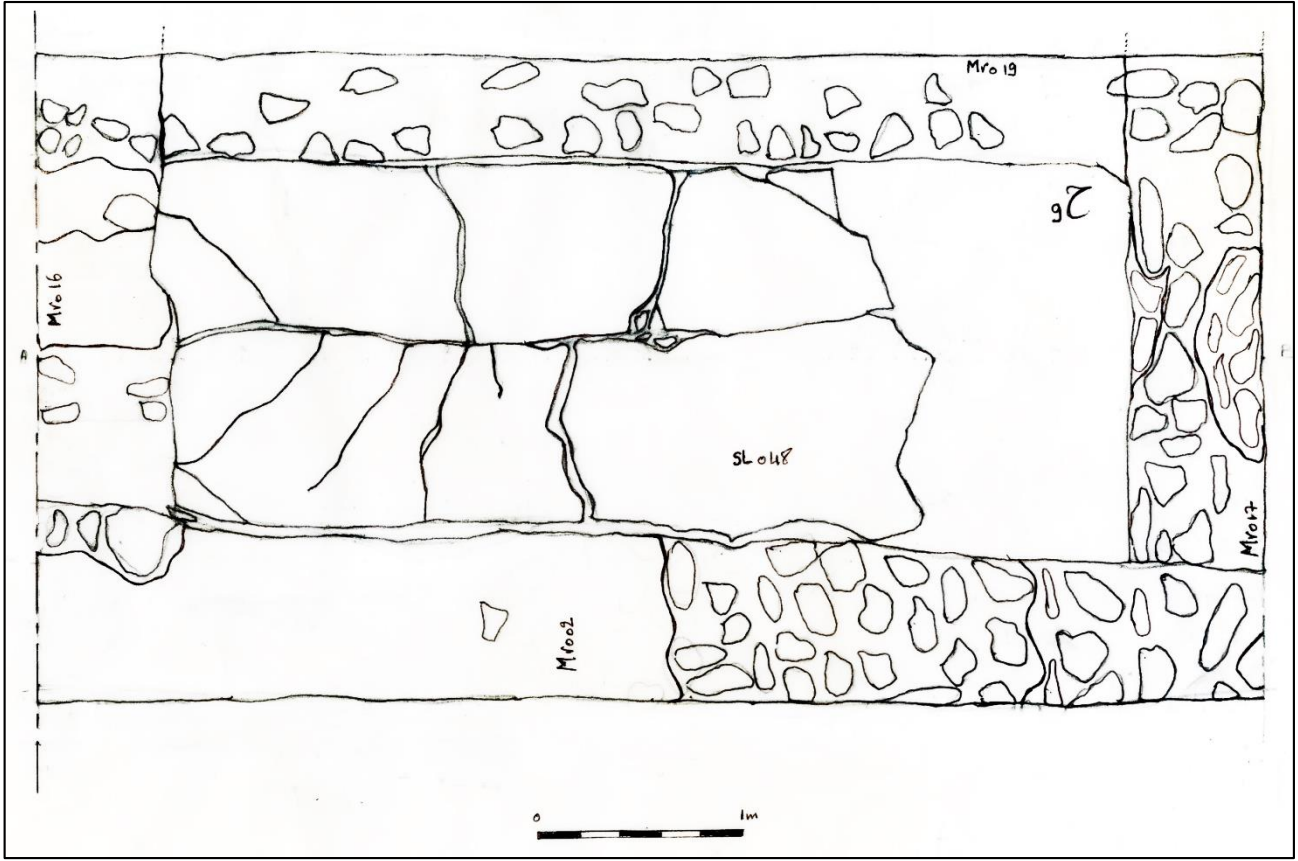
3.3.5.II أرضية الحوض SI048:

نلاحظ أن أرضية الحوض "ح9" SI048 ليست مستوية تماما، بل تبدي درجة ميلان صغيرة من الزوايا الداخلية نحو المحور الطولي الوسطي بزاوية قدرها 5%، سمكها يختلف بين المنطقة الوسطية والأطراف، حيث على الأطراف أكثر سمكا على الوسط، يقدر بحوالي 0.1م الى 0.2م. تم تهيئتها بالملاط الجيري يضاف إليه حبيبات كسر القرميد لإعطائه الصلابة. تعتبر تهيئة الأرضية مرحلة تأتي بعد تشييد الأسوار الفاصلة بين الأحواض وتهيئة الركيزة، وهذا لضمان الترابط والتماسك للعناصر المعمارية. نلاحظ أن أرضية الحوض ذات لون بني فاتح مائل إلى الوردي، ناتج من وجود حبيبات القرميد المكسر في الملاط. يستعمل في تهيئة الأرضيات الملاط الجيري المكون أساسا من الجير والرمل الناعم مع الرمل الخشن ويضاف للخليط مسحوق كسر القرميد، وتكون جزيئاته خشنة نوعا ما، هذا ما يعطي أرضيات الأحواض المستوى الوسطي بالطبيعة الخشنة.



الصورة رقم 92: مظهر لأرضية الحوض "ح9" SI048

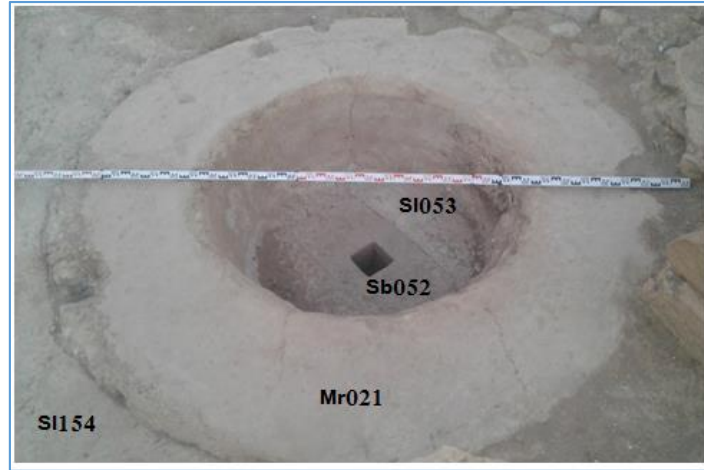
تظهر أرضية الحوض "ح9" SI048 في حالة حفظ رديئة جدًا، حيث نسجل غياب الجزء الموالي للسور Mr017 من الجهة الشرقية (حوالي ربع مساحة الأرضية)، كما نسجل وجود شقين عميقين وعريضين الأول طولي ويقع في منتصف العنصر المعماري، يمتد من الطرف الغربي حتى الطرف الشرقي ويقطع أرضية الحوض إلى جزأين، أما الثاني، عرضي يقطع الأرضية إلى نصفين أكثر عمقا وعرضا من الأول، وينتج بذلك أربعة أجزاء أرضية الحوض SI048. كما نسجل وجود شقوق أخرى على الحدود الشمالية والجنوبية تفصل بذلك أرضية الحوض عن السورين Mr019 من الجهة الشمالية و Mr002 من الجهة الجنوبية. كما نلاحظ كذلك تآكل السطح بشكل كبير، فيبدو خشن الملمس.



المخطط رقم 23: يبين رفع معماري لأرضية الحوض ح9.

II.5.4. حوض المستوى الأدنى "ح11":

يقع هذا الحوض في منطقة الانتقال، شمال المستوى الأعلى من قسم الأحواض الجنوبية، ينفصل عنه معماريا ويعتبر حوض الدهس ويفسر ذلك بوجود حامل محور دوران الطواحن (عبارة عن حجارة كلسية مصقولة ذات شكل مستطيل "Sb052"). له شكل دائري قطره الخارجي يقدر بـ 3.25م أما القطر الداخلي يقدر بـ 1.65م. كما نسجل كذلك أنه هناك إختلاف في القطر الداخلي بين فوهة الحوض وقاعدته، حيث يقدر قطر القاعدة بحوالي 1.5م. يرتفع مستوى الفوهة عن أرضية منطقة الانتقال بمعدل 0.07 م، هذا القياس يختلف بين الجهة الغربية والجهة الشرقية، كون أرضية منطقة الانتقال تبدي ميلان من الغرب نحو الشرق. أما عمق الحوض فيقدر من الفوهة إلى الأرضية بـ 0.75م.



الصورة رقم 93: منظر علوي صورة للحوض "ح11".

II.5.4.1. ركيزة أرضية الحوض "ح11" Sb153:

تم تهيئتها بالركام والملاط الجيري، لديها شكل دائري فهي حاملة لكل العناصر المعمارية المكونة للحوض "ح11". يتم وضع حامل محور دوران الطواحن Sb052، ويغمر الفراغ على محيطه بالركام، حتى يبلغ مستوى الحجارة الكلسية.

حامل محور دوران الطواحن Sb052:

عبارة عن حجارة كلسية مصقولة، ذات شكل متوازي المستطيلات طولها 0.85م وعرضها 0.55م أما ارتفاعها يقدر بـ أكثر من 0.4م، تقع في وسط الحوض تحتوي على ثقب مربع الشكل يرسخ فيه محور دوران الطواحن، طول ضلعه 0.2م أما عمقه فيقدر بـ 0.25م. يحتفظ هذه الحجارة بكل تمثيليتها، فهي بذلك في حالة حفظ مقبولة.

II.5.4.2. سور الحوض "ح11" Mr021:

وهو سور دائري، تم بناءه فوق الركيزة Sb153، بالركام والملاط الجيري. يبلغ ارتفاعه حوالي 0.85م أما سمكه فيقدر بـ 0.65م. يبدي الوجه الداخلي للسور نوع من الميلان نحو الخارج، لم يتم تشييده بطريقة عمودية تقدر زاوية الميلان 5° عن الوضعية الشاقولية. نلاحظ أن السور يحتفظ بكل تمثيليته، فهو بذلك في حالة حفظ مقبولة، حيث نسجل فقط تآكل طبقة الملاط السطحية على بعض مناطق من حوافه، كالجبهة الجنوبية والجنوبية الشرقية وكذلك الجهة الشمالية.

II.5.4.3. أرضية الحوض "ح11" SI053:

تمت تهيئته بالملاط الجيري، وما يميزه هو سمكه الصغير حيث يقدر بـ0.04م، نلاحظ أنه تم تطبيقه على كل المساحة بما فيها الحجارة المصقولة (حامل محور دوران الطواحن). كما نسجل غياب بعض الأجزاء من أرضية الحوض، ونذكر بذلك على مستوى الحامل محور دوران الطواحن، وكذلك في أجزاء متفرقة منها.

II.5.4.4. طبقتي التلبيس "Sb156"، "Sb157":

تم تطبيق طبقتين من التلبيس على الوجه الداخلي للسور، تبدو الطبقة الأولى Sb156 عند الملمس أكثر خشونة من الطبقة الثانية Sb157، حيث تم تطبيقهما على كل الوجه الداخلي بما في ذلك الوجه العلوي له، لتتصل بذلك مع طبقة أرضية منطقة الانتقال. تتقارب الطبقتين من حيث السمك، حيث يتراوح سمك كل منها حوالي 0.01م. نلاحظ أن السور فقد بعض من أجزاء التلبيس، على كل الوجه الداخلي للسور في مناطق متفرقة، خاصة الطبقة الثانية. فهو يظهر في حالة حفظ رديئة على العموم. كما نسجل كذلك وجود شبكة متشعبة من التشققات الرقيقة تنتزع على الوجه الداخلي للسور وكذلك على السطح.

II.6. حالة حفظ قسم الأحواض الجنوبية :

يظهر قسم الأحواض الجنوبية على العموم في حالة حفظ رديئة، إذا تطرقنا إلى دراسة حالة الحفظ بطريقة معمقة أي كل عنصر معماري على حدى، حيث نلاحظ أنه كلما إتجهنا نحو الغرب (الجهة العلوية للموقع) كلما كانت حالة الحفظ مقبولة، وكلما إتجهنا نحو الشرق (الجهة السفلى للموقع) كلما كانت حالة الحفظ رديئة. نسجل إختلاف كبير من حيث حالة الحفظ من عنصر لآخر، حيث تبدو بعضها في حالة حفظ مقبولة في حين تبدي بعضها الآخر نقص أو تشوه في المظهر العام، كما نسجل كذلك غياب تام أو كلي لبعض العناصر الأخرى كأرضية الحوض ح10.

خلاصة الفصل:

في دراسة أثرية لموقع أثري، ولهدف الصيانة أو الترميم أنه من الضروري تقييم أضرار التي لحقت المعالم التاريخية والأثرية حيث تلقي نظرةً فاحصة على حالة المبنى التي يمتلك قيمة ثقافية وتاريخية محددة، كما هو الحال في مشروع دراستنا للمنشأة الصناعية الجنوبية للموقع الأثري ملاكو، حيث نقوم بتقييم الضرر الكلي الذي يكون مدخلاً لتقييم أكثر تفصيلاً، خاصةً وأن المعلم يحتوي على معلومات تبين أنه تضرر أو دُمر بسبب النزاع أو الحرب⁴³، يمكن بذلك الحصول على معلومات كخريطة تقييم الأضرار.

تعتبر الدراسة الوصفية لمبنى الأثري بالإضافة إلى دراسة حالة حفظ المباني الأثرية والتاريخية جد مهم في مجال الصيانة والترميم، وهذا للتمكن من معرفة الحالة الأولية للمبنى، ومدى تأثره بمختلف العوامل التي ساهمت في تدهوره، إضافةً لكم الهائل من المعطيات العلمية والتي نستنتجها من ذلك لاسيما المعمارية والتاريخية والفنية والجمالية والتي تساهم في تحديد قيمة الأثر، وتجنبنا للوقوع في بعض الأخطاء التي من شأنها أن تلحق بالآثار أضرار وخيمة قد يصعب إدراكها وتصحيحها، نذكر بعض المعلومات التي نجدها مهمة:

■ تحديد مظهر التلف ودرجة تأثير عامل التلف على البناية: وهذا بفهم مدى تأثير عوامل التلف المختلفة طبيعية كانت أو بشرية وهي مجتمعة في آن واحد أو متتالية، أو بتأثير فردي.

■ فهم تكوين وتشكيل البناء وتحديد مدى صلابته ومدى مقاومته للعوامل التلف المختلفة: وهذا يساعدنا في فهم ذلك التناسب بين شدة تأثير عامل التلف وشدة مقاومة البناية.

■ يساعد على تحديد نوع التدخل اللازم القيام به: وهذا قد يكون تدخل مباشر أو غير مباشر، جزئي أو كلي أو مؤقت أو دائم.

تظهر المنشأة على العموم في حالة حفظ رديئة، ينقصها الكثير من العناصر المعمارية، لكنها تحفظ على الهيئة المعمارية العامة فهي ذات تمثيلية كبيرة، فهو بذلك يحمل

⁴³ Ammien Marcellin, Op.Cit,

لنا المعلومات الكافية لفهم فلسفة بناءه وتقنية البناء التي شيد بها، وكذلك فهم براعة مشيده وكذلك مدى التحكم في البناء (يسهل دراسة تقنية البناء).

تتجلى القيمة المعمارية في استعمال الملاط الجيري كمادة قليلة النفاذية للمواد السائلة، وكون المنشأة مخصصة لإنتاج الخمر، فهذه المادة تجعل من الأحواض حاويات مثالية لهذه المادة، بالإضافة إلى استعمال حجر الوادي مختلط مع الملاط الجيري حيث تكون كل حجرة محصورة بالملاط من كل الجوانب، العامل الذي يمنع افلات هذه الأخيرة وضمان قوة ومتانة المبنى. ان استعمال الحجر الكلسي المصقول في انشاء بعض العناصر المعمارية، كالزوايا الخارجية وتهيئة درجات السلالم وكذلك في تهيئة الأعمدة الحاملة للسقف، خير دليل على تمكن وتحكم مشيد قصر بيترا من الصناعة الميقاليتية.

أما فيما يخص القيمة التاريخية، فالمعلم ينقل لنا فترة جد مهمة من تاريخ شمال إفريقيا عامة والجزائر بصفة خاصة، خاصة وأنه ساحة معركة لمقاومة كبيرة ضد الرومنة وعدم الرضوخ للحكم الروماني ورفض استغلال خيرات هذه الأراضي من طرف الأجانب.

كما أشرنا إليه في وصف منطقة الانتقال، أن هناك عامل التناظر الطولي (شمال/جنوب) بالإضافة الى تناظر عرضي (شرق/غرب)، يحدد بذلك القيمة الفنية التي يزخر بها المعلم. فقد اعتمد عليها المشيد لتسهيل توزيع المساحات المختلفة المخصصة لكل جزء من المعلم. كما أضفى بعض اللمسات الجمالية وتظهر على طبقة التلبيس للواجهة الشمالية للسور Mr014 ، وهي عبارة عن شبكة من الخطوط المتعامدة، افقية مزدوجة متوازية وعمودية تصل بينها.

الفصل الثالث:

عوامل وآليات تلف الهياكل المعمارية

تمهيد:

تعتبر المواقع الأثرية وحدات معقدة جداً، فتمتاز بالتنوع من حيث المواد المستخدمة من قبل صانعيها أو مشييدها، حيث يتم مزج مجموعة من المواد المختلفة من حيث البنية الفيزيائية والهيئة الظاهرية. فتتعرض هذه البقايا إلى التأثيرات الطبيعية والإنسانية في مختلف مراحل حياتها، قبل وأثناء دفنها، وكذلك بعد استخراجها، فقد تجعلها غير مستقرة وتؤدي بها إلى فقدان من تماسكها. لكن يمكن للمادة الأثرية أن تطوّر آليات للتأقلم مع الوسط التي توجد فيها.

كما تتميز المواقع أيضاً بخصوصية كونها متشابكة من حيث الطبقات الكرونولوجية المختلفة، تتوافق مع التعديلات أو التدمير أو إعادة البناء أو حتى الامتدادات، التي قامت المجتمعات التي تعاقبت على الموقع. فهم هذه الظواهر هو الشغل الشاغل لعلماء الآثار أثناء تشخيصهم لمختلف الحالات التي توجد فيها المادة الأثرية.

يمكن أن تُعرف تلف المادة الأثرية بأنه ذلك التغيير في المظهر العام، ويكون بتغيير في البنية الكيميائية والهيئة الفيزيائية حيث تفقد بذلك الأداة المتلفة بعض أو كل خصوصياتها الفيزيوكيميائية، التي تعمل على فقدانها لوظيفتها أو لدورها قبل التلف. ويكون هذا التلف بحضور عامل أو مجموعة عوامل، يمكن أن نعبر عنها بأنها ذلك الثوران الطبيعي الذي يعمل على استرداد الطبيعة لمختلف المواد التي تدخل الإنسان في تغيير من خصوصياتها ودمجها بذلك في بيئة طبيعية.

تتأثر الآثار المختلفة من طرف الإنسان بجملة من العوامل التي من شأنها تلحق الضرر الكلي أو الجزئي أو تساهم عن طريق الوساطة في التلف، ويمكن تلخيص هذه العوامل في مجموعتين مختلفتين من حيث التدخل ومتكاملتين من حيث التأثير، ونذكر عوامل خارجية التي تعمل على إلحاق تغيرات فيزيائية وكيميائية في نواة المباني الأثرية، وتنقص من مدلولها التاريخي والجمالي والمعماري. نذكر بذلك العوامل الطبيعية كالقوارث الطبيعية والرطوبة والحرارة والعوامل البشرية كالحروب والتهبئات العمرانية المختلفة واسترداد المواد الأثرية وكذلك التلف الناجم عن التهبئات العمرانية وإنجاز المشاريع الفنية الكبرى حيث نذكر أن الموقع الأثري ملاكو عبارة عن إكتشاف عفوي نتيجة إنجاز الطريق السريع الرابط

بين ميناء بجاية والطريق السيار شرق/غرب، بالإضافة إلى عوامل داخلية التي تعمل هي كذلك على تسهيل وخلق محيط ملائم للعوامل الخارجية في تلف الأثار.

يعتبر تلف المباني القديمة عملية معقدة تنتج عن مزيج من آليات التحلل الكيميائي والفيزيائي والميكانيكي. عادة ما تكون هذه العملية بسبب إنساني وقد يكون إرادي أو غير إرادي، بالإضافة إلى تأثير الكوارث الطبيعية (الزلازل، البراكين) وتأثير المطر والرياح والحرارة ودورات التجمد وذوبان الجليد وتبلور المحاليل. ذلك لأن مياه الأمطار تتفاعل مع الأكاسيد المختلفة الموجودة في الهواء، مثل أول أكسيد الكربون والكبريت والنيروجين، وتشكل محلولاً حمضياً. يدخل المحلول عبر الشعيرات الرقيقة ويذيب المعادن الموجودة في المادة، أثناء التجفيف، تستقر البلورات وتزداد في الحجم لأن الملح المذاب يحتل حجماً أصغر من الملح المتبلور⁴⁴. من ناحية أخرى، فإنها تسد المسام وتشكل قشرة غير منفذة على السطح. ثم يؤدي التبلور إلى التكسير الدقيق، وبالتالي زيادة المسامية، مما يؤدي إلى تسريع الظاهرة. بالإضافة إلى ذلك، تمنع القشرة غير النفاذة الماء من الهروب: فهي تتدفق خلف القشرة وتدمر المادة تدريجياً. علاوة على ذلك، إذا كان المطر يحتوي على أملاح (رذاذ)، فإن آلية التبلور-الذوبان لا تعمل فقط على الأملاح المعدنية للمادة ولكن أيضاً على ملح البحر الذي يدخله المطر في الحجر. يمكن الشعور بالرش حتى مسافة 100 كم في الداخل. يقع الموقع الأثري ملاكو على ضفة واد الصومام وعلى بعد أقل من 100 كيلومتر من بحر الأبيض المتوسط، لذلك هناك مجموعة من أسباب للتدهور المتعددة: الأمطار، الرش، التلوث، إلخ. تظهر الدراسات أن درجة الحرارة هي عامل مهم يؤثر على قابلية ذوبان الأملاح في الحجر⁴⁵.

يعد تحليل العوامل المختلفة التي تجعل الموقع معرضاً للخطر شرطاً أساسياً لأي إجراء وقائي. قبل أي تدخل، من الضروري مراعاة عوامل الخطر المختلفة الطبيعية أو البشرية الموجودة في الموقع، فضلاً عن هشاشة الهياكل الأثرية نفسها. في حالة عدم وجود

⁴⁴ سلمان أحمد المحاري، حفظ المباني التاريخية، مبان من مدينة المحرق، 2017، ص 117

⁴⁵ Rijniers L.A., Pel L., Huinink H.P., Kopinga K., « Salt crystallisation as damage mechanism in porous building materials – a nuclear magnetic resonance study », Magnetic Resonance Imaging , n° 23, 2005:273-276. Et Watt D., Colston B., « Investigating the effects of humidity and salt crystallisation on mediavel masonry », Building and Environment, n° 35, 2000:737-749.

معلومات، من المستحيل تحديد خطة صيانة مناسبة وامتاسكة بشأن هذه العوامل، ولا يمكننا تحديد المعايير الصحيحة لاعتمادها من حيث الحفظ والأمن. بهذا المعنى، حاولنا مناقشة الأسباب والقضايا الرئيسية التي تسببت في تدهور موقع دراستنا: موقع ملاكو الأثري ". إن المواقع الأثرية هي شواهد مادية على الماضي، فإستعادة الماضي وفهمه هو مصدر الحياة والهوية. من الواضح أن الموقع المدفون لمئات أو آلاف السنين هش للغاية عند ملامسته للهواء والرياح والمطر والشمس والتلوث. في الواقع، خصوصية المواد الأثرية تكون من هشاشتها الذاتية؛ يمكن لنفس الظواهر التي يكون لها تأثير منخفض في حالات أخرى أن تلحق أضرارًا جسيمة بالوقى الأثرية. على سبيل المثال، تأثير الغسل الناتج عن الأمطار على البقايا أثقل بكثير من تأثيره على المباني ذات الأسطح السليم؛ بالإضافة إلى ذلك، ليس من السهل التنبؤ بآثار الظواهر المختلفة، نظرًا لأن المعالم الأثرية غالبًا ما تكون مكشوفة، وقد فقدت طلاءها الأصلي، وأن التقنيات المستخدمة في الموقع لا ترتبط دائمًا باستراتيجيات وشروط الحفظ.

قبل ذكر عوامل التحلل المختلفة، بدا مهمًا بالنسبة لنا أن نشرح ما نعنيه بعامل التدهور قبل ذكر عوامل التحلل المختلفة، ما نعنيه بعامل التدهور هي جميع الأحداث والظروف والقيود المادية التي تعمل على الموقع. يمثل عمل عامل التحلل قبل كل شيء خطرًا على الموقع. يمكن تعريف الخطر على أنه كل ما يهدد سلامة البقايا الأثرية بشكل ملموس، فالموقع الأثري ملاكو، مثله مثل جميع المواقع الأثرية، يتعرض لعدة عوامل.

I. العوامل الخارجية :

يمكننا تصنيف ما يلي:

I.1. تأثير الرياح:

تعد الرياح من عوامل تلف المنشآت الأثرية مما تحمله من رمال ناعمة وأتربة وملوثات جوية، فهي تعمل على التآكل السطحي للعناصر المعمارية المشكلة للمنشأة الأثرية وما تحمله من تلبيس وطلاء. كما تعتبر الرياح والتيارات الهوائية من أهم عوامل التعرية وهي من الأسباب الرئيسية في عمليات هدم ونحت كبير للمباني الجيرية. ويزداد فعل الرياح في نحر المباني الجيرية الموجودة بالبيئة الصحراوية إذ تحمل هذه الرياح أثناء مرورها على

سطح الأرض حبيبات الرمال ذات الصلابة العالية، بحكم الموقع الأثري ملاكو على الضفة اليمنى لواد الصومام - يحتوي على الرمال الناتجة عن الحت المائي والترسبات النهرية - فهو يتعرض إلى مثل هذه الظواهر، كون المنطقة تعرف رياح قوية وعلى مدار السنة. وتقدر سرعة الرياح وشدتها ومدى قدرتها على حمل حبيبات رمال أكثر وأكبر حجما فكلما زادت سرعة الرياح وشدتها كلما زادت قدرتها على حمل حبيبات من الرمال الأكبر حجما.

تعتبر الرياح من أشد عوامل التلف ضررا على المنشآت الأثرية المكشوفة، لما لها من أدوار خطيرة في عملية التلف. ويقصد بتعبير الرياح هنا هو الحركة الحرة للهواء فوق سطح الأرض والناتجة من التيارات الحرارية الموجودة في داخل طبقة التروبوسفير للغلاف الجوي والممتدة بارتفاع يتراوح من 8 - 16 كم⁴⁶. تختلف سرعة الرياح وخواصها من مكان لآخر ومن موسم لآخر وكذلك من ساعة لأخرى، وسرعات الرياح المختلفة ممكن أن تؤدي إلى تأثيرات مختلفة على مكونات الوسط المحيط، كما في الجدول التالي:

الجدول رقم 3: توضيح التوزيع التقريبي لسرعات الرياح ووصفها وتأثيرها⁴⁷

التأثير	الوصف	سرعة الرياح كم/سا	
ارتفاع الدخان رأسيا	غير محسوسة	1.5	0
يميل الدخان في اتجاه السرعة	محسوسة	7	4
تهتز أوراق الأشجار	نسيم رقيق	12	9
رفرفة الأعلام، اثاره الغبار، اهتزاز الاغصان	رياح خفيفة	35	23
إثارة الغبار وإهتزاز الاغصان بقوة	رياح	59	47
اهتزاز الأشجار بكاملها وتكسر الفروع	رياح قوية	82	70
خلع الأشجار	رياح عاصفة	106	94
أضرار عامة بالمواقع والمنشآت	إعصار	140	118

⁴⁶ عاطف شريف د.: "الهواء وتأثيراته على المنشآت، مجلة ندوة جامعة القاهرة؛ الرؤية العلمية للحفاظ على الآثار، (1990)، ص 59.

⁴⁷ عاطف شريف. المرجع السابق، (1990)، ص 59.

تعتبر الرياح من عوامل التلف الميكانيكي على المباني الجيرية حيث أنها تهاجم أسطح هذه المباني وتؤدي إلى تفتت المواد المصنوعة منها أو تعمل على كشط السطح الخارجي لها. يكون تأثير الحت أقوى عند الأجزاء السفلى للأسوار حيث تكون الرياح ذات قدرة عالية على حمل حبيبات رمل أكبر حجماً وأكثر عدداً، وتسمى هذه الظاهرة بالحت السفلى وبارتفاع حوالي 75 سم من سطح الأرض تقريباً.

كذلك تلعب الرياح دوراً هاماً وخطيراً على تلف المباني الجيرية حيث أنها تؤدي إلى الحت السريع لمحاليل الأملاح في المسام القريبة من السطح والذي ينتج عنه تبلور الأملاح في مسام الملاط الجيري، مما يؤدي إلى تفتت الطبقة السطحية والتي تظهر عادة على شكل فجوات وتجاويف.

كما نذكر كذلك أن الرياح تلعب دوراً خطيراً في خلق خلل في اتزان العنصر المعماري، والمتمثل في معدلات الرطوبة والحرارة حيث تؤدي إلى حدوث تغير في معدلات الحرارة والرطوبة ارتفاعاً وانخفاضاً مما يعرض المكونات المعدنية التي يتكون منها الملاط الجيري للتلف الشديد، حيث تبدأ هذه المكونات في التفاعل مع المتغيرات الجوية القادمة مع الرياح، وينتج عن ذلك حدوث تلف فيزيائي في أسطح جدران هذه المنشآت الأثرية.

أيضاً تلعب الرياح دوراً آخر في التلف الناتج عن التلوث الجوي حيث يمكنها حمل الغازات المختلفة ونقلها من مصادرها المختلفة إلى مواقع الأثرية. ويزداد التلوث بضعف سرعة الرياح وزيادة نسبة ترسب الملوثات وتقل بزيادة سرعتها. كما تساعد الرياح في حدوث عمليات التلف البيولوجي، حيث تتسبب في نقل بذور النباتات وحبوب اللقاح إلى أسطح المباني مرفقة بالأثرية، وتؤدي هذه الرياح وخاصة الرياح الشمالية الآتية من واد الصومام إلى اختلال معادلة الحرارة على الموقع الأثري ملاكو، الأمر الذي ينشأ عنه تلفاً ميكانيكياً خطيراً. كما يجدر الإشارة إلى أن هبوب الرياح يعمل على تقليل نسبة الرطوبة في الجو وبالتالي التقليل من حدوث ظاهرة التكاثف، وهذا فعل إيجابي للرياح تجاه الآثار.

I. 2. الكوارث الطبيعية (الزلازل):

تتكون القشرة الأرضية من عدة طبقات، أول هذه الطبقات هي التي تسمى بالطبقات السطحية وتتكون من طبقة صلبة تمتد في الأعماق إلى عشرات الكيلومترات وهذه الطبقة

تطفو على التي أسفلها شديدة الحرارة بحيث تكون طاقة هائلة تؤثر على الطبقة السطحية فتحدث الزلازل نتيجة تحرر طاقة الكامنة في باطن الأرض⁴⁸.

تختلف الزلازل في قوتها اختلافا كبيرا فليست كل الزلازل ذات حجم واحد ومقدار واحد فمئات الآلاف من الزلازل التي تقع سنويا ضعيفة جدا ولا يشعر بها الانسان ولكن تسجلها فقط الأجهزة المختلفة والمختصة بذلك⁴⁹.

تعتبر الزلازل من أخطر عوامل التلف الميكانيكي التي تلحق بالمباني الاثرية اضرارا بالغه وبسببها تحولت كثيرا من المباني والمدن الى خرائب، ونظرا لأن المباني تختلف من حيث التصميم والموقع ومواد البناء المستخدمة والأرضية المقامة عليها، لذلك فان لكل مبنى حساسيه معينه ضد الزلازل. يتم قياس شدة الزلازل بواسطة أجهزة خاصة نذكر: مقياس ريشر⁵⁰:

هو مقياس زلزالي مرجعي تم تقديمه في عام 1935 والذي يقيم الطاقة المنبعثة في بؤرة الزلازل بقيمة الحجم. هذا مقياس لوغاريتمي: ما يسمى بحجم ريختر يتوافق مع لوغاريتم قياس اتساع موجات الحجم (من النوع P و S)، على بعد 100 كيلومتر من مركز الزلزال⁵¹. تستخدم الصيغة التي تحدد المقدار المحلي (M_l) اللوغاريتم العشري⁵²:

$$M_l = \log (A) - \log (A_0)$$

حيث يمثل A أقصى سعة مسجلة بواسطة جهاز قياس الزلازل و A_0 يمثل السعة المرجعية. على سبيل المثال، هذا يعني أن الموجات الزلزالية لزلزال بقوة 6 درجات لها اتساع عشر مرات أكبر من زلزال قوته 5 درجات⁵³.

⁴⁸ ZATIR. A, séisme, origine, mécanisme et effet, 2017, pp. 7-10.

⁴⁹ ZATIR. A, ibid, 2017, p. 10

⁵⁰ ZATIR. A, idid, 2017, p. 10

⁵¹ Plumier .A & Degee .H. Conception parasismique dans le contexte de l'Eurocode8, 2011, p 7.

⁵² Plumier .A & Degee .H..ibid, 2011.

⁵³ (Bristol University website: www.ideers.bris.ac.uk)

مقياس مركالي Mercalli :

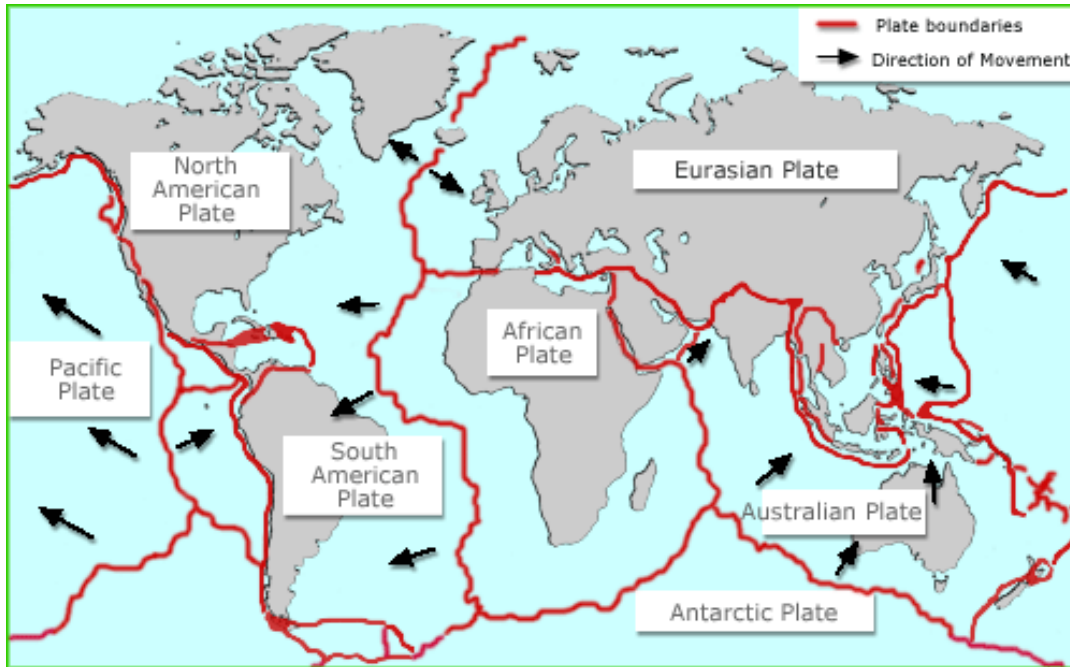
هو مقياس لقياس شدة الزلزال، والذي يعتمد على مراقبة آثار وعواقب الزلزال في موقع معين⁵⁴. من المهم التمييز بين شدة الزلزال وحجمه، والذي يقيس الطاقة الصادرة عن الزلزال في بؤرته⁵⁵.

I . 1.2 . اسباب حدوث الزلازل:

- الانفجار البركاني وتسمى الزلازل البركانية ويحدث عندما ترتفع المواد المنصهرة من غازات وضغط قوى في جوف الأرض⁵⁶.
- حدوث صدع وانزلاق للطبقات الطينية على هذا الصدع: هو حدوث كسر في الصخر يصاحبه حركة انزلاق لكل صخر على جانبي الصدع والكسر⁵⁷.

I . 2.2 . توزيع نطاقات الزلازل في الكرة الأرضية :

نوضح في الخريطة رقم 3 توزيع نطاقات الزلازل في الكرة الأرضية.



الخريطة رقم 3: توزيع نطاقات الزلازل في الكرة الأرضية⁵⁸

⁵⁴ Plumier .A & Degee .H.op. cit, 2011, p 7

⁵⁵ Grünthal. G. L'Echelle Macrosismique Européenne « European Macro seismic Scale » 1998(EMS-98), 2001, pp22-23.

⁵⁶ Plumier .A & Degee .H.op. cit, 2011, p 7 pp 2-5.

⁵⁷ Plumier .A & Degee .H.op. cit, 2011,p 4.

⁵⁸ Plumier .A & Degee .H.op. cit, 2011, p 7.,p 4.

- نطاق دائري حول ساحل المحيط الهادي.
- نطاق يبدأ من أمريكا الوسطى إلى الأرض المحيطة بها.
- نطاق يمشى مع منطقة الأخدود الأفريقي.
- نطاق الحوض الأبيض المتوسط، وشمال إفريقيا: يعتبر هذا النطاق ذات أهمية كون موضوع دراستنا ينتمي إليه، قمنا بفحص بعض السجلات التاريخية والأثرية للزلازل التي ضربت الجزائر، حيث يعتبر هذا مفيد ليس فقط لتصفح الماضي ولكن أيضًا للقراءة المستقبل. كمثل قبل زلزال بومرداس في 21 مايو 2003⁵⁹، لم نكن ندرك أن منطقة بومرداس تعرف زلازل مدمرة، حيث بسبب الزلازل الأخيرة أقيم سجل للرسم الدقيق⁶⁰. قادنا لفحص المصادر الأدبية إلى اكتشاف أن دلس، " *Rusucurru* "، تضررت سابقًا من قبل زلزال مدمر حوالي عام 42 م⁶¹.

I. 3.2. الزلازل التي ضربت الضفة الجنوبية للبحر المتوسط:

تذكر المصادر الأدبية أن نطاق شمال إفريقيا، المغرب الأوسط (منطقة الجزائر وجزء من المغرب) بما في ذلك إقليم نوميديا (الجزء الشرقي من الجزائر) ، عرف منذ العصور القديمة وجود الزلازل بصفة متكررة نسبيًا في القرن الأول، وكانت الظواهر الزلزالية معروفة لسكانها كما يتضح من العالم أبوليوس (125-170 م) الذي نقش الزلازل وتسونامي في الفصول السابع عشر - الثامن عشر من كتابه "دي موندو" ترجمه بوجيو 1973⁶².

على الرغم من أن المصادر الأدبية تحت تصرفنا لا تذكر سوى عدد قليل من الزلازل حسب التاريخ والمكان وشدها، المصادر الكتابية يمكن استخدامها لإثراء الموضوع من حيث المعلومات حول الزلازل وصف شدتها أو تقدير آثارها على الناس والبناء والبيئة وتأثيرها على المواقع الأثرية خلال العصور القديمة حتى الوقت الحالي. نفتقر إلى مثل هذه الدراسات "دراسة نقدية للزلازل في الجزائر في العصور القديمة". الزلازل القديمة في الجزائر

⁵⁹ عيادي وآخرون. 2003.

⁶⁰ Mokrane A, Ait Messaoud A, Sebai A, Ayadi, A, Les séismes en Algérie de 1365 à 1992, C.R.A.A.G, DESS, Alger- Bouzaréah, 1994, 277 pp

⁶¹ Ferdi. S & Harbi .A, Roman literary and epigraphic sources for the study of historical seismicity in Algeria circa 42-420 ad, 2007.

⁶² Ferdi. S & Harbi .A, ibid, 2007.

لا تزال معروفة لأنها أدبية المصادر نادرة ولا تقدم أي تفاصيل تسمح لنا بفهم عميق لهذه الظاهرة⁶³.

تأثير الزلازل على أساسات الأسوار يستدل على تلك الأضرار بصفة عامة بالميل للعناصر الإنشائية (الأسوار والأعمدة) بدء من القاعدة ويشير هنا إلى سحق موصفي الأساسات والمداميك السفلى أو هبوط الأرض تحت الأساسات والتمزق، كما هو الحال بالنسبة للسلم الرئيسي الشمالي، فظهور التشققات العمودية تفسر بهبوط الأرض تحت سند السلم. كما يمكن الاستدلال على أضرار الأساسات بوجود شروخ وتشوهات، ويمكن أيضا أن تزيد الأساسات المضارة من خطى إمكان حدوث انهيار الأفق حتى لو لم تحدث هزات لاحق.

⁶³ Ferdi. S & Harbi .A, op. cit, 2007.

الجدول رقم 4 : تلخيص بعض الزلازل التي ضربت الجزائر في الفترة القديمة⁶⁴

التاريخ	خط الطول (° شرقاً)	دائرة العرض (° شمالاً)	الموقع	ملاحظات	نوع المصادر	المراجع
42	3.89	36.92	rusucurru	مدمرة	ثابوي	Robert (1891)
٢267	7.48	34.45	Ngrenses Maiores	وجود أضرار	أولي	Corpus Inscriptionum Latinorum (CIL) (1881 , VIII, 2480, 2481, 17970)
٢267	6.26	35.49	Lambaesis	ربما تسبب الزلازل في الدمار	أولي	Corpus Inscriptionum Latinorum (CIL) (1881 , VIII, 2571) ILAIG1 (1229 , 1247, 1276) ILAIG1 (1229 , 1247, 1276)
٢355	7.65	36.2	Thubursicu Numidarum	تدهور التماثيل و من المحتمل أن يكون سببها زلزال	أولي	Epigraphy in Albertini (1943)
٢365	5.43	36.31	Cuicul	الهيار مسجد وأثار الزلازل . التاريخ مثل الجدل	أولي	Rozet and Carette (1850)
٢365	0.09	35.93	Mostaganem	وجود أضرار	ثابوي	Augustin Sermon 19.6
419	5.41	36.19	Sitfis	زلزال وليس سبب التدهور كما ورد في نقش	أولي	Corpus Inscriptionum Latinorum (CIL) (1881 ,
الفترة القديمة	5.08	36.75	Saldae	الهيار التماثيل التي يفسرها المؤلف القديم ربما تسبب	أولي	Boutin (no date), Raynal (1826), Shaw (1830), Salle (1832), Nouvelles annales des voyages (1840), Marmier (1847), Rozet and Carette (1850), Barbier (1855), Revue de l'Orient Barbier (1855)
الفترة القديمة	2.19	36.61	Caesarea	مدمرة	ثابوي	Recueil des notices et mémoires de la société archéologique de la province de Constantine (1863)
الفترة القديمة	7.43	36.47	Calama	مدمرة	ثابوي	
الفترة القديمة	8.12	35.41	Theveste	الأضرار التي لحقت بمسأل الإمبراطور Caracalla ، ربما سبب هزة أرضية	ثابوي	

I.4.2. تأثير الزلازل على الموقع الأثري ملاكو:

يعتبر الزلازل ظاهرة طبيعية تلحق أضرار جسيمة بالبيئة المبنية. يمكن أن يكون لها أيضاً تأثيرات على الهياكل التي تشكل جزءاً من التراث الأثري المبنى. يبدأ الحفاظ على هذا التراث بمعرفة جيدة بحدوث الزلازل في المناطق الزلزالية. إن المواقع الأثرية المتأثرة بالظاهرة

⁶⁴ Ferdi. S & Harbi .A, Roman literary and epigraphic sources for the study of historical seismicity in Algeria circa 42–420 AD, 2013,p7.

الزلزالية تحافظ على آثار الزلزال من خلال الاضطرابات التي تسببها على الهياكل التي تشكل جزءاً من التراث.

لقد بينت الدراسات أن شمال إفريقيا معروفة بأنها منطقة نشطة زلزالياً وهذا ما دلت عليه مختلف المواقع الأثرية لذا لبد من أخذها بعين الاعتبار في أعمال الصيانة والترميم.



المخطط رقم 24: يوضح انتقال موجات الزلزال

كما هو موضح في المخطط أعلاه، يكون سقوط البناية عكس اتجاه موجة الزلزال، حيث تأثر على البناية قوة الزلزال من الجهة السفلى (سطح الارض) وثقله الذي يعمل على توازن البناية بالوضع الشاقولي، فيخلق حينئذ قوتان مؤثرتان على البناية متعاكستان، تعملان على سقوط البناية عكس اتجاه موجة الزلزال. بناء على هذه المعطيات وعلى تحليلنا لحالة الحفظ للموقع الأثري ملاكو، يرجح الى ان الموقع قد تأثر في وقت مضى وعلى مرحلتين الى زلزال عمل على هدم بعض من أجزائه، وما يمكن أن نستدل به هو وضعية الحجارة (الحجارة المصقولة المكونة للأعمدة)، أنظر الصورة رقم 94. اتجاه سقوط الاعمدة B، C، D هو الشمال الشرقي، في حين العمود A متجه نحو الجنوب الشرقي و هذا يفسر بوجود قوس بين العمودين A و B (وجود حجارة القوس، الحجارة رقم 13، أنظر الصورة رقم 94) حيث شكل بذلك قوة ثالثة معاكسة لاتجاه سقوط العمود A ألّت الى عدم سقوط العمود في نفس اتجاه سقوط الأعمدة الأخرى. كما نسجل كذلك سقوط حجارة السند المكونة للزاوية الشمالية الشرقية للجدار الخارجي، أنظر الصورة رقم 95. سقطت الحجارة في الاتجاه الشمال الشرقي و تتزامن مع سقوط الأعمدة، حيث تنتمي إلى نفس الوحدة الطبقيّة التي تشكلت فوق

أرضية الموقع، يتراوح سمكها حوالي 0.8م عن الأرضية، و هذا يعني أن الموقع قد تضرر بفعل الزلزال في فترة متأخرة عن زمن هدمه (ثورة فيرموس) لكن لا نستطيع تحديد الزمن بالضبط (الفترة الزمنية اللازمة لتشكل طبقة التربة التي تحتوي على ركام الحجارة المصقولة)، لكن اتجاه سقوط الحجارة الشمال الشرقي يسمح لنا أن نرجح أن الموقع تضرر بفعل زلزال صلداي كون الموقع يقع في الجهة الجنوبية الشرقية بالنسبة لمدينة صالداي (بجاية حاليا)⁶⁵، وحسب مقياس ميركالي والذي يعتمد على مراقبة آثار وعواقب الزلزال في موقع معين، يمكن القول أن شدة الزلزال قد تصل الى الدرجة VIII

كما يمكن كذلك شرح سقوط رجلي المدخل الغربي لمنطقة الانتقال، E و F وزاوية السند G الممثلة باللون الازرق، انظر الصورة رقم 94. أن الموقع قد تعرض كذلك للهدم بفعل زلزال آخر و كما هو موضح في اللوحة فان مركز الزلزال يقع شرق الموقع و في كرونولوجيا ينتمي إلى فترة متأخرة عن زلزال صلداي، و هذا بانتماء الردم الى نفس الوحدة طبقية أكثر سمكا عن الأولى و تتراوح بين 1.2م في الجهة السفلى للموقع عند الحجارة رقم 12، و 1.6م عند الحجاريتين رقم 10 و رقم 11، و هذا الاختلاف في السمك راجع الى طوبوغرافية الموقع، فهو عبارة عن هضبة، حيث عملية الدفن تكون من الأعلى نحو الأسفل لذا الطباق الأولى تكون سميكة عند الجهة العلوية للموقع و أقل سمكا كلما اتجهنا نحو الجهة السفلى.



⁶⁵ Ferdi. S & Harbi .A, Roman literary and epigraphic sources for the study of historical seismicity in Algeria circa 42–420 ad, 2007.

الصورة رقم 94: توضح سقوط الحجارة المكونة للأعمدة بتأثير الزلازل.



الصورة رقم 95: توضح تأثير الزلازل على Sb022



الصورة رقم 97: توضح انتقال الحجرة العلوية عن المحور العمودي جراء الزلازل



الصورة رقم 96: توضح كسر في الحجرة العلوية بعد ارتطامها بالأحجار اثناء السقوط

تظهر تأثيرات الزلازل على الهياكل المبنية لقسم المنشأة الصناعية الشمالية في الاشكال التالية:

- سقوط طبقات الشيد والملاط.
- تصدع وشروخ طولية بأعلى الأسوار.
- ميل وتصدع ودوران المباني.

3.I. تأثيرات بيولوجية :

تعمل الرطوبة إلى جانب التربة التي تغطي الموقع مناخ ملائم لنمو الكائنات الحية التي تعمل على تلف المواقع الاثرية، كنمو الأشجار والحشائش النمو الفطريات حيث تبدأ مستعمراتها في النمو بألوان مختلفة منها البني والأسود والأخضر والرمادي وايضا ظهور

بعض الكائنات الحية الحيوانية والتي تساهم هي الأخرى في تلف العناصر المعمارية. وفيما يلي الحدث عن التلف البيولوجي باعتباره أحد النتائج الهامة التي تسببها الرطوبة الجوية العالية. تعتبر العوامل البيولوجية من أخطر العوامل المترتبة على وجود الرطوبة حيث أنها توفر بيئة ملائمة تماماً لنمو وتواجد الكائنات الحية الدقيقة وتكاثرها ويمكن تناول التلف البيولوجي النحو التالي.

1.3.I. العامل النباتي:

1.1.3.I. الكائنات النباتية الكبيرة:

عرف الموقع في زمن مضى وجود غطاء نباتي كثيف، ويتمثل في أشجار الزيتون والسدر، بالإضافة الى الحشائش المختلفة. لقد عملت هذه النباتات على تلف جزء من العناصر المعمارية المتواجدة فوقها وذلك بتغلغل جذورها داخل البناية وخلق شقوق وثغرات، كما عملت على تسهيل تغلغل المياه داخل البناية والعمل على التلف الكيميائي المذكور سابقاً.



الصورة رقم 98: مظهر للغطاء النباتي السائد على الموقع

تؤدي النباتات المختلفة سواء في صورة أعشاب أو شجيرات أو أشجار إلى تلف المواد الأثرية في المباني التاريخية بأسلوبين وهما:

تلف بيوفيزيائي:

إن التخلي عن المواقع الأثرية لسبب سياسي أو عسكري أو طبيعي، يفسح للطبيعة المجال لاسترداد ما أخذه الإنسان منها، فهي تسعى إلى خلق التوازن والاستقرار البيئي، فتعمل على ادخال محتوى الموقع في محيطها. وكون الموقع الاثري ملاكو يقع في المناخ المتوسطي، الذي يمتاز بالطبيعة الغابية لذا سرعان ما يكسو الموقع طبقات من التراب التي تنهياً لتشكل وسط غابي، يحتوي على أنواع مختلفة من النباتات التي السائدة في المنطقة، من أشجار الزيتون والسدره وغيرها.

وجود هذه الأشجار ممكن أن يؤثر سلبيا على استقرار المبنى على المدى البعيد؛ نظرا لما تقوم به جذور هذه الأشجار والتي تستطيع أن تمتد إلى مسافات بعيدة باحثه عن الماء ومختركة التربة مما ينتج عنه خلخلة وإضعاف للتربة واختلال اتزان المبنى الأثري، وكذلك دورها في جفاف التربة الطينية في بعض الأحيان مما يؤدي إلى انكماشها وتأثيرها على أساسات الجدران المجاورة⁶⁶. كما أن نمو وتغلغل جذور الأشجار العالية في داخل التربة ممكن أن يؤدي إلى الضغط على الحوائط المدفونة نتيجة ما تبذله هذه الجذور من قوى لمقاومة الرياح في الخارج⁶⁷. بها أما بالنسبة إلى النباتات الصغيرة فان نموها بين أحجار البناء في الجدران ممكن أن يحدث ضغوط على المادة الرابطة بين كتل الحجاره مما يؤدي في النهاية إلى تفتتها تساقطها، وكذلك نموها بين طبقات الملاط والجدار يؤدي إلى فصل وتكسير طبقة الملاط وتساقطها عن السور.

⁶⁶ Mishra.A, K & Others: Role of higher plants in the deterioration of historic buildings, in: The science of the Total Environment, 167, 1995, PP 375 – 392.

⁶⁷ Warren.J: Conservation of Earth Structures, BH, P. 82



اللوحة رقم 16: صور لتأثير العامل البيولوجي في تلف الاثار

تلف بيوكيميائي:

تتميز جذور النباتات بأنها حمضية حيث تحتوي أسطحها على نسبة عالية من ذرات الهيدروجين H^+ كما أنها تفرز بعض المواد التي تنفذ إلى داخل التربة مسافة 1-2 مم، ونتيجة لحمضية الجذور والإفرازات العضوية وغير العضوية لها؛ تحدث عملية التجوية للأحجار ومواد البناء المدفونة في التربة بفعل التفاعلات الكيميائية⁶⁸. وتؤثر النباتات على أسطح الحجارة أيضا عن طريق رفعها للرطوبة على السطح والتي تساعد على نمو بعض الكائنات الحية الدقيقة، وكذلك تساعد غازات التلوث الجوي على مهاجمة سطح الأثر. كما أن وجود النباتات الكبيرة في الموقع يزيد من نسبة الرطوبة في التربة في حال الري الزائد، وبالتالي إذابتها ونقلها للأملاح للأثر. ومن جانب آخر تعمل بعض أنواع الأشجار على خفض مستوى الرطوبة في التربة المحيطة مما يؤدي إلى انكماشها كما في حالة التربة الطينية وبالتالي اختلال اتزان المبنى⁶⁹.

⁶⁸ Canva.G & Altieri: biochemical Mechanism of Stone Weathering Induced by Plant Growth, in" VI th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone", Torun, 1988, P. 32

⁶⁹ Kumar.R: Biodeterioration of Stone in Tropical Environments, GCI, USA, 1999, P. 25.

I.3.1.2 الكائنات النباتية الدقيقة:

تتطلب أنواع مختلفة من الكائنات الحية الدقيقة احتياجات حرارية محدودة لنموها، حيث لا تنمو مزرعة البكتريا في الدرجات الحرارية القصوى ولا الدنيا ولكن في درجات حرارة مثلي للنمو هي 37.5°م، كما أن الكائنات الحية الدقيقة تنمو على أسطح المباني الأثرية عندما تكون الرطوبة البنية في الجو المحيط أكثر من 65% وتشمل الكائنات الحية الدقيقة ما يلي:

البكتريا:

هي أصغر الكائنات الحية التي تنتمي إلى المملكة النباتية، ذات تركيب خلوي وتحتوي على كل من الهيدروكربونات والأحماض الأمينية وتنمو وتتكاثر في بيئة جيدة عن طريق فصل جدار الخلية⁷⁰. وتنمو البكتريا في درجة حرارة 37.5°م بمتوسط 44% وهي متوسط درجة الحرارة في حوض الصومام والتي تنخفض في فصل الشتاء، وهذا لا يساعد تكاثرها فهو ناجع في الحفاظ على الآثار من هذا النوع من التلف. وقد تكون متحركة أو غير متحركة ويوجد منها نوعان، وهما ذاتية التغذية وغير ذاتية التغذية وتتكاثر البكتريا بسهولة على أسطح الآثار المعرضة للظروف الخارجية وخاصة المعرضة لرطوبة عالية.

للبيكتريا دور في تلف مواد البناء الأثرية بأنواعها المختلفة؛ عن طريق ما تنتجه من أحماض تتلف الحجر والملاط بشكل مباشر. ومن أمثلة هذه الأنواع من البكتريا هي:

بكتيريا الكبريت:

وهي بكتيريا ذاتية التغذية، وتعمل على أكسدة الكبريت لتكون حمض الكبريتيك (H_2SO_4) الذي يتفاعل مع مواد البناء الكربوناتيّة حيث يهاجم كربونات الكالسيوم ليحولها إلى كبريتات الكالسيوم (الجبس) في صورة قشرة على السطح يسهل إزالتها بالأمطار أو تتغلغل إلى داخل مسام مواد البناء ومن ثم تتبلور عند الجفاف محدثة ضغوط وتشققات⁷¹.

⁷⁰ عبد الظاهر عبد الستار "د": علاج وصيانة الحجارة والمباني الحجرية تطبيقاً على تمثال أبي الهول، رسالة دكتوراه، 1998، ص73.

⁷¹ Kumar.R: Biodeterioration of Stone in Tropical Environments, GCI, USA, 1999, P. 14.

بكتيريا النيتروجين:

وهي أيضا بكتريا ذاتية التغذية، وتعمل على إنتاج حمض النيتريك HNO_3 الذي يعمل على إذابة المواد الرابطة القلوية مثل كربونات الكالسيوم لتحويلها إلى نترات الكالسيوم القابلة للذوبان في الماء.⁷²

الفطريات:

هي مجموعة متنوعة من الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في الموقع هي التي تعيش في الوسط الهوائي، حيث نسجل وجودها في الأجزاء الظاهرة قبل الحفرية. انظر اللوحة رقم 17. هي كائنات ذاتية التغذية تحتاج لمواد عضوية سابقة التجهيز لتغذيتها، وتتكاثر الفطريات لا جنسياً عن طريق الحواظ الجرثومية التي عادة ما تكون مستطيلة أو كروية أو تتكاثر جنسياً عن طريق الحافظة البيضية. تعتبر الفطريات من الكائنات الحية الأكثر خطورة على مواد البناء العضوية وغير العضوية⁷³. وتتعدد الفطريات فمنها الفطريات الخيطية والجوفية وذات الميسليسيوم وتركب الخلية الفطرية بصفة عامة من نواة -نوية - غشاء نووي - ريبوزومات - ميتوكوندريية - وفجوات عصارية، ومن أهمها الفطر الخيطي الفطر من نوع *Hyphae* التي تساهم تلف الحجارة الجيرية⁷⁴. وتؤثر الفطريات على المادة الأثرية بأسلوبين هما:

⁷² Walters.B & Others: Nitrification-The Main Source for Nitrate Deposition in Building Stones, in "VI th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone", Torun, 1988, P. 24.

⁷³ Urzi & Others: Recent advances in the molecular biology and ecophysiology of meris thematic s tone-inhabiting fungi. In: Proceedings of the International Congress on Microbes and Art. Plenum Publishing Co. Ltd., New York, 2000, pp. 3 - 19.

⁷⁴ عبد الظاهر عبد الستار "د": المرجع السابق، 1989، ص105.



اللوحة رقم 17: وجود الفطريات على سطح الأجزاء الظاهرة قبل الحفرية.

تلف بيوفيزيائي:

يحدث عن طريق التغلغل القوي لخيوط الفطر بداخل المادة الأثرية المتهالكة عن طريق الشروخ أو عن طريق الحفر في المادة الأثرية السليمة⁷⁵، والتي تؤدي إلى تقشر وتفتت سطح المادة وفقدانها⁷⁶.

تلف بيوكيميائي:

تقوم الفطريات بإنتاج بعض الأحماض العضوية (حمض الأوكساليك - حمض الستريك) التي تقوم بإذابة كربونات الكالسيوم المكون الأساسي لبعض مواد البناء مثل الحجر الجيري والملاط الجيري⁷⁷.

كما أن لحمض الأوكساليك دور في حماية المواد الكلسية حيث تتفاعل مع الكالسيوم لينتج عنها أوكسالات الكالسيوم والذي يعتبر طبقة حامية لسطحه. والجدير بالذكر أن النمو الفطري بشكل عام يكون دائماً ذو لون أخضر أو بألوان أخرى تبعا لنوع الفطر، وبمرور الوقت وفي الظروف الجافة يصبح لونه داكنا وفي الغالب أسود⁷⁸.

⁷⁵ Kumar.R:OP, Cit, P. 16.

⁷⁶ Wollenzien & Others: On the isolation of micro colonial fungi occurring on and in marble and other calcareous rocks, In: The Science of the Total Environment 167, 1995, pp. 287 – 294.

⁷⁷ David.B: Weathering and Decay of Masonry, in "Conservation of Building and Decorative Stone" edited by Ashurs t&Dimes, Part 1, 1990, P. 168

⁷⁸ Grant.A: A new method for assessing the resistance of stone to algal disfigurement and the efficacy of chemical inhibitors, in: Vth Int. Cong on deterioration and conservation of stone, Lausanne, Vol. 2, 1985, P. 663

الطحالب:

تصنف ضمن النباتات الصغيرة التي يعيش في الأماكن الرطبة أو في الماء العذب أو المالح، بعضها يظهر بلون بني أو بلون أخضر⁷⁹، وهي عبارة عن نباتات لا تميز فيها أنسجة مثل الساق والأوراق وتحتوي على مادة الكلوروفيل، وتنقسم الطحالب إلى نوعين أحدهما تعيش على الأسطح الخارجية للمادة الأثرية والأخرى تعيش تحت السطح⁸⁰. تؤثر الطحالب على مواد البناء القديمة عن طريق جذبها الأثرية والحبيبات العالقة في الجو إلى السطح، فضلا عن مساعدتها في نمو الكائنات الحية الدقيقة الأخرى مثل البكتيريا والأشنة⁸¹. وبعض منها يتقرب الحجر ويسبب انتفاخ وانفلاق للصخور⁸²، تؤثر الطحالب أيضا على القيمة الجمالية مما تسببه في تشوهات للمظهر الخارجي وذلك بإحداث ثقوب متجاورة على أسطح الأثر، كما أن نموها أسفل سطح مواد البناء ويؤدي إي تقشر هذه الأسطح وتساقطها بمرور الزمن.

الأشنة:

عبارة عن كائنات حية مزدوجة من الفطر والطحلب تعيش في مستعمرات ترى بالعين المجردة⁸³. تنمو الأشنة ببطء وتقاوم الحرارة والجفاف. ويمكن أن ينتج عن الأشنة تلف كيميائي أو ميكانيكي، حيث تؤدي بعض أنواعها إلى إحداث تآكل لسطح مادة البناء إما بفعل ما تنتجه من ثاني أكسيد الكربون (CO₂) أو عن طريق الإفرازات الحمضية مما يؤدي إلى إحداث بقع على السطح. أما بالنسبة إلى ما تحدثه من تلف ميكانيكي فيكون نتيجة قدرتها الكبيرة على التشرب والامتصاص على السطح بقوة تفوق وزنها بـ 35 مرة ومن ثم ما ينتج عنها من ضغوط نتيجة إنتفاخ أجزائها السفلية بداخل مسام السطح⁸⁴. وتنقسم الأشنة التي تسبب تلف في الحجارة إلى نوعين هما:

⁷⁹ Cronyn.J: The Elements of Archaeological Conservation, London1990, P.15.

⁸⁰ Kumar.R:OP, Cit, P. 18

⁸¹ عاطف عبد السميع: المرجع السابق، 1997، ص138

⁸² توراكا: تكنولوجيا المواد وصيانة المباني الأثرية، ترجمة احمد عطية، دار الفجر للنشر والتوزيع، 2003، ص110 – 111

⁸³ Cronyn.J: The Elements of Archaeological Conservation, London1990, PP.16.

⁸⁴ Ciarillo.A & Others: Microflora action in the decay of s tone, in: Vth Int. Cong on deterioration and conservation of s tone, Lausanne, Vol. 2, 1985, P. 611.

أشنة الحجارة الجيرية:

ومنهما نوعان أحدهما ينمو بداخل الحجر ذات لون أخضر والآخر يتكون على السطح حيث تخذش سطح الحجر الجيري بخطوط باللون الأخضر أو البرتقالي الفاتح⁸⁵.

أشنة الحجارة السيليسية:

حيث تهاجم الحجارة الرملية والجرانيت والبازلت⁸⁶.

الجدول رقم 5: مظاهر تأثير الكائنات الحية على المادة الأثرية⁸⁷

نوع الكائن الحي	التأثير/ التغيير
بكتيريا ذاتية التغذية	قشرة سوداء - زنجرة سوداء وبنية - تفتت - نقش
بكتيريا غير ذاتية التغذية	قشرة سوداء - زنجرة سوداء - تقشر - تغير لوني
فطريات	قع لونية - تقشر - حفر
طحالب	طبقات زنجرة وقشور متطابق ومختلفة الألوان
الأشنة	قشور - بقع - حفر

2.3.I. العامل الحيواني:

تعتبر الحالة الغابية السائدة على الموقع قبل الحفرية، (قبل القيام بعملية التنظيف ونزع الاعشاب)، بيئة ملائمة لانتشار مختلف الأنواع الحيوانية، التي تقوم بعمل مباشر أو غير مباشر في الحاق الضرر بالموقع الاثري ملاكو.

⁸⁵ عاطف عبد السميع: المرجع السابق، 1997 ص 138

⁸⁶ David. B: Weathering and Decay of Masonry, in "Conservation of Building and Decorative Stone" edited by Ashurst & Dimes, Part 1, 1990.P 168.

⁸⁷ سلمان أحمد المحاري، المرجع السابق، ص 139

3.I.2.1. النمل:

يعتبر النمل من أخطر الحشرات التي تهاجم الآثار ونجاعة تلك التي تحتوي على المادة العضوية، ومن المعروف أن مراحل تكوين الحشرات بصفة عامة تمر بأربعة مراحل هي البيوض ثم اليرقات ثم الخدرات ثم مرحلة الحشرة القاتلة ويعتبر النمل من رتبة الحشرات متساوية الأجنحة وهي تعيش في مجموعات عائلية وتشمل طائفة النمل الأبيض. ويتمثل خطر النمل في انه يهاجم النمل ويتغذى على المادة العضوية الموجود بها (الخشب) وكذلك يقوم بحفر انفاقه فيها. يستطيع النمل أن يحطم الخشب حيث أن النمل الأبيض له القدرة على أن يغرز انزيم يساعد ع تحلل السليلوز وهو المادة الأساسية المكونة للخشب كما أنه يستطيع تحليل اللجنين وهو المادة الرابطة بين الألياف مما يؤدي إلى تحطم الخشب.

3.I.2.2. القوارض:

هذه الحيوانات كذلك تأثر بشكل مباشر او غير مباشر، فهي تحفر أنفاق داخل البنايات، وكذلك ممراتها تعمل على تغلغل كميات معتبرة من المياه التي تعمل على تضعيف من مقاوميه المبنى، وذلك بتحليل مكوناته الكيميائية.

عندما تغزو الفئران المواقع الأثرية وتستوطن به، فإنها تصيبه بأضرار قد يصعب التغلب عليها، خاصة وأنها تتوالد بأعداد كبيرة. فالفئران تتخذ من الشقوق الموجودة عادة المباني القديمة بيوتا لها. وقد تحفر جحورا تمتد إلى مسافات كبيرة في الجدران أو أسفل الأساسات، الأمر الذي قد يؤدي إلى اختلال توازن المبنى وتصدعه إذا ما توفر الوقت اللازم لذلك. ومن ناحية أخرى فإن تكاثر الفئران بالمواقع الأثرية يحولها إلى أماكن قذرة. عرف الموقع الأثري ملاكو تواجد مثل هذه الظاهرة، ونجد ذلك خاصة في منطقة الانتقال (أنظر المخطط في الفصل الثاني)، وقد انشرت أسفل الأرضية، ويعتبر خلق الفراغ أسفل هذه الأخيرة عامل مساعد لتدميرها بعلى الأحمال، وساعد هذا على اندثار جزء معتبر منها.



الصورة رقم 99: ممرات الفئران في أرضية منطقة الانتقال

3.3.I. التأثير البشري:

يعتبر هذا العامل الأكثر حدة الى جانب الكوارث الطبيعية، عرف الموقع الاثري ملاكو هذا النوع من التلف منذ الفترة القديمة، ونذكر مراحل تدهور الموقع وفق السلم الكرونولوجي منذ القرن الرابع الى بدايات القرن الواحد والعشرون، وتتمثل في الحروب وإعادة استعمال الموقع وكذلك استرجاع مختلف العناصر المعمارية في الفترات الحديثة:

3.3.I.1. المرحلة الأولى: ثورة فيرموس:

عرف الموقع أول حالة هدم من الطرف الرومان في القرن الرابع، مع حملة تيودوز العسكرية والقضاء على ثورة فيرموس في موريطانيا القيصرية، كما جاء في كتابات المؤرخ اللتيني اميان مرسلان، حيث ذكر انه تم هدم القصر⁸⁸.

3.3.I.2. المرحلة الثانية: إعادة إستغلال الموقع:

يظهر ذلك في بعض الأجزاء من الموقع، باستعمال تقنية بناء مختلفة عن الأصلية وعن فلسفة بناء تعتمد أساسا على الرابط الطيني عوض الرابط الجيري، كما نلاحظ إعادة استعمال بعض العناصر المعمارية الاصلية في التهيئة كحجر الشيست والحجر الكلسي

⁸⁸ Ammien Marcellin, histoire, traduction de Guy SABBAH, livres de 29 à 31, édition les belles lettres, Livre XXIX, Chapitre V, texte, 13

المصقول، ويظهر ذلك في الجزء الوسطي للسور الدعامية الغربي Mr003. انظر الصورة رقم 18. رغم أن هذه المرحلة اليوم تمثل حقبة تاريخية من تاريخ المنطقة، فإنه يجدر الذكر أنه في مرحلة قيامها، عملت على تلف وتدهور الجزء الأصلي للموقع الذي قد عرف أولى ظهوره في المنطقة.

3.3.3.I المرحلة الثالثة: استعمال الموقع كمقبرة، وممارسة بعض الطقوس الجنائزية:

ويرجح أصل تسمية مقام "سيدي على ملاكو" تعود إلى نهاية الفترة العثمانية، حيث يرجح أنه اسم لولي صالح دفن في المقبرة في تلك الفترة، وهذا قياساً على معظم الأماكن المقدسة التي لها نفس البعد الديني والثقافي والاجتماعي للموقع الأثري ملاكو. فقد استغل الموقع على هيئة مقبرة، كما كانت تقام بعض الطقوس الجنائزية وتقديم قرابين، وتم تهيئة مواقد من الفخار على أرضية الأحواض قصد طبخ والتقدم بها للولي الصالح، وهذا عن شهادة أبناء المنطقة، حيث عادة زيارة الموقع قصد التقرب للولي الصالح مازالت تمارس إلى يومنا هذا.



الصورة رقم 100: مجموعة من المواقد موضوعة على أرضيات الأحواض

3.3.4.I المرحلة الرابعة: وتعود إلى الفترة الحديثة:

في حالات كثيرة تقدم السلطات أو الأفراد على هدم المباني التاريخية أو تشويهها وتغيير معالمها لأسباب منها: الرغبة في تجديد البناء القديم للحصول على عمارة حديثة تكون أكثر فائدة، ومنها الإهمال أو الجهل بقيمة البناء نتيجة لتدهور المستوى الثقافي العام. في حالات أخرى كثيرة يشجع ضعف الرقابة وانعدام الوعي لدى المواطنين على اتخاذ المباني التاريخية المهجورة والأطلال الأثرية المهملة محاجراً يأخذ منها الأفراد حجارتها ومواد

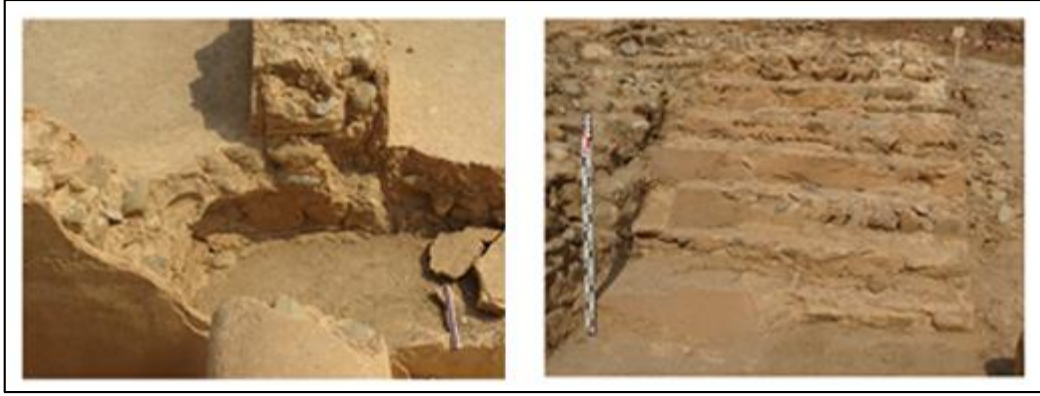
بنائها فيزيدونها خرابا وتهتما. وقد يلجأ اللصوص إلى تخريب المباني الأثرية والتاريخية لسرقة عناصرها الزخرفية. وأخيرا فهناك الأخطار التي تواكب حركة النمو والتطور في مشاريع تنظيم المدن وعند إقامة المشاريع الإنشائية الكبرى، كالسدود وخطوط السكك الحديدية، وشق الطرق ومد الأنابيب وإنشاء المطارات والموانئ البحرية، وغير ذلك من المشاريع، وخاصة في البلدان المتخلفة، إلى اجتياح مخلفات الحضارات القديمة من مواقع وعمائر أثرية وتاريخية. نلخص هذه العوامل بالنسبة للموقع الأثري ملاكو في النقاط التالية:

استرداد العناصر المعمارية:

في هذه المرحلة عرف الموقع أكبر حملة تدمير وتتمثل في أخذ العناصر المعمارية وخاصة الحجر الكلسي المصقول من طرف سكان القرى المجاورة، قصد بناء منازلهم، يوجد الكثير من آثار لاسترجاع مواد البناء من الموقع. كما أدلى معظم سكان القرى بهذه الشهادة. كما هو موضح في الصور ادناه.



الصورة رقم 101: بقايا كسر الحجر الكلسي المصقول



اللوحة رقم 18 : صورتان من حالات استرداد لمواد البناء (الحجر المصقول)

النشاط الفلاحي:

يعتبر التوسع الزراعي عل حساب الموقع، من عوامل التلف البشرية التي شهدها الموقع منذ الاستقلال، مع برنامج الثورة الزراعية. فاستصلاح الأراضي وبعدها الحرث بالمحراث الحديث ذو سكة كبيرة، حيث يصل عمقها حوال 0.9 م، يصيب البنايات الموجودة على عمق صغير بخدوش عميقة بالنسبة للحجر المصقول وكسور بالنسبة للأسوار لا بأس أن نذكر أن تقنية بناء الأسوار (حجر الشيست مع الملاط الجيري) لا تقاوم قوة الجرار، فيساهم مباشرة بالتلف الميكانيكي.



الصورة رقم 102: توضح إستغلال الموقع للنشاط الزراعي قبل الحفوية (تقرير الحفوية 2015)

نشاط الزوار:

إن بإمكان نشاط الزوار بداخل الموقع الأثري أن يؤثر عليها بشكل سيء بثلاث طرق نذكر بالاتصال المباشر بالأيدي أو الأرجل أو الملابس، أو بتلوث المبنى بدخان السجائر

ومختلف المخلفات، أو عن طريق زيادة نسبة الرطوبة والتكاثف بالموقع⁸⁹. كما يجدر الإشارة أن الموقع الأثري ملاكو لم يستفيد من تهيئة لهدف الحفظ عليه وحمايته من هذا النوع من العوامل المتلفة، فيبقى بدون سياج وحراسة ضد الاستغلال العشوائي ومن طرف الزوار، حيث من شأنه أن يلحق الضرر بالموقع بمختلف مظاهره، فتؤدي حركة الزوار في الموقع إلى حدوث تلف ميكانيكي الناتج عن:

الاحتكاك: عملية احتكاك أحذية الزوار بأسطح أرضيات الموقع مع وجود تهيئة للأرضية بالملاط الجيري، تؤدي إلى تآكل هذه الأسطح. كما أن احتكاكهم بالجدران يؤدي أيضا إلى نفس الظاهرة السابقة وخاصة على أسطح الجدران المزخرفة.

الاهتزازات: إن الحركة المستمرة لمجموعة الزوار تؤدي إلى حدوث اهتزازات تساعد على تساقط الأجزاء الضعيفة لمكونات الموقع مثل الحجارة وطبقات التليس (الملاط).

I.3.4. عوامل التلف الفيزيوكيميائية:

هي المسببات التي تعمل على حدوث ضرر بمواد البناء المستخدمة في تشييد المباني التاريخية والمواقع الأثرية وتؤدي إلى حدوث مشاكل لها تهدد سلامتها وبقائها. وعندما تزداد قوة هذا المسبب تزداد نسبة الضرر الناتج عنه، وعندما تصعب معالجته يصبح تحديا يصعب التعامل معه وعلاجه. ومن أهم العوامل الفيزيوكيميائية التي لها تأثير على مواد البناء القديمة هي تأثير درجات الحرارة وأشعة الشمس، الرطوبة، الرياح، والكوارث الطبيعية، وكذلك الناتجة عن تأثير النشاط البيولوجي للنباتات والحيوانات والطيور. أما النوع الآخر من عوامل التلف هو تأثير العنصر البشري. جميع هذه العوامل أو معظمها تعمل في الطبيعة متحدة كعامل تلف واحد ضد مواد البناء في المبنى التاريخي أو الأثري. تعتبر عملية تشخيص هذه العوامل من أهم الخطوات في مراحل عملية علاج المباني التاريخية؛ فمن خلال التعرف على مسبب التلف يمكن الوصول إلى أسلوب العلاج والتدخل المناسب الذي يؤدي إلى القضاء على المشكلة والسبب ومن ثم التحكم فيه.

⁸⁹ Honeyborne, D: Effects of large numbers of visitors on his toric buildings, in: Conservation of Building & decorative s tones, Ashurs t.J, Elsevier, 1990-98, P. 231.

I.3.4.1. تأثير الحرارة:

تتعدد مصادر الحرارة في المباني التاريخية ما بين أشعة الشمس والضوء الصناعي وانظمة التسخين والحرائق وغيرها نتيجة للنشاط البشري. ويختلف تأثير الحرارة سواء عند ارتفاعها أو انخفاضها أو نتيجة لعمليات الارتفاع والانخفاض المستمرة في درجات الحرارة.

تأثير الارتفاع في درجات الحرارة:

تعتبر ارتفاع درجات الحرارة وبالخصوص أثناء فصل الصيف، خاصة وان الموقع الأثري ملاكو يقع ضمن المناخ المتوسطي الذي يتميز نسبيا بصيف حار وجاف حيث تصل درجات الحرارة الى حوالي 50° مئوية. وبحسب سجلات معدل درجات الحرارة الشهرية والسنوية "المصدر وكالة الأرصاد الجوية الواقعة في مطار بجاية"، حيث تصل الى 30.3° م (الحد الأقصى للمتوسط الشهري)، الموافق لأشهر شهر أغسطس. كما هو موضح الجدول رقم 1 في الفصل التمهيدي. تعمل الحرارة المرتفعة على زيادة معدل التفاعلات الكيميائية والنمو البيولوجي وبالأخص مع تواجد الرطوبة⁹⁰. بالرغم من أن تأثير الحرارة المرتفعة الناتجة عن الحرائق في المباني التاريخية تعتبر ضمن عوامل التلف البشرية إلا انه تم ذكرها هنا بناء على علاقتها القوية أيضا بعنوان تأثير الحرارة المرتفعة. فالحرائق لها تأثير على مواد البناء فمثلا؛ من المعروف أن المكون الأساسي للحجر الجيري المسامي هو الكالسيت، والذي يبدأ تركيبه الكيميائي بالتغير عند درجة حرارة 550° م ولكن بشكل بطيء إلى أن تصل درجة الحرارة 950° م، حيث يتحول بشكل سريع إلى جير حي⁹¹. كما تلعب درجات الحرارة دورا هاما وخطيرا في تلف مواد البناء وبالخصوص الحجارة بما تسببه من عملية تبخر سريع للسوائل الحاملة للأملاح مؤدية في النهاية إلى تبلور هذه الأملاح إما على السطح أو تحت السطح مباشرة. كما أنه عند تعرض الملاط الجيري لدرجة حرارة 30° م وعند رطوبة نسبية ما بين 30-40% فإن الجبس المائي $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ يتحول إلى جبس لا مائي الأنهيدريت $CaSO_4$ ليصبح هشاً وضعيفاً⁹².

⁹⁰ Cronyn.J.M: The Elements of Archaeological Conservation, London,(1990),P. 35

⁹¹ Honeyborne, D: Weathering and decay of masonry, In: Conservation of Building & Decorative Stone, Part 1, Ashurts.J, Elsevier, Oxford, (2004), P.165.

⁹² Mora,P & Others: Conservation of Wall Paintings, ICCROM, (1984), P. 211.

تأثير الانخفاض في درجات الحرارة:

يؤدي انخفاض في درجات الحرارة والتي يصل فيها إلى درجة تجمد الماء، إلى تجمد السوائل الموجودة في مسام مواد البناء سواء الحجارة أو الملاط مما يؤدي إلى زيادة حجمها وبالتالي تؤدي إلى تكسير جدران مسام هذه المواد. يمكن ملاحظة هذه الظاهرة في هياكل بنايات الموقع الأثري ملاكو، نظرا لطبيعة المناخ البارد السائد في المنطقة في فصل الشتاء حيث تبلغ درجات الحرارة الصفر في الليل.⁹³

تأثير التغير المستمر في درجات الحرارة:

بالرغم من أن نسبة التغيرات في درجات الحرارة حسب سجلات الأرصاد الجوية في واد الصومام كما هو مذكور في الفصل السابق جد كبيرة وبالقدر الذي تؤثر فيه على مواد البناء، لذا فهو من الضروري أخذها بعين الاعتبار. من أخطر الأدوار التي من الممكن أن تلعبها درجات الحرارة في عملية تلف مواد البناء القديمة هو ما ينتج عن التغيرات المستمرة ما بين الانخفاض والارتفاع، فقد ثبت أن اختلاف درجات الحرارة ليلا ونهارا يعتبر من أهم عوامل التجوية الطبيعية⁹⁴. حيث أن تعرض الطبقات الخارجية للأحجار والملاط الجيري لدرجات الحرارة العالية يؤدي إلى تمددها النسبي أكثر من الطبقات التي تليها مما يسبب في تفككها⁹⁵. كما تؤدي هذه التغيرات أيضا إلى حدوث عمليات التمدد عند الحرارة المرتفعة والانكماش عند الحرارة المنخفضة وتعرف هذه العملية بالتحرك الحراري⁹⁶. ومظهر التلف الشائع حدوثه نتيجة لعملية التحرك الحراري هي حدوث شروخ في المبنى وبالخصوص الأجزاء العلوية منه والمعرضة بشكل أكبر لأشعة الشمس⁹⁷.

تأثير الحرارة على المباني الجيرية:

عندما نتحدث عن أسباب وكيفية التلف بفعل عامل الحرارة، فسوف نتحدث عن عاملين، ولا نعني بذلك وجود حدود فاصلة تماما بين أنماط ونوعيات التلف بين الحالتين ولكننا نعني إبراز الاختلافات النوعية والكمية في كل من هاتين الحالتين وهما:

⁹³ Cronyn.J.M: op. cit, P. 36.

⁹⁴ محمد عبدالهادي : دراسات علمية في ترميم وصيانة الآثار غير العضوية، مكتبة زهراء الشرق، القاهرة، 1997، ص93.

⁹⁵ عمران و دبورة: المباني الأثرية، ترميمها وصيانتها والحفاظ عليها، وزارة الثقافة، دمشق، 1997، ص78.

⁹⁶ Feilden,B: Conservation of Historic Buildings, 3rd edition, Elsevier, Oxford, (2003), P. 96.

⁹⁷ Feilden,B: ibid, P. 98.

تأثير الحرارة على المباني المستخرجة من باطن الأرض:

تعتبر المباني المغمورة في باطن الأرض كما هو الحال في الموقع الاثري ملاكو، تصل بمرور الوقت إلى حالة اتزان مع الظروف المحيطة بها، وعند الكشف عنها فإن هذا التوازن يختل فجأة مسببا أضرار جسيمة الأمر الذي يستوجب عدم تعريفها لحظة الكشف عنها لظروف جوية مختلفة عن الظروف التي كانت موجودة فيها واتخاذ التدابير اللازمة لإعطائها الوقت الكافي لنتلاءم مع الظروف الجديدة بالتدريج وبما يتناسب مع حالتها وطبيعتها. وفيما يختص بالمباني الجيرية التي يكشف عنها والتي تواجدت منذ أزمنة طويلة في بيئة تتصف بالثبات النسبي في الرطوبة نجد أنها سوف تفقد بمجرد الكشف عنها وتعرضها لدرجات حرارة عالية (الماء المحبوس في المسام) ويترتب على ذلك حدوث انكماش كبير في حجم جزيئات الملاط مما ينتج عنه عادة شقوق عشوائية في جميع أجزاء المبنى.

عاشت أثر الموقع الاثري ملاكو الى مثل هذه التجربة، وتظهر جليا على مستوى التلبيس خاصة، حيث ظهرت شقوق عشوائية على كل الواجهة، مع وجود حالات أكثر حدة وتتمثل في فصل طبقتي التلبيس عن بعضهما وانفصالهما عن السور.



الصورة رقم 103: تأثير التلبيس لعامل الحرارة المفاجئ للسور Mr020



الصورة رقم 104: تأثير التلبيس لعامل الحرارة المفاجئ
انفصال الطبقة الثانية عن الطبقة الأولى

تأثير الحرارة على المعالم الأثرية المكشوفة: كما هو الحال الموقع الاثري ملاكو. تختلف أنماط ونوعية التلف الذي يحدث في المباني الجيرية المكشوفة عند وجودها تحت تأثير عوامل التغيرات الكبيرة من درجات الحرارة لفترة زمنية طويلة تبعا للحالة التي توجد عليها من حيث كونها جافة أو مبللة، فيما يخص الموقع الاثري ملاكو بعد استخراج بعض من اجزائه، التي كانت مغمورة تحت التراب، في وسط رطب. بعد الكشف عنها أصبحت الآثار والمتمثلة في التهيئات المعمارية عرضة للعوامل الخارجية وعلى رأسها الحرارة، فهي تعمل على تجفيف مختلف مواد البناء من المحتوى المائي المكتسب قبل الحفرية، فيصبح حينها المبنى في حالة جافة. في حالة المباني الجيرية الجافة نجد أن مواد البناء (الملاط الجيري) تزداد حجما بخاصية التمدد عند تعرضها لدرجات حرارة عالية، وتقل حجما بخاصية الانكماش عند تعرضها لدرجات الحرارة المنخفضة، وحيث أن مواد البناء هذه تتكون من مواد بناء غير متجانسة في الخواص الطبيعية، فإنها تتمدد وتتكسب بدرجات مختلفة ومتفاوتة وتؤدي عمليات التمدد والانكماش المتكررة والغير منتظمة إلى حدوث تشققات في جميع أجزاء المبنى.



الصورة رقم 105: توضح تأثير التحرك الحراري على الهيئة المعمارية

-طبقات التلبيس-

تعتبر التغيرات المستمرة في درجات الحرارة ما بين انخفاض وارتفاع سواء التغيرات الموسمية أو اليومية من الأدوار الخطيرة للحرارة في تلف مواد البناء في المباني التاريخية، فقد ثبت أن اختلاف درجات الحرارة ليلاً ونهاراً من العوامل المساعدة في عملية التلف. ويصل معدل فارق درجات الحرارة في واد الصومام ما بين النهار والليل إلى حوالي 12°م، أما معدل الفارق ما بين فصل الشتاء والصيف فيصل إلى 28°م⁹⁸، عمل هذا الفارق الكبير في التغيرات في درجات الحرارة إلى تشكل تشققات وتشرخ وانفصال مواد البناء وبالخصوص طبقات الملاط و كذلك طبقات التلبيس، أنظر الصور 105 أعلاه ، ومع تكرار هذه العملية يحدث تفتت لمواد البناء بطريقة ميكانيكية، ويلاحظ كثرة هذا النوع من التجوية في المناطق الجافة أو شديدة البرودة وكذلك الصحراوية⁹⁹، والانكماش حيث تؤدي إلى اختلاف معاملات التمدد النسبي لبعض مواد البناء غير العضوية والمركبات المكونة لها؛ مما يزيد من فاعلية التمدد للمعادن وخاصة في بعض الحجارة مؤدياً في النهاية إلى حدوث حركة مع بعض الضغوط والانفعالات الموضعية في سطح الحجر وبين بلوراته¹⁰⁰.

كما نذكر أن شدة وحدة التغير في نسب درجات الحرارة سواء اليومية أو الموسمية تختلف من منطقة لأخرى، ففي المناطق الاستوائية الرطبة والممطرة تكون نسبة التغير

⁹⁸ وكالة الأرصاد الجوية الواقعة في مطار بجاية المسجلة في الفترة من (1970 إلى 2015).

⁹⁹ محمد عبد الهادي: المرجع السابق، ص 93

¹⁰⁰ محمد الجوهري: دور بعض العوامل المتلفة المؤثرة في تجوية الحجر الرملي المستخدم في بيت الولادة بإدفو، كتاب

المؤتمر الخامس لجمعية الآثاريين العرب، القاهرة، 2002، ص 754.

ضئيلة، ومتوسطة، أما في المناطق البحرية التي تتمتع بصيف بارد وشديدة في المناطق الصحراوية الجافة¹⁰¹.

تزداد خطورة تأثير التغيرات المستمرة في درجات الحرارة عند وجود مادتين مختلفتين في الخواص بالقرب من بعضهما في المبنى. فمثلا عند تواجد طبقة ملاط جبسية على جدران مبنية أساسا من الحجر الشيست (حالة الموقع الأثري ملاكو)، فإنه عند تعرضهما لدرجات حرارة مرتفعة فإن الطبقة الجبسية تتمدد بشكل أكبر وأسرع من حجر الشيست؛ نتيجة إلى أن الطبقة الجبسية تكون أولا على اتصال مباشر مع مصدر الحرارة وثانيا أن معامل التمدد الحراري للجبس أكثر بأضعاف من معامل التمدد الحراري للحجر الشيست، وبالتالي فإن التغيرات المستمرة في درجات الحرارة ما بين الارتفاع والانخفاض والتي يتبعها تمدد وانكماش مواد البناء المختلفة في الخواص يؤدي إلى انفصال طبقات الجبس بسهولة عن الحجر¹⁰². كذلك عند وجود مادة غير عضوية مثل الحجارة أو الملاط أو طبقة الملاط بالقرب من مادة أخرى عضوية مثل الروابط الخشبية في الجدران فإن تمدد وانكماش الخشب بداخل الجدار يؤدي إلى الضغط على الحجارة المجاورة وطبقات الملاط وبالتالي تشرخها وانفصالها وتساقطها.

I.3.4.2. تأثير الرطوبة:

يسبب وجود الماء بأشكاله المختلفة (رطوبة جوية، مياه أمطار، مياه أرضية، تكاثف) التلف لمواد البناء القديمة ويزيد من نسبة إتلافها هذا كيميائيا أو فيزيائيا أو بيولوجيا. فالمياه "الرطوبة" هي المسؤولة عن حمل ونقل وتوزيع المحاليل الملحية في مادة الأثرية، وهي المسؤولة عن تحول غازات التلوث الجوي إلى أحماض خطيرة تتسبب في تلف مواد البناء، كما أنها تعمل على توفير الوسط الرطب الملائم لنمو بعض الكائنات الحية. وبصفة عامة يعتبر الماء هو العامل المشترك والمساعد لمعظم عوامل التلف، والمشاكل الناتجة عن الماء بجميع أشكاله تعتبر مشتركة إلا أن بعضها له تأثير خاص. والمياه بصورها المختلفة تعتبر عامل تلف مشترك مع عوامل التلف الأخرى سواء البيولوجية أو الفيزيوكيميائية. سيتم عرض

¹⁰¹ Feilden, B: Op. Cit, P. 96.

¹⁰² Honeyborne, D: Op.Cit. P. 164

إلى تأثير الرطوبة على المباني التاريخية وذلك بحسب مصادرها وأشكالها تواجدتها في المبنى.

الرطوبة النسبية:

يمكن تعريف الرطوبة النسبية بشكل مبسط على أنها وجود الماء في الهواء في صورة غاز أو بخار. ويمكن قياسها باستخدام أجهزة الهيجروميتر¹⁰³.

يتميز مناخ ولاية بجاية بنسبة رطوبة جوية عالية، يصل معدل متوسط الرطوبة المرتفعة فيها إلى أقصاه خلال فصل الشتاء حيث يصل إلى ما يقارب 93% وينخفض إلى أدنى مستوى له في فصل الصيف حيث يصل إلى 22%¹⁰⁴. ولكن هذا لا ينفي أن الرطوبة قد تصل أحيانا إلى أقل أو أعلى من النسب السابقة.

تتواجد الرطوبة في المواقع الأثرية من الجو الخارجي. والرطوبة الجوية غالبا ما تتبعها ظاهرة التكاثف التي سيتم التطرق لها لاحقا في نقطة مستقلة من هذا الجزء في البحث. يمكن أن تؤثر الرطوبة الجوية على مواد البناء في المعالم التاريخية سواء بارتفاع أو انخفاض معدلاتها أو نتيجة للتذبذب بين الارتفاع والانخفاض، وهو العامل الاخطر. فالرطوبة المرتفعة تعمل على إذابة ونقل الأملاح وأيضا توفير الظروف الملائمة لنمو الكائنات الحية الدقيقة وكذلك تعمل كعامل مساعد في التفاعلات الكيميائية الناتجة عن غازات التلوث الجوي والتي سيتم التطرق لها لاحقا.

تؤثر الرطوبة كذلك على بعض مواد البناء القديمة، كقدرتها على إحداث إذابة جزئية للجبس والجير المستخدم في ربط كتل الحجارة في المبنى، وبالرغم من أن عملية إذابة الجير تتم ببطء شديد إلا أنها في النهاية تؤدي إلى تفتتها¹⁰⁵. كما تعمل الرطوبة المرتفعة أيضا على إحداث عملية امهة الأنهدريت حيث يزداد حجمه بامتصاص الماء وينشأ عنه ضغوط موضعية في اتجاهات مختلفة تؤدي إلى حدوث تشخات وشقوق في طبقات الملاط

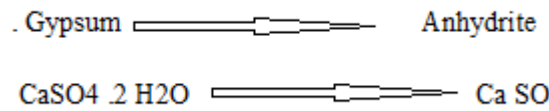
¹⁰³ Feilden,B. Conservation of His toric Buildings, 3rd edition, Elsever, Oxford,(2003), P.103

¹⁰⁴ وكالة الأرصاد الجوية الواقعة في مطار بجاية المسجلة في الفترة من (1970 إلى 2015).

¹⁰⁵ Cronyn.J.M: The Elements of Archaeological Conservation, London, (1990), P. 119.

الجيري¹⁰⁶. أما بالنسبة إلى الرطوبة المنخفضة فهي أيضا بدورها تشكل خطرا على الآثار؛ ذلك أن كل مادة تحتوي على نسبة رطوبة معينة سواء كانت حجرا أو ملاطا، فاذا فقدت هذه المادة ما بها من نسبة رطوبة فسوف يؤثر هذا على قوتها وصلابتها. كما أن الرطوبة المنخفضة في الجو تؤدي أيضا إلى حدوث تحولات طوريه في بعض مكونات الملاط الحوائط خصوصا إذا كانت من الجبس والذي يتحول إلى الأنهيدريت؛ نتيجة فقدانه للماء المتحد كيميائيا مع كبريتات الكالسيوم، مما يؤدي إلى حدوث انكماش في أبعاده وبالتالي تشرخه ثم انفصاله عن الأثر¹⁰⁷.

والتغير المستمر لمعدلات الرطوبة في الهواء له تأثيره السيئ على مواد البناء نتيجة ما يصاحبه من إذابة وإعادة تبلور للأملاح.



المياه تحت سطحية (الرطوبة الأرضية):

يعبر عن الرطوبة الأرضية على أنها الرطوبة أو المياه التي تدخل إلى جدران المبنى، ويكون مصدرها التربة المتصلة بها. وقد تكون هذه المياه عبارة عن مياه أرضية طبيعية أو مياه مجاري أو مياه صرف زراعي أو أي مصدر آخر للمياه في التربة، وتعرف هذه المياه بالمياه تحت سطحية.

ذكر بأن الرطوبة التي تدخل إلى جدران المبنى تكون في صورتين؛ إما في صورة مياه منقطعة أو عرضية أو في صورة مياه أرضية¹⁰⁸.

¹⁰⁶ عز عربي: دراسة وعلاج تلف الألوان في الصور الجدارية لمقابر الأشراف بالبر الغربي بالأقصر تطبيقا على إحدى المقابر المختارة، رسالة ماجستير، قسم ترميم الآثار، (كلية الآثار - جامعة القاهرة)، 2004، 109-207 ص.

¹⁰⁷ عبد المعز شاهين: المرجع السابق، مصر، (1994) 178 ص .

¹⁰⁸ سلمان أحمد المحاري، حفظ المباني التاريخية، مبان من مدينة المحرق، 2017، ص116.

المياه المتقطعة أو العرضية:

مصدرها عرضي ومتقطع غير دائم أو متواصل، وتدخل إلى الجدران بشكل موضعي وضمن مساحة معينة وذلك بناء على مصدرها والذي قد يكون من مياه الأمطار عادة، أو من تسرب مياه الموجودة في الخزانات في الجزء العلوي للموقع.

المياه الأرضية:

تدخل إلى جدران المبنى وتتوزع فيه بشكل منتظم، وتكون على اتصال دائم بأساسات المبنى. ومصدر هذه المياه يكون غالبا عبارة عن وجود المبنى في منطقة يرتفع فيها منسوب المياه، كقربها من البحر أو أحد الأنهار¹⁰⁹. للحديث عن الرطوبة الأرضية وتأثيرها على الهياكل المعمارية الأثرية لابد أولا من التطرق إلى ظاهرة فيزيائية بواسطتها تدخل المياه إلى الجدران من الأرض وتنتشر في مواد البناء وهي الخاصية الشعرية.

خاصية الامتصاص الشعري:

يقصد بها، عملية دخول وتحرك الماء في المسام الدقيقة للمواد في حالة أن قوة جذب أسطح المسام أقوى من قوة تجاذب جزيئات الماء مع بعضها، وبالتالي فإن قوة الامتصاص تعتمد بشكل عكسي على طبيعة سطح المسام وقطرها. فكلما كان قطر المسام أقل كلما ازدادت قوة الامتصاص الشعري، وهي بذلك تكون أقوى من قوة الجاذبية الأرضية. وتعرف هذه الظاهرة أيضا بالارتفاع الشعري¹¹⁰.

وبناء عليه فإنه كلما كان قطر المسام أقل كلما إزداد إرتفاع الماء في المسام المكونة لجدران المبنى، حيث بإمكان الماء أن يرتفع إلى 31 ملم إذا كان قطر المسام 1 ملم، وبإمكانه أن يرتفع إلى 154 ملم إذا كان قطر المسام 0.2 ملم¹¹¹.

هناك بعض العوامل أو الحقائق التي تتحكم في مستوى ارتفاع المياه في الجدران¹¹² وهي:

- كلما انخفضت الحرارة زاد مستوى ارتفاع المياه في الجدران.

¹⁰⁹ Giovanni & Massari: Damp Buildings-Old and New, ICCROM, Rome, (1993), PP.67-70.

¹¹⁰ Torraca,G: Porous Building Materials, Materials Science for Architectural Conservation, 3^{eme} edition, reprinted (2005), ICCROM, P. 8.

¹¹¹ Giovanni & Massari. op. cit, (1993), P. 7.

¹¹² Giovanni & Massari: op. cit, (1993), PP. 7 – 79

- كلما انخفضت الحرارة انخفضت نسبة التبخر السطحي.
- وجود الأملاح في الجدار يؤدي إلى زيادة نسبة إرتفاع الماء في الجدران حيث تعمل الأملاح على جذب جزيئات إليها.
- كلما زاد سمك الجدار ، زاد مستوى ارتفاع الرطوبة في الجدار.
- إرتفاع نسبة تعرض سطح الجدار لأشعة الشمس وعملية البخر السطحي يؤدي إلى خفض مستوى إرتفاع الرطوبة في الجدار.



الصورة رقم 106: توضح إرتفاع المياه تحت سطحية بفعل الخاصية الشعرية لآحد أسوار لأحواض القسم الشمالي

بدخول الرطوبة الأرضية إلى الجدران عن طريق الخاصية الشعري تبدأ عملية التلف لمواد البناء المكونة لتلك الجدران. وان إرتفاع منسوب المياه تحت سطحية في أساسات المباني يؤدي إلى التقليل من الخواص الميكانيكية للمواد البناء ويتمثل التأثير الحقيقي لهذه المياه فيما تحمله من أملاح أو مواد عضوية موجودة في مصادر هذه المياه أو التربة التي تختزن تلك المياه¹¹³. فدخل هذه الأملاح إلى مسام مواد البناء، وتنقلها من وإلى داخل الجدار يؤدي إلى إضعاف وتلف الملاط نتيجة لتبلور الأملاح بداخل مسام مواد البناء أو على السطح وبالتالي انفصال طبقات الملاط عن الجدار. ويتم معرفة منسوب ارتفاع المياه المحملة بالأملاح في الجدران عن طريق تتبع وجود خط ملحي أبيض أو داكن اللون في الجدار¹¹⁴. ولا بد أن نشير إلى أن المياه الأرضية عند صعودها في جدار المبنى تبحث

¹¹³ محمد عبدالهادي "د". دراسات علمية في ترميم وصيانة الآثار غير العضوية، مكتبة زهراء الشرق، القاهرة. 1997. ص 93.
¹¹⁴ Abd El-Hady.M: Ground Water and the Deterioration of Islamic Building in Egypt, in "The Restoration and Conservation of Islamic Monuments in Egypt" edited by Bacharach, Cairo, (1993).

عن المسار الأسهل ذو نسبة المسام العالية مثل الملاط وذلك عوضاً عن حجارة الشيست ذات مسامية ضعيفة جداً.

مياه الأمطار:

يمكن تعريف المطر على أنه الجزء من الرطوبة الذي يصل الي سطح الأرض في صورة سائلة، وتسقط الأمطار نتيجة لانخفاض في درجة حرارة الهواء المحمل ببخار الماء في طبقات الجو العليا، مما يؤدي إلى تكاثف بخار الماء على شكل ذرات مائية صغيرة تتكون منها السحب حتى إذا ما واصلت إلى مناطق شديدة البرودة في الجو بدأت الذرات الصغيرة في التجمع حتى تتكون نقاط كبيرة تبدأ في السقوط نحو الأرض مكونة المطر. مشروع دراستنا ينتمي الى منطقة ذات نسبة تساقط عالية (كما ذكر في الفصل التمهيدي)، لذا من الضروري فهم العلاقة الموجودة بين نسبة التساقط ودرجة التلف، قصد العمل على الحد من تلف العناصر المعمارية للموقع.

يمكن لمياه الأمطار أن تدخل لمسام مواد البناء في المواقع الأثرية إما عن تساقطها بشكل مباشر على أسطح الجدران، أو بشكل غير مباشر عن طريق تسربها من خلال الشروخ، خاصة وان كان الموقع يوجد على تلة، كما هو حال موقع الأثري ملاكو. ويعتبر الطريق غير المباشر لدخول الأمطار لمواد البناء أكثر خطورة من التساقط والاتصال المباشر؛ نتيجة لما تقوم به مياه الأمطار المتسربة من إذابة وحمل للأملاح وبعض التسريبات معها لداخل مسام المواد وشروخ الجدار وبالتالي تبخرها وتبلور الأملاح¹¹⁵. وتزداد خطورة الأمطار في المناطق الساحلية حيث تمتزج مياه الأمطار برذاذ البحر المحمل بالأملاح ومن ثم تنتقل إلى مواد البناء فتسبب لها أضرار جسيمة بفعل الأملاح¹¹⁶.

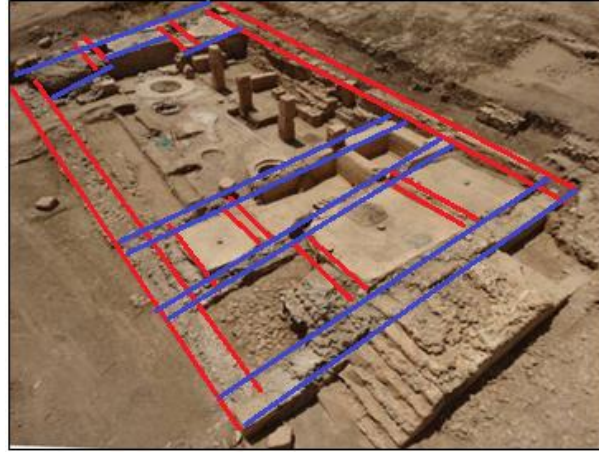
تعرف منطقة واد الصومام هطول نسبة كبيرة من الامطار، خاصة في فصل الشتاء، فعند تساقطها تنهمر بشدة وتؤدي إلى إحداث تلف في الهياكل المعمارية مثل تسربها بين الفراغات الموجودة بين طبقات الملاط والاحجار والتي تؤدي إلى إحداث ضغوط داخلية

¹¹⁵ Feilden, B: op. cit, (2003), P.101.

¹¹⁶ ابراهيم عبدالله. دراسة علاج وصيانة مواد البناء والعناصر الزخرفية في بعض المباني الأثرية بمدينة رشيد، رسالة دكتوراه، كلية الآثار - جامعة القاهرة، (2000)، ص 200.

على طبقات الملاط وبالتالي تؤدي إلى انفصالها وتساقطها، وهذا ما حدث لكل الواجهة الشرقية لكلا قسمي الاحواض، حيث تسربت مياه الأمطار إلى الفراغ الموجود بين طبقات الملاط وأدى إلى إحداث ضغط على الطبقة الخارجية وبالتالي انفصالها وتساقطها. كما تعمل مياه الأمطار على نزع المواد الرابطة ومع تكرار ذلك يؤدي إلى ضعف في درجة تماسك الرابط وتحولها مع الوقت إلى أجسام هشة قليلة المقاومة للأحمال والضغط مما يؤدي إلى تصدع المبني.

يعتبر الملاط الجيري شديدة الهشاشة حتى أنه عند ملامسته للمياه ينكسر ويتفتت ويتحول إلى مسحوق. حيث هذه الظاهرة نسجلها بكثرة في الموقع الاثري ملاكو، وما ساعد أكثر على حدوثها هو طوبوغرافية الموقع، حيث سيلان المياه من القمة تكون محملة بالتراب، ترتطم هذه الكتل بالأسوار العرضية فتتكسد وترسب كتل هائلة من التربة بالإضافة إلى عامل الرطوبة الذي يساهم في هشاشة المبني تحدث كسور لهذه الاسوار بفعل تأثير قوة ضغط الاتربة المكثسة عليها.



الصورة رقم 107: صورة توضيحية لتأثير السيول على المعلم ككل



الصورة رقم 108: جزء من السور Mr003 تأثر بالسيول الجارفة.

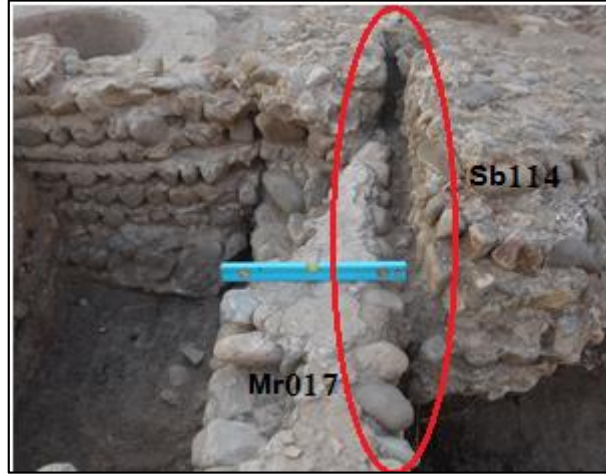
تؤدي المياه تحت السطحية المنتجة عن الماء إلى نزح حبيبات الرمل الدقيقة في التربة الرملية تاركة الحبيبات الخشنة في حالة عدم ثبات مما يؤدي إلى خلخلة الأساسات وظهور مقدمات في المبني وبعض هذه الشقوق يؤثر على المظهر الخارجي للمبني بينما يؤثر البعض الآخر في الأجزاء الداخلية للمبني ويزداد أثر هذه التشققات في التربة الرملية. تتزايد نسبة الاحمال من التربة أسفل الاساسات بزيادة نسبة الضغط والتمثلة في قوة الدفع الرأسي والتي لا تساوى في بعض الاحيان قوة الدفع الأفقي، وهذه الزيادة تؤدي الى هبوط وانضغاط التربة وبصاحب ذلك خروج المياه تحت السطحية التي تندفع بدورها الى اماكن اقل حملا وانضغاط، حيث تستقر تلك المياه تحت السطحية وما تحمله من ملوثات عضويه ومحاليل املاح ضاره بالسطح مباشرة او تحت السطح. ثم تنتقل تلك المياه من الاساسات الى الجدران بالخاصية الشعرية، اما حركة المياه الدقيقة في التربة تحدد وتقدر قيمة الضغط الخارجي الناجم عن الحمل الزائد الذي يؤدي الى حدوث حركه افقيه في المبني، وضعف مقاوميه هذا الأخير يؤدي الى حدوث تشققات وكسور.



الصورة رقم 109: توضح تشقق Sb019 على مستوى السور Mr008



الصورة رقم 110: توضح تشقق SI046 في المنتصف على مستوى الزاوية ج/ش



الصورة رقم 111: توضح انفصال Sb114 عن السور Mr017

تبين الصور (109، 110، 111) توضح تأثير فعل الأمطار، في تشقق وتصدع الهياكل المبنية في الموقع الأثري ملاكو، حيث أن في هذه الحالة، التأثير غير مباشر، ولكن كعامل مساعد بنسبة كبيرة جداً، فالأمطار الجارفة، كما هو ممثل في اللوحة السابقة، فقد تفقد بعض العناصر المعمارية سنداها، حيث أنه نذكر أن الموقع يقع في منحدر، وأن طبوغرافية الموقع تعمل على تركيز القوة الضاغطة على الهياكل السفلى، و التي تعتبر سندات للهياكل العلوية، فغياب الأسوار السفلى الساندة يعمل على تدمير كل ما هو مسند إليها، و هكذا دواليك حتى يندثر المبنى بأكمله. هذه الظاهرة جد متكررة في الموقع أو بالأخص في المنشأة الصناعية الجنوبية.



المخطط رقم 25: رسم تخطيطي لظاهرة تلف الاسوار بفعل السيول

كما أن مياه الأمطار غالباً ما تكون حمضية لأن الهواء يحتوي علي غاز ثاني أكسيد الكربون (CO₂ في الهواء الطبيعي 0.032) أما نسبته الناتجة عن التلوث الصناعي فهي تزيد في المنطقة ونجاحه لوجود المنطقة الصناعية بأقربو القريبة من الموقع الأثري - حيث يذوب في الماء، حسب المعادلة الموضحة أسله. وتحت ظروف معينة في وجود هذا الحمض فان كربونات الكالسيوم والماغنسيوم الموجودة في بعض مواد البناء القديمة مثل الملاط الجير، الحجر الجيري، الحجر الدولوميتي والرخام، ممكن أن تتحول إلى بيكربونات الكالسيوم القابلة للذوبان في الماء¹¹⁷.



ويتكون حمض الكربونيك وهو حمض ضعيف، حيث يحلل هذا الحمض ببطء بعض مواد البناء، كما أن الهواء الجوي الملوث في المناطق الصناعية يحتوي على كميات مختلفة من أكاسيد الكبريت عن حرق العضو مما يؤدي إلى إنتاج حمض الكبريتيك كما توضحه المعادلة التالية.



ويتسبب هذا الحمض في تحليل العديد من المعادن (السيليكات) المكون الأساس للملاط الطيني، والذي يعتبر المادة الأساسية في بناء جزء من الهياكل التي تعود الى المرحلة الثانية من إعادة استعمال الموقع.

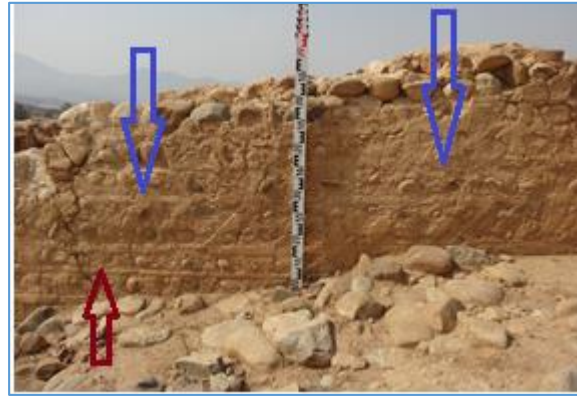
بعد توقف سقوط الأمطار تكون المباني الطينية قد تشربت بكمية كبيرة من المياه وبفعل هذه المياه تنتفخ حبيبات الطفلة الطينية ويزداد حجمها وتشكل ضغط رهيب علي للجدران. كما ان مياه الأمطار تؤدي إلى نزع المواد الرابطة (الطين) ومع تكرار ذلك يؤدي إلى تحرر الأحجار وتساقطها. في حين، عند ارتفاع درجة الحرارة تفقد المياه من الملاط الطيني بواسطة البخر ثم تعود حبيبات الطين إلي حجمها الطبيعي وعند سقوط المطر مرة ثانية يحدث نفس الشيء ومع تكرار عملية الانتفاخ والتقلص تصاب الجدران بشروخ نافذة وتساقط الأحجار، بسبب هذه الظاهرة فقد المعلم الكثير من العناصر المعمارية، والعناصر

¹¹⁷ Torraca,G: Porous Building Materials, Materials Science for Architectural Conservation, 3rd edition, reprinted (2005), ICCROM, P. 39.

الحاضرة في حالة حفظ رديئة حيث تساقطت جزء كبير من الحجر وانفصلت عن الجدران تماماً.

كما أن أحد تأثيرات الأمطار على المعالم الأثرية هو نمو بعض أنواع الحشائش والنباتات على أسطح الجدران بعد مواسم الأمطار، ويرجع السبب غالباً في ذلك إلى وجود بعض بذور النباتات على الجدران نتيجة لنقل الرياح لها من الأراضي الزراعية القريبة أو نتيجة المخلفات العضوية للطيور والتي قد تحتوي على هذه البذور والتي تبدأ بالنمو عند تساقط الأمطار¹¹⁸.

لابد من الإشارة إلى أن اتجاه الرياح في بلد ما يعلب دوراً لا يستهان به في تلف بعض واجهات المباني المعرضة لهذه الرياح والتي تتحكم في اتجاه حبيبات المطر المتساقطة، حيث الواجهات الأكثر عرضة لمياه الأمطار تصبح أكثر عرضة لإذابة الأملاح وتسرب المياه أيضاً إلى الفراغات ما بين طبقات الملاط وسطح الجدار. نسجل وجود هذه الظاهرة على الواجهة الشمالية للسور Mr014، حيث تظهر في الجزء السفلي خطوط مزدوجة متوازية أفقية تقطعها خطوط عمودية، في حين لا تظهر على الجزء العلوي منه، نظراً لتأثير الأمطار المصاحبة بالرياح الشمالية فقد عملت على طمس ومسح آثار هذه الخطوط الموضوعية لتزيين الواجهة، كما هو موضح في اللوحة المرفقة أدناه.



الصورة رقم 112: توضح تأثير الأمطار المصاحبة للرياح على واجهات المباني الأثرية

118 سليمان أحمد المحاري: المرجع السابق، (2009)، ص 150.

كما يجدر بالذكر أن لمياه الأمطار دور في عدم استقرار المبنى التاريخي إذا كانت التربة طينية أو تحتوي على نسبة من المركبات الطينية، والتي عند امتصاصها للمياه تنتفش وتشكل ضغطاً على أساسات المبنى، وأيضاً عند جفافها أو انخفاض منسوب المياه الأرضية يحدث لها انكماش، وتكرار عملية التمدد والانكماش للتربة يؤدي إلى عدم استقرار المبنى وحدوث هدم تشرخات في الجدران.

التكاثف:

يمكن تعريف التكاثف أنه العملية التي يتحول بها بخار الماء بعد التشبع إلى الحالة السائلة في شكل جسيمات دقيقة وتحدث ظاهرة التكاثف عندما يكون الهواء رطباً، وسطح المبنى بارد من درجة تكون نقطة الندى للهواء¹¹⁹، ومن أشكال التكاثف، نجد: الغيوم والسحب والندى والصقيع والتلج. ولحدوث تكاثف بخار الماء يجب أن يتوقف على عدة عوامل منها:

- وجود الهواء الرطب حيث يجب أن يكون الهواء متشبعاً بخار الماء.
 - تبريد الهواء ويحدث نتيجة رفع الهواء إلى أعلى مما يؤدي تمده وفقدانه الحرارة.
- ويمكن تقسيم تأثير التكاثف إلى:

تأثيرات فيزيائية:

حيث أن قطرات الماء الناشئة عن عملية التكثف تعمل على تمدد مواد البناء كما أن حسبها داخل التركيب المسامي لمواد البناء وعند انخفاض درجة الحرارة وحدوث الصقيع يحدث لها زيادة في الحجم بنسبة 90% نتيجة عملية التجمد وتحولها من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة وبالتالي زيادة ضغطها على الجدران مما يؤدي إلى حدوث الشروخ الدقيقة.

تأثيرات كيميائية:

وغالباً ما يحتوي الماء المتغلغل داخل الاسوار على أملاح قابلة للذوبان اما آتية من ذوبان للأملح الموجودة في مواد البناء أو آتية من تفاعل الغازات الجوية مع مواد البناء مثل CO_2 و SO_2 ، عند حدوث الجفاف يبدأ تبلور هذه الأملاح داخلياً والتي تسبب تشوه

¹¹⁹ Feilden, B: Conservation of Historic Buildings, 3rd edition, Elsevier, Oxford, 2003, P.101.

وتلف في مواد البناء كما إنها تؤدي إلى تبلورها على السطح مكونة قشرة سميكة صلبة على أسطح المباني كما أن مياه التكاثف تعمل على انكماش وانتفاخ حبيبات الملاط مما يجعلها قادرة على جذب الحبيبات الدقيقة والملوثة من الهواء وتغير لونها كما أن هجرة الأملاح على مكونات الملاط يؤدي إلى رفع الأس الهيدروجيني املاح الكبريتات-حمض الكبريتيك الذي يتكون نتيجة أكسدة SO_2 . في وجود CO_2 يتفاعل.

التأثير السيئ لهذه الظاهرة على المباني الأثرية يتمحور فيما يحدث من دورات الاماهة والجفاف لبثورات الأملاح الموجودة على سطح المبنى أو في داخل مسام مواد بناءه، وبالتالي تحركها وانتشارها في اتجاهات مختلفة داخل المسام وتلك الدورات يتبعها تلف خطير نتيجة التبلور وإعادة التبلور لأشكال ومظاهر الأملاح المتنوعة¹²⁰.

نلاحظ ظاهرة التكاثف بشكل ملحوظ في الموقع الاثري ملاكو عند حلول الليل وفي الصباح الباكر حيث يبدأ بخار الماء بالهبوط بالقرب من سطح الأرض، وتبدأ بالتكاثف على الأشجار والهيكل المعمارية للموقع، ومن ثم تبدأ بالنفاذ إلى داخل المسام أو العمل جزئياً على إذابة الأملاح القابلة للذوبان في الماء على السطح وتحويلها إلى محاليل ملحية تبدأ بالتغلغل إلى داخل مسام مواد البناء (الملاط الجيري و الحجر الجيري)، وأثناء النهار تبدأ هذه المحاليل بالاتجاه نحو الأسطح الخارجية لتبدأ عملية التبلور من جديد على أو عند السطح، وبتكرار العملية تبدأ أجزاء من مواد البناء بالتفتت وتساقطها¹²¹.

3.4.3.I. تأثير الأملاح:

تعتبر الأملاح واحدة من أهم عوامل تلف مواد البناء المسامية المستخدمة في المباني الأثرية والمتمثلة في الملاط والحجارة؛ وذلك نظراً لما تتميز به هذه المواد من مسامية وما يحدث لهذه الأملاح من عمليات إذابة وتبلور بداخلها. وتأثير الأملاح المدمر على الآثار دائماً ما يكون بالتعاون مع عوامل تلف أخرى كالحرارة والرياح وخاصة الرطوبة أو الماء.

¹²⁰ إبراهيم عبدالله: المرجع السابق، (2000)، ص200.

¹²¹ Shoeib,A: Problem of Preliminary consolidation of ancient wall paintings being damaged by soluble salts in the Inn-m-int's tomb in Saqqara, Acta Universitatis Nicolai Copernici, Torun (1998), P. 78.

تتنوع مصادر الأملاح المتبلورة في مواد بناء الهياكل الأثرية، فقد تكون من المياه الأرضية والزراعية والصرف الصحي مثل أملاح النترات، أو من التربة الموجودة أسفل المبنى التاريخي وبالخصوص القريبة من أساساته، وفي بعض الحالات قد تكون موجودة ضمن مواد البناء مثل كربونات الكالسيوم وكبريتات الكالسيوم، وأحيانا يكون مصدرها رذاذ البحر المحمل بأملاح كلوريدات الصوديوم وهو أحد المصادر الرئيسية للأملاح في منطقة بجاية بحكم أنها منطقة ساحلية. كما أن فضلات الإنسان والحيوان تعتبر كذلك مصدرا للأملاح نظرا لما تحتويه من كلوريدات ونترات¹²²، وقد تتواجد الأملاح أيضا نتيجة لتفاعلات الإفرازات الحمضية لبعض أنواع البكتيريا الموجودة على مواد البناء حيث تفرز هذه البكتيريا حمض الكبريتيك الذي يتفاعل مع مادة كربونات الكالسيوم ويحولها إلى كبريتات الكالسيوم "الجبس"¹²³.

تأثير غازات التلوث الجوي:

تشتمل ملوثات الهواء على مصدرين أحدهما طبيعي ناتج عن البراكين والعواصف وحرائق الغابات، والآخر صناعي ناتج عن النشاط البشري الصناعي. وتكمن خطورة هذه الغازات في تحولها إلى أحماض عند توافر الظروف المناسبة، وتقوم هذه الأحماض بمهاجمة مواد البناء الأثرية المختلفة الموجودة في المواقع الأثرية وتعمل على إتلافها بطريقتين، الأولى عن طريق الترسيب الرطب والتي تصل إلى سطح الحجر في صورة سائل نتيجة ذوبانها مع مياه الأمطار وتعرف بالأمطار والطريقة الثانية تعرف بالترسيب الجاف وتصل إلى سطح الحجر في صورة غاز، ثم يذوب نتيجة للماء الموجود في الحجر¹²⁴.

تؤدي هذه الأحماض إما إلى حدوث تحول وفقد لمكونات مادة البناء، أو إلى حدوث تغيرات لونية لأسطحها تكون في شكل طبقات سوداء تكثر على أسطح الحجارة غير المعرضة للغسل بفعل ماء الأمطار. وتتشارك الملوثات الجوية مع عوامل أخرى مثل

¹²² Cronyn.J: Op, Cit, (1990), P. 22.

¹²³ محمد عبد الهادي "د": تشخيص الأملاح داخل تمثال أبو الهول بالميكروسكوب الالكتروني الماسح، مجلة ندوة جامعة القاهرة؛ الرؤية العلمية للحفاظ على الآثار، 1990، ص. 98

¹²⁴ Price.C.A: Stone Conservation, in: Research in Conservation, J. Paul Getty Trus t, USA,(1996), P 6.

الرطوبة والحرارة والضوء وحركة الهواء في تلف المواد الأثرية، وتعتبر الفصول التي تعرف ظاهرة التكاثر أخطر وقت للتلف بواسطة الهواء الملوث¹²⁵.

تم استعمال الملاط الجيري مع حجر الشيست بالإضافة الى الحجر الكلسي في تشييد الموقع الأثري ملاكو، وهذه المواد يدخل في تركيبها كربونات الكالسيوم (CaCO₃) فهي عرضة للتلف بواسطة غازات التلوث الحمضية¹²⁶، ونذكر:

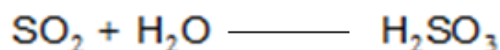
غاز ثاني أكسيد الكبريت (SO₂):

ينتج بشكل أساسي عن احتراق الفحم والوقود في المركبات والمصانع وكذلك عن احتراق الغابات واشتعال البراكين، كما ينتج أيضا من مصانع الكبريت والأسمدة والنحاس والرصاص والدباغة والكيماويات، وكذلك عن تحلل المواد العضوية الكبريتية وأكسديتها. ويعتبر غاز ثاني أكسيد الكبريت الناتج عن دخان المركبات وحركة المرور هو أهم مصدر لهذا الغاز في المدن¹²⁷.

يتكون غاز ثاني أكسيد الكبريت نتيجة تفاعل الكبريت مع الأوكسجين في الهواء كما في المعادلة التالية:



يعتبر غاز ثاني أكسيد الكبريت من أخطر غازات التلوث الجوي على الآثار وبالخصوص الحجارة. وتكمن خطورة هذا الغاز بالنسبة للآثار على الحجارة وذلك عند ذوبانه في الماء سواء في صورة رطوبة أو أمطار حيث ينتج عنه حمض الكبريتوز.



وعند اتحاد حمض الكبريتوز مع الأوكسجين ينتج عنه حمض الكبريتيك الضار بالآثار.

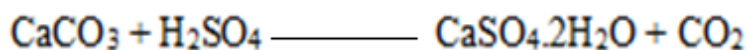


¹²⁵ . سلمان أحمد المحاري، حفظ المباني التاريخية، مبان من مدينة المحرق، 2017، ص129.

¹²⁶ Van Grieken.R & Others: Cultural Heritage & the Environment, Pure & Appl.Chem, V.70, No.12, Britain, 1998, PP 23 –27

¹²⁷ Navarro, C.R & Sebastian, E: Role of particulate matter from vehicle exhaust on porous building stones (limes tone) sulfation, The Science of the Total Environment 187, 1996, P. 89.

والذي بدوره يهاجم كربونات الكالسيوم الموجودة في الحجارة والملاط ليحولها إلى كبريتات الكالسيوم (الجبس)¹²⁸ وتعرف هذه العملية باسم الكبريتة والتي يتم فيها تفاعل غاز ثاني أكسيد الكبريت مع المواد الجيرية في وجود الرطوبة وعامل مؤكسد وعامل مساعد مثل Fe_2O_3 أو NO_2 ¹²⁹.



والنتائج النهائي لهذه العملية هو الجبس الذي يعتبر أكثر قابلية للذوبان في الماء من الكالسيوم، كما أن تكون الجبس على السطح يؤدي إلى تكوين طبقة سطحية سوداء نتيجة امتصاص الجبس لجزيئات الكربون الموجودة في الجو من عمليات الاحتراق¹³⁰. وتتميز هذه الطبقة بسهولة إزالتها بماء الأمطار والرياح وتكرار العملية تؤدي في النهاية إلى تآكل وضعف الأثر¹³¹. كما أن تكون الجبس يمثل زيادة في الحجم أكبر بحوالي خمسة أضعاف بالمقارنة بالكالسيوم¹³². مما يؤدي إلى حدوث ضغوط ميكانيكية داخلية في مسام مادة الأثر في حال تبلور الجبس تحت السطح.

غاز ثاني أكسيد الكربون (CO₂):

غاز عديم اللون وليس له رائحة أو طعم. يعتبر من المكونات الطبيعية للهواء الجوي، ولكن نتيجة للتقدم الصناعي ازدادت نسبته وأصبح من أهم غازات التلوث الجوي، وينتج عن احتراق الوقود على اختلاف أنواعه¹³³. وكذلك ينتج عن تحلل المواد العضوية وتحلل الحيوانات والنباتات بعد موتها.

يشكل غاز ثاني أكسيد الكربون خطراً على الآثار الكربوناتيّة (الحجارة الجيرية - الملاط الجيري) عندما يذوب في الهواء في مياه الأمطار حسب المعادلة الكيميائية أسفله، مكوناً حمض الكربونيك ذو التأثير الضعيف على الآثار.

¹²⁸ Ayse.G.K: Weathering on Monuments in Tourism Area, Turkey, www.icis.unimass.nl

¹²⁹ سلمان أحمد المحاري، المرجع السابق، 2017، ص130.

¹³⁰ Van Grieken.R & Others: OP, Cit, PP. 23-28.

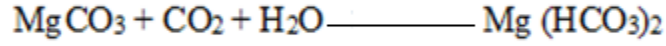
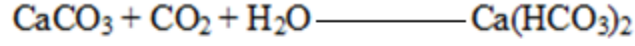
¹³¹ سلمان أحمد المحاري، المرجع السابق، 2017، ص130.

¹³² عاطف عبد اللطيف: المرجع السابق، ص131.

¹³³ عبدالظاهر عبد الستار "د": المرجع السابق، ص81



ولكن بالرغم من ضعفه إلا أنه يذيب كربونات الكالسيوم والماغنسيوم والرخام الدولوميتي والملاط الجيري، ويحولها إلى بيكربونات على النحو التالي:



Insoluble

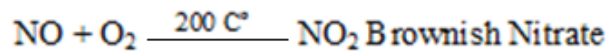
Soluble

وبيكربونات الكالسيوم تصبح قابلة للذوبان في الماء أكثر بمائة مرة من كربونات الكالسيوم، ويعتمد ذلك على درجة حرارة الماء وجزئياً على تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الهواء، وتزيد مسامية الكالسيت بسبب تبلور بيكربونات الكالسيوم القابلة للذوبان في الماء مما يضر بمادة الأثر¹³⁴.

مركبات النيتروجين:

تنتج مركبات النيتروجين بشكل أساسي نتيجة للتفاعلات البيولوجية للمركبات المحتوية على النيتروجين في التربة وكذلك نتيجة احتراق الوقود¹³⁵ حيث يتفاعل مع الأكسجين في الهواء ليكون أكاسيد النيتروجين المختلفة والتي من أهمها: أكسيد النيتروز N_2O وثنائي أكسيد النيتروجين NO_2 وأكسيد النيتريك NO .

عندما يتفاعل النيتروجين مع الأكسجين يؤدي إلى تكوين أكسيد النيتريك عديم اللون، والذي بدوره يتفاعل مع الأكسجين مرة أخرى عند درجة حرارة 200° ، ليكون ثاني أكسيد النيتروجين ذو لون بني، كما في المعادلتين التاليتين¹³⁶:

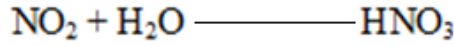


¹³⁴ . عبد الظاهر عبد الستار "د": المرجع السابق، ص 82

¹³⁵ Walters, B: Nitrification- the main source for nitrate deposition in building stones, in: "VI th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone", Torun, 1988, P. 24.

¹³⁶ Ayse. G. K. Weathering on Monuments in Tourisme Area, Turkey, www.icis.unimass.nl

وعندما يتفاعل NO_2 مع الماء يتكون حمض النيتريك:



وحمض النيتريك له دور متلف على المركبات الكربوناتيية (كربونات الكالسيوم) مثل الحجر الجيري وملاط الجيري، حيث يعمل هذا الحمض على تحويل كربونات الكالسيوم غير القابلة للذوبان في الماء إلى نترات الكالسيوم شديدة الذوبان للماء، مما يعرض سطح الأثر للاختزال نتيجة عمليات الغسل بفعل مياه الأمطار ومع الاستمرار ممكن أن يؤدي إلى فناء الأثر¹³⁷. كما أن أكاسيد النيتروجين تقوم بدور العامل المساعد في أكسدة ثاني أكسيد الكبريت وتحويله إلى حمض، كما ذكرناه سابقاً.

II. العوامل الداخلية :

لا يختلف تأثيرها على المعالم الأثرية عن العوامل الخارجية، بل في بعض الأحيان هي من تعمل على سرعة وتيرة التلف، حيث تسهل من عملية التلف للعوامل الخارجية المذكورة سابقاً في هذا الفصل. ترجع عوامل التلف الداخلية، الى نقطتين أساسيتين، وتتمثلان في:

II. 1. 1. مادة البناء:

يعتبر اختيار المادة الأولية في الفن المعماري، من بين المبادئ الأساسية، فهذه المواد لها علاقة وطيدة مع وظيفة المبنى، كما يجب أن تتماشى مع المحيط السائدة فيه. من المواد المستعملة في المعلم الأثري "المنشأة الصناعية الجنوبية" نجد:

II. 1. 1. 1. حجارة الشيست:

الحجارة المستعملة ذو مصدر ترسبات نهريية، الواقعة بجوار الموقع، "واد الصومام"، كما ذكرنا فيما سبق، حيث من الواضح أن في بناء قصر بترا تم اختار هذا النوع من

¹³⁷ سلمان أحمد المحاري، المرجع السابق ، 2017، ص131.

الحجارة في بناء الأسوار وكذلك ركائز أرضيات الأحواض "ما عدا الحوض ح9، تم تشييد ركيزة أرضيته بالتراب. من الأسباب الدافعة الى استعمال حجارة الشبيست نذكر:

- الوفرة، يسمح بذلك بإنشاء، مختلف الهياكل المعمارية.
 - سهولة استغلاله، وذلك بوجوده قرب الموقع
 - ذو حجم يساعد على البناء مع احترام المقاسات المرغوبة.
- من الجهة الأخرى، هذا النوع من الحجارة، يتميز بسطح أملس (قليل المسامية) بالإضافة إلى شكله شبه دائري، فقد لا يتماسك جيدا مع الملاط الجيري، وهذا العامل ساهم بقسط كبير في هدم معظم هياكل المعلم، حيث أنه سهل الانفصال عن الملاط، بفعل العوامل الفيزيائية المختلفة، والاهتزازات، وبذلك يفقد الهيكل تركيبته وصلابته، ويصبح بذلك لقمة سائغة أمام عوامل التلف الخارجية التي تحيط به.



الصورة رقم 113: سوابل افلات الحجر عن الملاط الجيري

II. 1. 2. الملاط الجيري:

يعتبر الملاط الجيري، تركيبية فيزيائية مزيج من مواد غالبا ما يكون غير متجانس، وهذا يعطي تركيبية فيزيائية غير صلبة، وذات مقاومة ضعيفة لعوامل التلف الخارجية. التركيب الحبيبي لملاط المعلم "المنشأة الصناعية الجنوبية" غير متجانسة، وهشة خاصة الملاط المستعمل في تشييد الأسوار وركائز أرضية الأحواض (لا يحتوي على أجزاء من كسر القرميد)، يتميز بذلك بمسامية عالية، الشيء الذي ساعد على الرفع من حدة ظاهرة الامتصاص الشعري، التي هي في الأصل مصدر تلف الأسوار. بالإضافة الى أن الملاط

الجيري يعتبر من المواد ذات فترة حياة محدودة. فهذه المادة تفقد خصوصياتها الأولية في فترة زمنية قصيرة، لذا عموما الملاط الجيري يوجد في المواقع الأثرية في حالة حفظ رديئة.

II. 1. 3. الحجارة الكلسية:

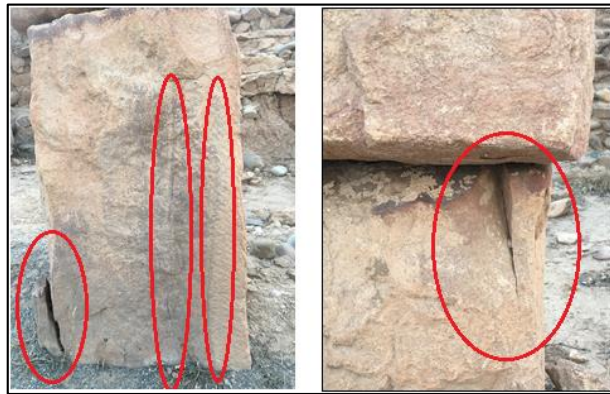
تتمثل في الخواص الفيزيوكيميائية المشكلة لطبيعة أنواع الحجارة، وذلك من خلال تفاعلها مع المسببات وفق آليات محددة وتختلف من حجارة إلى أخرى. وتجدر الإشارة إلى أن طبيعة الصخور الجيرية (الكلسية) في حد ذاتها تشكل إحدى عوامل التلف الداخلية حيث أنها في العادة ذات مسامية مرتفعة، كما أن التعرض لمختلف المتقلبات الجوية تساهم في تغيير التركيبة الكيميائية والبلورية كملاحظة عروق الكالسيوم وهي أحد أشكال (CaCO_3) والتي بدورها تتوسع مع مرور الزمن مشكلة شروخا عميقة وبذلك إنهيار الأبنية أو تلفها¹³⁸. تتشكل الحجارة الكلسية في الطبيعة، على شكل طبقات مختلفة السمك، وقد تتوضع هذه الطبقات فوق بعضها البعض في وضعية أفقية، أو مائلة أو عمودية، ذكرنا هذه النقطة، نظرا لأهميتها في دراسة عوامل التلف الداخلية، ونقصد هنا المتعلقة بمدى تحكم البناء في نوعية الحجارة المستغلة في البناء، من حيث تشكيلها، وكذلك طريقة وضعها في الهيكل المبني، احتراما وتقيدا بطريقة تشكيلها الجيولوجي الطبيعي. وعلى هذا الأساس نستطيع أن نقول إن الحجارة الكلسية المصقولة المستعملة في بناء المنشأة الصناعية الجنوبية، والذي تنحصر مواضع استعماله في الأماكن ذات الاحتكاك الكبير، وكذلك في رفع سقف المعلم. استعمل في ذلك الحجر على شكل متوازي المستطيلات، فبالنسبة للقطع المستعملة في السلام لا نلاحظ حالة تلف مصدرها الأساسي هو حالة الحجرة بحد ذاتها، بل جل الضرر الذي لحق بها ذو مصدر بشري، والذي يتمثل في أخذها، بعد تجزئتها. أما فيما يخص الحجارة المستعملة في رفع السقف فنلاحظ حالات عدة من التلف تتمثل في التقشر والتي تعود أساسا إلى التشكيلة الجيولوجية الحجارة وكذلك سوء استعمالها من طرف المشيد، وهذا بعدم التقيد بالنمط الطبقي الذي تشكلت به الحجارة جيولوجيا "قد يرجع ذلك إلى نقص

¹³⁸ بوعكاز عيساوي، طرق حفظ وصيانة مواد بناء الموقع الأثري جميلة "كوبول" "حالة الحجارة الكلسية"، ماجستير،

الخبرة". فمثل هذه الحالات يستوجب وضع الشق الفاصل بين طبقتي الحجر أثناء التشكيل بوضعية عمودية بالنسبة للثقل المطبق عليها في البناية، كما توضحه الوثائق المرفقة أسفله.



الصورة رقم 114: توضح فراغات أثناء التشكل للحجارة العلوية الثانية لـ Sb027



الصورة رقم 115: توضح تورق طولي للحجارة العلوية الثانية لـ Sb028



الصورة رقم 116: توضح فقدان الحجارة لأجزاء منها

خلاصة الفصل:

تظهر المنشأة الصناعية الجنوبية، على العموم في حالة حفظ رديئة، ينقصها الكثير من العناصر المعمارية، لكنها تحفظ على الهيئة المعمارية العامة فهي ذات تمثيلية كبيرة، فهو بذلك تحمل لنا المعلومات الكافية لفهم فلسفة بناءها وتقنية البناء التي شيد بها، وكذلك براعة مشيدها وكذلك مدى التحكم في البناء (يسهل دراسة تقنية البناء). من خلال هذه الدراسة، وبالمعينة الميدانية للموقع الأثري ملاكو فقد استطعنا تشخيص تسجيل معظم مظاهر التلف التي أصابت المعلم، وذلك من خلال تلك الانكسارات أو التصدعات والشقوق وكذلك تبلور الكالسيات من خلال العروق التي تكاد تغزو معظم الحجارة الكلسية المشكلة للأعمدة. قصد فهم آليات التلف فقد توصلنا في دراستنا التخليقية إلى أن عوامل واليات التلف تعود إلى عوامل داخلية أخرى خارجية:

العوامل الداخلية: ويعني ذلك ببساطة وجود عامل مهم من عوامل التدهور في المادة نفسها ويشكل جزءا لا يتجزأ من تركيبها، تتمثل أساسا في التركيبية الفلزية والخصائص الفيزيائية لمواد البناء المختلفة.

العوامل الخارجية: وتتمثل في الرطوبة والحرارة وثقل الأحمال والكوارث الطبيعية ونقصد الزلزال، إضافة الى العوامل البيولوجية والبشرية التي تعد من العوامل الأكثر خطرا وأشد تلفا للمنشأة الصناعية الجنوبية للموقع الأثري ملاكو.

توصلنا كذلك في هذا الفصل، الى فهم دور دراسة عوامل التلف، وأهم مظاهرها، في قيام مشروع الصيانة والترميم، ويعتبر بذلك هذا الفصل بمثابة تشخيص للمرض أو التلف، قصد وضع نظام للتدخل ناجع وموضوعي، قائم على حقائق علمية، ويهدف الى إيقاف مفعول العوامل المختلفة التي تعمل على تلف المباني الأثرية، استنادا الى النصوص والتقنيات المعمول بها عالميا. بإعتبار المعلم "المنشأة الصناعية الجنوبية للموقع الأثري ملاكو" من المعالم المهمة التي تزخر به بلادنا، لاسيما وأنه يعبر عن فترة تاريخية جد حساسة في شمال افريقيا عامة والجزائر بصفة خاصة. فان، التدخل الأدنى الفوري لإنقاذ المحتوى التاريخي والعلمي المحمول من طرف الهياكل المبنية للمعلم أصبح من الضروريات. في دراسة أثرية لموقع أثري، ولهدف الصيانة أو الترميم انه من الضروري تقييم أضرار التي لحقت المعالم التاريخية والأثرية حيث تلقي نظرة فاحصة على حالة المبنى التي يمتلك قيمة

ثقافية وتاريخية محددة، كما هو الحال في مشروع دراستنا للمنشأة الصناعية الجنوبية للموقع الأثري ملاكو، حيث نقوم بتقييم الضرر الكلي الذي يكون مدخلاً لتقييم أكثر تفصيلاً، خاصة وأن المعلم يحتوي على معلومات تبين أنه تضرر أو دُمّر بسبب النزاع أو الحرب¹³⁹، يمكن بذلك الحصول على معلومات كخريطة تقييم الأضرار.

تعتبر دراسة عوامل تلف الآثار، موضوع غاية في الأهمية بالنسبة لترميمها وصيانتها، وهذا لغاية التدخل الناجع والعمل بشكل كامل ونهائي للقضاء على هذه العوامل التي من شأنها تفقد الآثار بعض المعلومات التاريخية والفنية، والتي تساعدنا على فهم سلوك الإنسان، وكذلك فهم تفكيره كون ذلك هو الغاية من البحث الأثري. نتناول في موضوعنا عوامل تلف للآثار وقمنا بشرح كل عامل بشيء من التفصيل. كما ذكرنا أن دراسة حالة حفظ المباني الأثرية والتاريخية جانب جد مهم في مجال الصيانة والترميم، وهذا للتمكن من معرفة الحالة الأولية للمبنى، ومدى تأثيره بمختلف العوامل التي ساهمت في تدهوره، إضافة للكفاءات من المعطيات العلمية التي نستنتجها من ذلك، وتجنبنا الوقوع في بعض الأخطاء التي من شأنها أن نلحق الأضرار بأضرار وخيمة قد يصعب إدراكها وتصحيحها، نذكر بعض المعلومات التي نجدها مهمة:

- فهم عامل التلف ودرجة تأثيره على البناية: وهذا بفهم مدى تأثير عوامل التلف المختلفة طبيعية كانت أو بشرية وهي مجتمعة في آن واحد أو متتالية، أو بتأثير فردي.
- فهم مدى صلابة المبنى ومدى مقاومته لعوامل التلف: وهذا يساعدنا في فهم ذلك التناسب بين شدة تأثير عامل التلف وشدة مقاومة البناية.
- يساعد على استنتاج نوع التدخل اللازم القيام به: وهذا قد يكون تدخل مباشر أو غير مباشر، جزئي أو كلي، مؤقت أو دائم.

¹³⁹ Ammien Marcellin, OP, Cit.

الفصل الرابع:
التحاليل المخبرية

تمهيد

كانت مواد البناء في القديم تعتمد أساسا على خبرة البناء، وهذا حتى حدود نهاية القرن السابع عشر، حيث أصبحت تُجرى وتُبرمج تحاليل مخبرية وحسابات ميكانيكية على المواد المكوّنة للهيكل المعمارية لمعرفة مدى تحملها لمختلف القوى والأحمال المؤثرة عليها¹⁴⁰. هذا ما شكّل منعرجا هام في تقانة المواد وأصبحت هياكل البنايات تتحمل أكثر التأثيرات الناتجة من البيئة المحيطة بها.

إن تعرّض أي هيكل معماري للتلف، تظهر على واجهاته مؤشرات، منها التشققات و/أو تشوه أو تغير في اللون أو فقدان المواد المكونة لهياكله من مقاومتها ويمكن أن يمس حتى درجة تفتت حبيباته. إن المظهر الخارجي لهذه المواد المكونة للجدران لا يعكس بالضرورة خطورة التلف ومدى تأثيره على هياكل البنايات. من هذه الزاوية، تعد التحاليل المخبرية الوسيلة المثلى للكشف أو تقدير درجة التلف أو حتى ما يخص تقليد المواد. في هذا الصدد، فإن اللجوء إلى تعيين خصائص المادة هو السبيل الذي يسمح لنا بالكشف عن ذلك، بغية التعرف عن سلوكياته وإقتراح حلول ناجعة وفعالة من أجل الحد من التلف أو على الأقل إيقافه من دون المساس بالمادة الأصلية أو التسبب في حدوث أعراض ثانوية، كما تساعدنا في الاختيار الأمثل لمواد الترميم وإعادة التهيئة والتأهيل للمعالم التاريخية بصفة عامة.

في هذا الإطار، نقوم بتحليل مخبري لمجموعة من العينات للملاط الجيري الذي اعتمد مشيد قصر بترا عليه في تشكيل مختلف الهياكل المعمارية للمنشأة الصناعية الجنوبية، تم دراسة وتحليل عدد من عينات الملاط المأخوذة من مجموعة من عناصر معمارية مختلفة، أي أخذنا من كل هيكل معماري عينة، وقمنا بإجراء دراسة وذلك باستخدام حيود الأشعة السينية "DRX"، ودراسة بتروجرافية لغرض التعرف على مكوناتها، وتم انجاز التحاليل المخبرية على مستوى المركز الوطني للأبحاث النووية، «CRNA» وقد تم تمثيل

¹⁴⁰ بوخنوف أرزقي، تشخيص الطوب المشكل لهياكل قصري النزلة وتماسين (ولاية ورقلة)، رسالة الدكتوراه، معهد الآثار

(جامعة الجزائر 2)، ص 144، 2012.

نتائج تحاليل العينات بحسب موضعها في الهيكل المعماري انظر الجدول رقم 4. مع احترام المراحل الأساسية للقيام بهذه العملية.

IV. I. إختيار العينات :

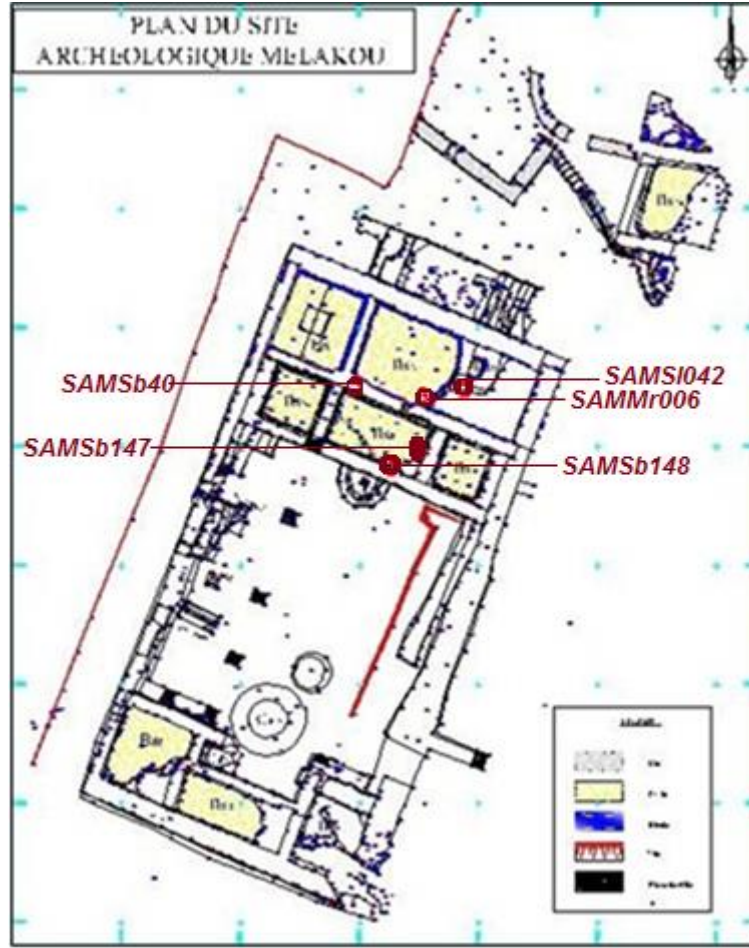
لقد سمحت لي العديد من المشاركات في أشغال التنقيب في الموقع الأثري ملاكو والزيارات المتكررة إليه في فهم والتعرف على المواد المكوّنة له وأهم الأسباب التي أدت إلى فقدان بعض هياكل بناياته إلى تماسكها أو فقدانها وذلك من خلال الفصلين الثاني والثالث. وللتعمق أكثر في ذلك، إرتأيت إختيار والقيام ببعض التحاليل المخبرية التي تسمح بالكشف أكثر عن بعض تفاصيل المواد المشكّلة لهياكل بناء الموقع، وفي هذا الإطار، آلت حتمية إختيار عينات التحليل وأثارت جدل في كيفية إختيارها. وبعد الكشف عن الأهداف المسطرة، وقع إختيار نوعين من العينات، منها ما هو مأخوذ من هياكل في حالة حفظ جيدة وأخرى سيئة الحفظ. إن الغرض من هذا الإختيار إما دراسة درجة التلف أو لإعادة تشكيل تركيبية الملاط بهدف إعادة بناء بعض هياكل البنايات وتدعيمها من أجل إستقرار أجزائها. إن متابعة هذه المرحلة -أخذ العينات- من طرف مسؤول الحفريات أو الأعضاء العاملين معه في فريق المشروع أمر ضروري للغاية كونهم يدركون تفاصيل الموقع وأيضا حاجتهم الماسة إلى النتائج المنتظرة من هذه العملية.

II.V. أخذ العينات:

يجب أن يرفق أخذ العينات مجموعة من المعلومات لكي نتفادى الحصول على معلومات لا يمكن إستغلالها، ومن بين المعلومات التي يجب أخذها لدينا¹⁴¹:

- تاريخ أخذ العينة
- موضع العينة الدقيق مع ارفاقها بمخطط
- مرحلة البناء ان كان ممكن مع ذكر تاريخها
- وضع وصف مختصر للعينة وكذلك للملاط
- اخذ صورة فوتوغرافية للعينة مع إدراج الرقم المرفق لكل صورة.

¹⁴¹ Coutelas. A, Pétroarchéologie du mortier de chaux gallo-romain. Essai de reconstitution et d'interprétation des chaînes opératoires : du matériau au métier antique, thèse de doctorat, Soutenue le 10 mars 2003, p17.



المخطط رقم 26: تحديد مواضع العينات على المخطط العام للمعلم

يمكن كذلك إضافة بطاقة فنية للعينات بنفس عنوان البطاقة الفنية لكي تساعد أكثر على إثراء التسجيل، في بعض الأحيان تكون البطاقة غير كاملة عند رفع العينات، فمراحل البناء تكون غير واضحة مثلا وعندما يكون الرفع أثناء الحفريات.

لا تقيد العينة بحجم معين المهم أنه يسمح لنا بإنجاز الشفرات الرقيقة، وهذه الأخيرة تكون أبعادها 3×4.5 سم ويستعمل منها فقط 2×3 سم كما يمكن أن نكتفي بأقل أن كانت المواد قصد الدراسة ذات حبيبات رقيقة لكن قد تفقد قليلا من التمثيلية لذا من الأحسن أخذ عينات ذات حجم نصف جمع اليد، لضمان الحصول على كمية كافية من المواد¹⁴². من أجل تحليل لاحق، كذلك وخاصة للحفاظ على الهيئة الظاهرية للملاط الذي يعتبر أكثر

¹⁴² Barbet et al. La mise en valeur des peintures murales romaines : relevés, analyses, techniques audiovisuelles et publications, CNRS/ENS 1990, p47.

تمثيلية من الشفرة الرقيقة بحد ذاتها، كذلك يجدر الذكر أن الملاط الموجود في المواقع الأثرية غالبا ما يكون في حالة حفظ رديئة الشيء الذي يصعب أكثر أخذ العينات.

تتبع عملية أخذ العينات من الموقع الأثري مباشرة عملية النقل والتي بدورها تلتزمنا بعض المعايير الأساسية المهمة يجب احترامها، خاصة عندما يتعلق الأمر بالعينات الهشة أو الحاملة لرسومات ملونة فيجب استعمال علب صلبة كما تجهز العينات بركائز داخل العلب لمنع اصطدامها بجدران العلب وتقادي تفتتها.

يتم نقل العينات من الموقع إلى المخبر أين يتم إستقبالها كأول خطوة عمل، تنزع العينات من العلب وتوضع على الرفوف قصد التجفيف وذلك لوضع ساعات وفي درجة حرارة حوالي 20°م. نقوم بمشاهدة أولية بالعين المجردة لكي نتعرف على الجزء الذي يسمح لنا بإجراء القطع والحصول على شفرة رقيقة، يجب أخذ جميع الإحتياطات لتحديد خصوصياتها قبل وضعها في آلة تقطيع الصخور حيث يمكن للملاط أن فقد بعض من خصوصياته الفيزيائية وقد لا يساعدنا بالقيام بالتحليل الحبيبي أو إنحراف شعاع X.

في هذه المرحلة من الدراسة نقوم بأخذ مجموعة من عينات الملاط من عدة عناصر معمارية من المنشأة الصناعية الجنوبية للموقع الأثري ملاكو، حيث من كل عنصر معماري أخذنا عينة، كما ذكرنا سالفًا، قمنا بترميز العينات كما هو موضح الجدول التالي:

الجدول رقم 6: يلخص عدد العينات وموضعها وترميزها.

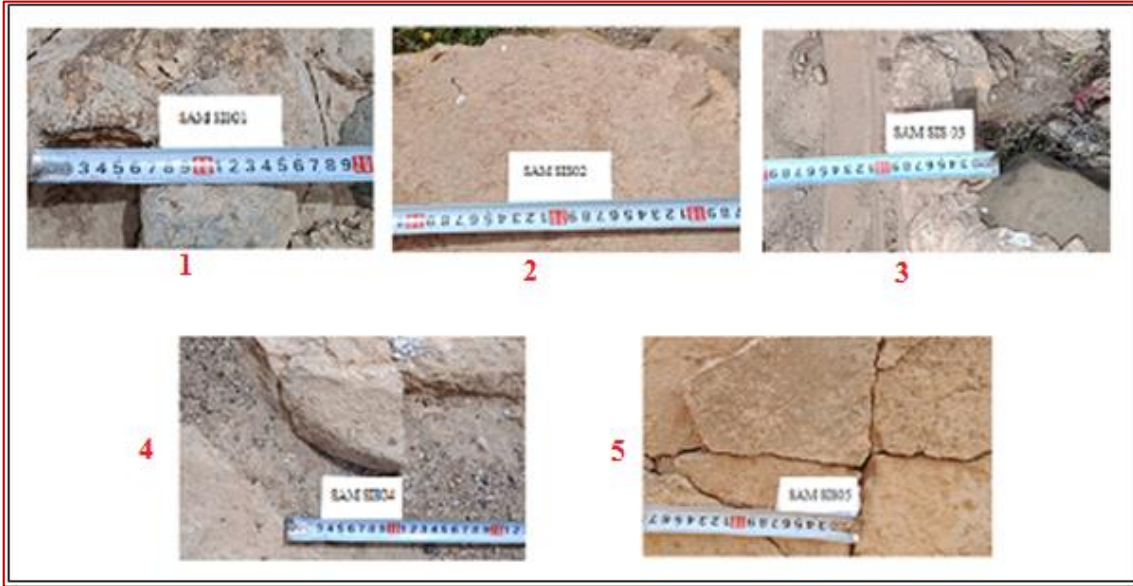
الرمز	موضعها بالنسبة للمعلم	العينة
SAMSb40	الطبقة العلوية Sb040 من ركيزة أرضية الحوض ح3	01
SAMSI042	أرضية الحوض ح2	02
SAMMr006	ارتفاع السور Mr006	03
SAMSb147	أزار الحائط للحوض ح5 من الجهة الشرقية	04
SAMSb148	طبقة التلبيس للسور Mr005 من الجهة الشمالية على مستوى ح5	05

تتمثل هذه العملية من أخذ عينات بطريقة انتقائية، ولهذا الغرض، يتم أخذ عينة لكل هيكل معماري أنظر المخطط أعلاه، يتم وضع بطاقة مرقمة، والتصوير قبل

استخلاصها. يتم تقديم الملاط الخام من الصور المأخوذة على العينات في الموقع، قبل تحضير الرقائق (نفس ظروف التصوير، بدون وميض) انظر اللوحة أسفله. يجدر الذكر أنه يجب إرفاق العينات بالكثير من المعلومات، من أجل تجنب الحصول على مجموعة من البيانات غير قابلة للاستخدام لاحقاً¹⁴³.

نذكر بعض المعلومات التي يجب أن ترفق العينة:

- تاريخ العينة بالإضافة الى وصف موجز للعينة (طبقتها التصويرية و / أو أشكالها المميزة) والملاط (مثال: ملاط ناعم ذو رمل سيليسي، مصفوفة ذات لون رمادي).
- وظيفة دقيقة (على سبيل المثال: ملاط البناء، التليس، الأرضية).
- الموقع الدقيق للعينة (على سبيل المثال: الجدار X، الوجه الشمالي، بين الطبقة الثالثة والرابعة فوق الأساس). يجب أن يتم تسجيله على مخطط، كما ترفق برقم الصورة.
- مرحلة البناء إذا كانت معروفة، التاريخ المنسوب.



اللوحة رقم 19: صور فوتوغرافية العينات قبل أخذها من الموقع

الجدول رقم 7: ملخص المعلومات التي ترفق العينات

SAMSIS5	SAMSIS4	SAMSIS3	SAMSIS2	SAMSIS1
---------	---------	---------	---------	---------

¹⁴³ Arnaud Coutelas, Péroarchéologie du mortier de chaux gallo-romain. Essai de reconstitution et d'interprétation des chaînes opératoires : du matériau au métier antique, 2003, pp18-19.

تاريخ أخذ العينة	حفرة صيف جويلية 2017	حفرة صيف جويلية 2017	حفرة صيف جويلية 2017	حفرة صيف جويلية 2017	حفرة صيف جويلية 2017
الوظيفة	الطبقة العلوية من Sb040 ركيزة أرضية الحوض ح3	أرضية الحوض ح2	ارتفاع السور Mr006	ازار الحائط للحوض ح5 من الجهة الشرقية	طبقة التلبيس للسور Mr005 من الجهة الشمالية على مستوى ح5
الموقع	من الجزء الوسطي للطبقة	عند الزاوية الجنوبية الشرقية	عند زاوية التقاء السورين Mr006 Mr010	الوجه الغربي للسور Mr011	الوجه الشمالي على الحافة العلوية
مرحلة البناء	القرن الرابع ميلادي	القرن الرابع ميلادي	القرن الرابع ميلادي	القرن الرابع ميلادي	القرن الرابع ميلادي
عدد الشفرات المصنوعة	1	1	1	1	1
الوصف	مزيج من الجير والرمل، حبيبات مختلفة	مزيج من الجير والرمل، حبيبات مختلفة	مزيج من الجير والرمل، حبيبات مختلفة	مزيج من الجير والرمل، حبيبات مختلفة	مزيج من الجير والرمل، حبيبات مختلفة

III. التحليل بالعين المجردة :

يعتبر التحليل بالعين المجردة للملاط الجيري في دراسة الملاط الذي يدخل في تركيب البناية، سواء كان في بناء الأسوار أو التلبيس أو غمر الفراغات ذات أهمية كبيرة¹⁴⁴. حيث من شأنه أن يفدنا بـ:

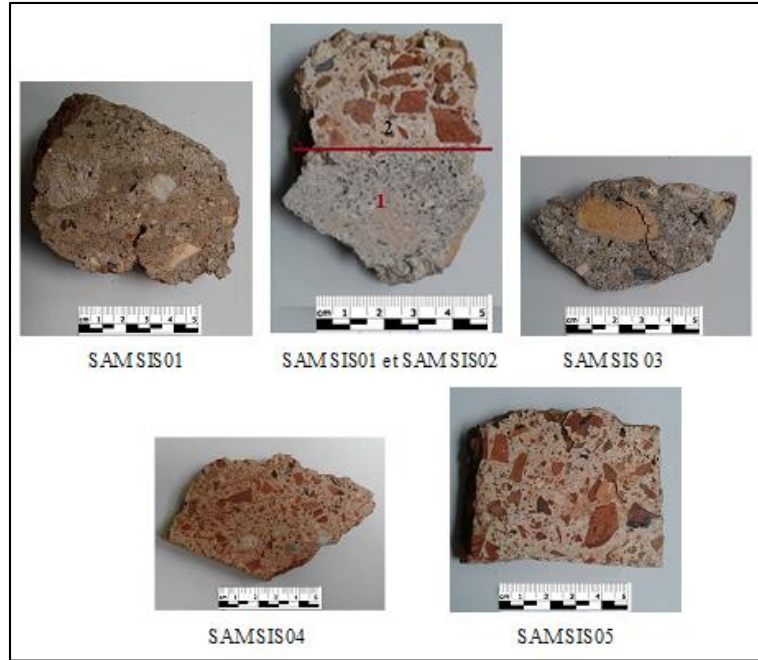
- التمكن من معرفة التقنيات المحلية القديمة في إنتاج الملاط الجيري.
- اقتراح مواد ترميم والتي تتوافق مع المواد الأصلية المستعملة في البناء.
- اقتراح تدخلات الصيانة تتماشى مع الخصائص الفيزيائية للبناية المعنية.

تمت مقارنة عينات الملاط أولاً على أساس المعايير المذكورة سابقاً المطبقة على الملاط في المواقع الأثرية¹⁴⁵. تسمح هذه المعاينة بإنشاء تصنيف أولي (انظر الجدول في الصفحة

¹⁴⁴ Martinet. G et Quenee. B, méthodologie d'étude des mortiers anciens en vue de leur consolidation, acte de la journée technique internationale, Paris 1999, p1.

التالية) بناءً على ملاحظة العينات بالعين المجردة، دون أدنى تدخل (نتائج وضع المقاطع التي تسهل معرفة التركيبات المختلفة للملاط).

تعتمد الدراسة التصنيفية للملاط على توزيع العينات الى عدة مجموعات مختلفة بعد دراسة خصائصها المميزة. وهي تقوم على مرحلتين، الأولى تتوافق مع التصنيف الوصفي، أما المرحلة الثانية من تصنيف فيعتمد على دراسة أساليب أو الطرق التي يعتمد عليها في انتاج الملاط "الوصفات"، وهي ضرورية بمجرد اقترابنا من دراسة التراث الفني لممثلي المهنة القديمة في انتاج الملاط الجيري¹⁴⁶.



اللوحة رقم 20: تبين مختلف عينات الملاط الجيري الخامة

قبل انتاج الشفرات الرقيقة

مكنتنا المقارنة بين عينات الملاط الجيري، المأخوذ من الموقع، وبناءً على تكوينها

وملمسها من تحديد مجموعتين:

¹⁴⁵ Palazzo-Bertholon. B, «Etude et conservation des mortiers et des enduits : de l'analyse à la constitution d'une banque de données ». Le dépôt archéologique, conservation et gestion pour un projet scientifique et culturel, Assises nationales de la conservation archéologique, Bourges 26, 27, 28 novembre 1998, Les Actes, Bourges, 2000, p. 223-230.

¹⁴⁶ Arnaud Coutelas, Op.Cit , p15.

III. 1. العينات SAMSIS3 و SAMSIS4 و SAMSIS5 :

تنتمي هذه العينات الى المجموعة الأولى، تتميز بوزنها الخفيف، ولونها الوردي، موضح باحتوائها جزء كبير من مسحوق كسر القرميد، النظام الحبيبي يتميز بتفاوت أحجام الحبيبات، تتراوح بين مسحوق ناعم حجمه -2 مم وجزئيات نوعا ما خشنة حجمها -6 مم، تتميز الحبيبات بالشكل الزاوي، من المحتمل أن تكون ناتجة عن الطحن أو الهرس، كما تحتوي كذلك على حبيبات من الرمل، مما يميزها عن العينات الأخرى. الجدول رقم 8.

III. 2. العينتان SAMSIS1 و SAMSIS3:

تنتمي هذه العينات الى المجموعة الثانية، وزنها أكبر من عينات المجموعة الأولى، ذات لون رمادي راجع وجود الرمل، ذات حبيبات متفاوتة الأحجام وشكلها شبه دائرية، ما يفسر خضوع حبيبات الرمال للنقل الهيدروليكي (رمل الوادي).

الجدول رقم 8: نتائج وصف العينات بالعين المجردة

SAMSIS5	SAMSIS4	SAMSIS3	SAMSIS2	SAMSIS1	
1	1	2	1	2	الصف
وردي	وردي	رمادي	وردي	رمادي	اللون
ملاط جبيري	ملاط جبيري	ملاط جبيري	ملاط جبيري	ملاط جبيري	التعيين
غير متجانس	غير متجانس	غير متجانس	غير متجانس	غير متجانس	التوزيع الحبيبي
متماسكة	متماسكة	ضعيفة التماسك	متماسكة	ضعيفة التماسك	حالة الحفظ
2- ملم / -6ملم	2- ملم / -6ملم	2-ملم	2- ملم / -6ملم	2- ملم	حجم الحبيبات
؟	؟	حبات سوداء	؟	حبات سوداء	ظهور الرمل
يوجد	يوجد	لا يوجد	يوجد	لا يوجد	وجود كسر القرميد
قليل المسامية	قليل المسامية	مهوي	قليل المسامية	مهوي	المسامية
؟	؟	؟	؟	؟	المادة العضوية

VI. التحليل المجهري :

يتم أولاً، انتاج الرقائق التي تساعدنا على الدراسة المجهرية. يساهم التحليل المجهري في معرفة تركيبية الملاط وكذلك فهم خصائص المواد المستعملة نفهم سلوك صانعيها وتكون بذلك شاهدة على تحكمه بالتقنية والمواد المستعملة في صنع الملاط الجيري القديم. وذلك باستخدام حيود الأشعة السينية DRX، والدراسة البتروجرافية لعينات¹⁴⁷. كما أن الدراسة المجهرية مكتملة للدراسة بالعين المجردة التي قمنا بها سابقاً، تسمح لنا بتأكيد الملاحظات السابقة وبالأخص علاقة الحبيبات مع الشحنة ككل وطبيعتها¹⁴⁸.

VI. 1. تحضير الرقائق¹⁴⁹:

تمت هذه المرحلة من الدراسة في مخبر "litholamellage" على مستوى المركز الوطني للبحث النووي، كما يظهر في الصورة رقم 117، يتطلب تحضير الرقائق على مواد البناء، (الملاط الجيري) متابعة عدة خطوات، منها:

التشريب:

عندما تكون عينة التحليل هشة (عدم تماسك الجيد لمادتها أو بسبب تفتتها)، يتطلب في هذه الحالة تشريبها لرفع من صلابتها وتصبح غير قابلة للتفتت. يتم استخدام عدة طرق حسب الحاجة والوسائل المتاحة.

طريقة التشريب في الفراغ:

توضع العينة في وحدة التشريب بالفراغ بشكل عام على دعائم صغيرة حتى يتمكن المنتج من تغطيتها بالكامل) ويضاف الراتنج ببطء من خلال الأمبولة المرتبة لهذا الغرض حتى تتم تغطية العينة بالكامل، يتم تشكيل الفراغ حينها. هذا يسمح للعينة من ناحية

¹⁴⁷ Arnaud Coutelas, Op.Cit, p13.

¹⁴⁸ Bénédicte Palazzo-Bertholon ,rapport d'étude des mortiers de l'église de san parteo,mariana (haute-corse), Programme de coopération transfrontalière Italie - France Maritime 2007-2013 Toscane – Ligurie – Sardaigne – Corse, 2013, p 9.

¹⁴⁹ M. Dobrijevic, et autres, Fabrication d'une lame mince météoritique, Pessac, France, 2020.

أن تتخلص من الغازات ومن ناحية أخرى أن تصبح مشربة بالراتنج. يمكن تكرار العملية على الجانب الآخر من العينة بحيث يتم تشريب قلب الصخر جيدًا.

التشريب تحت الضغط:

تتمثل هذه الطريقة في وضع عينة جافة جدًا على شكل قطعة سكر داخل حاوية وخلق فراغ بداخلها. تتيح هذه الطريقة إمكانية تشريب العينات الغير المسامية أو التي يصعب تشريبها إلى القلب، ثم يتم غمر العينة تمامًا في مادة الراتنج التي يتم الضغط عليها بمقدار 100 بار باستخدام زجاجة نيتروجين لفترة ليل كامل.

التشريب أسيتون + رودوباز:

يتم وضع السكريات المعالجة في فرن مهوى عند 80 م° لمدة 45 دقيقة قبل وضعها تجفف يتمثل دور الأسيتون في تسهيل الرودوباز من أجل جعله يخترق العينة والرودوباز عند التصلب بعد الطهي. يتم الإختراق عن طريق المستحلب. عند إكمال المستحلب، تُعاد العينات إلى الفرن لمدة ساعة و30 دقيقة حتى يتبخر الأسيتون ويتصلب رودوباز.

التقطيع: تحقيق قطاعات رقيقة من مواد البناء:

وتعتبر كخطوة أولى في صنع شفرة رقيقة. تتم هذه العملية باستخدام منشار دائري مسنن من الماس تحت تيار مستمر من الماء. صلابة المنشار تجعل من الممكن قطع عينة من المواد الصلبة أو الرخوة من أجل إستخراج قطع ذات شكل متوازي المستطيلات، أبعاده تقارب 10x30x45.



الصورة رقم 117: تبيين عملية تقطيع العينات.

تسوية سطح القطع:

يتم لف القطع المتحصل عليها من التقطيع، يدويًا أو ميكانيكيًا على صاج من الحديد الزهر (تسطيح التحكم به) مزود بحركة دائرية. يتم تجهيزه بحبيبات صلبة لجعل المستوى حشن، ذات الأحجام المتناقصة للحبيبات التي تتراوح من 30 إلى 10 μm بالتناوب عليها من أجل الحصول على سطح مستوٍ تمامًا. يمكن تكرار هذه العملية على لوح زجاجي باستخدام ألواح الصنفرة الدقيقة اللازمة لتحقيق الغرض والمتمثل في شفرات رقيقة مصقولة.

تلصق الشرائح:

يتم وضع القطع المستطيلة الشكل على طبق ساخن للتجفيف وإزالة الغازات. بعد ساعة إلى ساعتين، ثم نقوم بلصق دعامة الزجاج على القطع بغراء إيبوكسي. يتم تنفيذ العملية يدويًا أو تلقائيًا في مكبس لصق. يتم إجراء هذه العملية تحت غطاء الشفاط لتجنب استنشاق الغازات بسبب بلمرة المادة اللاصقة. تستغرق بلمرة الغراء حوالي ساعة عندما تكون ساخنة، ومع ذلك، من الممكن أيضًا لصق عينات باردة مع العلم أنه في هذه الحالة، ستستغرق بلمرة الغراء من 12 إلى 24 ساعة.

ضبط سمك الشفرة الرقيقة:

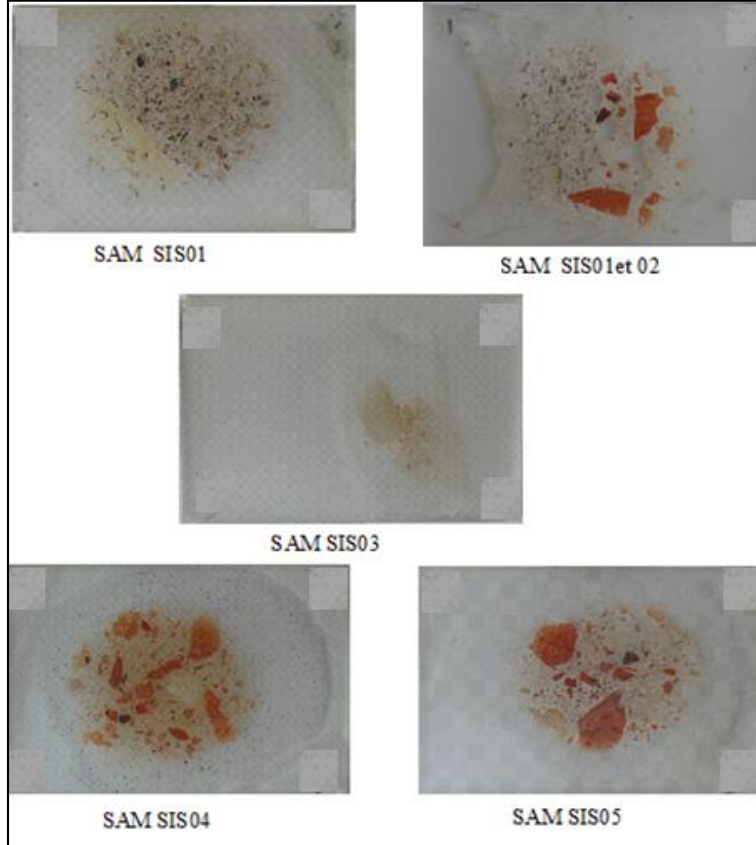
الهدف من هذه الخطوة هو إنجاز المقطع الرقيق إلى 30 μm . يتم تنفيذه بواسطة مختص باستخدام الأجهزة المختلفة المستخدمة في المعامل (آلات اللف الأوتوماتيكية) أو يدويًا متبوعًا بالتحكم في السمك باستخدام مجهر المستقطب. من هذه اللحظة يمكننا التحدث عن الشفرة الرفيعة للمواد المراد دراستها.

تنظيف الشفرات الرقيقة:

يتم بتنظيف الشفرة قبل تغطيتها بفرشاة ناعمة أو في خزان بالموجات فوق الصوتية لإزالة الحبيبات الزجاجية المتبقية. وبالمثل، يتم إزالة الشحوم والزيوت باستخدام الإيثانول أو البنزين المشوه (البنزين H) من دعامة الزجاج المطحونة سابقًا بحيث لا ترزع هذه الشوائب مرحلة التلصيق التي ستبعتها.

تغطية الشفرة الرفيعة:

يجب أن تكون الشفرة الرفيعة، لتتم دراستها بشكل صحيح، مغطاة بغطاء زجاجي يُعرف باسم "ساترة". يتم تنفيذ هذه العملية باستخدام بلمر كندا. سيتم بعد ذلك تنظيفه بالزيتون أو الكحول قبل الرجوع إليها واستخدامها في البحث أو الدراسة.



اللوحة رقم 21: تبين شفرات الرقيقة.

VI. 2. اختيار التحاليل:

يجب أن تكون الطريقة التحليلية قادرة على دراسة المواد على مستويات مختلفة من الدقة والوضوح، كما يجب أن تكون قادرة على مضاعفة المعلومات دون الحاجة إلى مضاعفة التقنيات والتحليلات كما هو حال المادة الأثرية، التي أحياناً تكون ذات قيمة نسبياً (دعامة اللباسه مطلي)، المادة تكون إلى حد ما ناقصة من حيث التمثيلية كما يجب أن تكون التقنيات غير متلفة قدر الإمكان. يبرز علم الآثار نوع من الصعوبة في اختيار التحاليل، كون هذا التخصص يتطلب محللين متخصصين وأكفاء يكونون قادرين على مزج

بين علوم المادة والعلوم الإنسانية كون المادة التي قيد التحليل تحمل ثقافة إنسانية، فتوجيه التساؤلات مهم جدا وتنسيق النتائج إلى درجة أنه يمكن دائماً توجيهها بشكل مفيد¹⁵⁰.

تتطلب تحاليل المادة الأثرية حرفيين ذو خبرة كبيرة في مجال علوم الأرض، باعتبار الملاط كحجر أعيد تشكيله فهو بمثابة الحجر الرملي ذو الإسمنت الكربوناتي، بذلك نستعمل طرق تحاليل مشابهة في الجيولوجيا وهي بتروغرافيا الصخور الرسوبية.

تكمن مزايا هذه الطريقة في اعتمادها على أسلوب "الملاحظة" فهي بذلك تقدم أكبر عدد من المعايير والمعلومات التي يمكن الوصول إليها مباشرة والتي تخضع للنقد من قبل المحلل. تعد تعددية طرق التحليل "البصري" أحد الأصول الرئيسية التي تجعل من الممكن الاقتراب من المواد على جميع المستويات. تتضمن هذه الطرق الملاحظة بالعين المجردة على العينات الخام، وملاحظة الرقائق تحت المجهر الضوئي وبالمجهر الإلكتروني الماسح (MEB) لشفرات الرقيقة أو الأجزاء الخامة الصغيرة ("fractographie").

بالإضافة إلى تحديد عناصر الركام، فإن هذه الملاحظات تجعل من الممكن مراقبة النسيج والبنية الداخلية للملاط بالإضافة إلى طبقاتها عندما يتعلق الأمر بطبقة التلبيس. يتم أيضاً فهم عناصر الركام بشكل أفضل، لأن "الهيئة الموجودة عليها" ثرية بمعطيات أكثر أهمية من إبراز وجودها. هذا هو الحال بالنسبة للطين، ولكن أيضاً تحديد الأجزاء ناقصة الطهي للحجر الجيري وكذلك بعض القطع للملاط الموجود من إعادة الاستخدام.

VI.3. تقنيات التحليل:

VI.3.1. التحليل باستعمال المجهر الضوئي للإرسال (MOT):

تسمح لنا ملاحظة الرقائق في المجهر الضوئي للإرسال بتحديد مجموعات الركام والفراغات ونسبتها وتوزيعها، يتميز الفحص المجهر الضوئي بكثرة المعلومات التي يمكن الحصول عليها في وقت واحد، وبكمية البيانات التي يصعب الوصول إليها بوسائل أخرى. سنقدم هذه البيانات المحددة في خطوة أخرى، بعد أن نقوم بشرح طريقة جمع المعلومات عن طريق الملاحظة بالمجهر الضوئي للإرسال. نصل في النهاية إلى معرفة مجموعة من الخصائص الفيزيائية التي تساعدنا في وضع تنميط للملاط.

¹⁵⁰ Coutelas. A, Op. Cit, 2003, p20.

تحديد خصائص الملاط:

يتم تحديد خصائص الملاط من المقارنة بين العينات، وذلك قبل إنشاء التصنيف. يتم تحليل جميع العينات على نفس الأسس. أهم المعايير التي سيتم تضمينها بشكل عام معدة لكل موقع أثرى، تعتبر هذه القائمة بيانات رئيسية التي من شأنها توفر لنا أسس التصنيف النمطي.

لون المصفوفة بالعين المجردة:

لا يرتبط لون الملاط باستخدام ركام ملون، بل له علاقة بخاصية مميزة المادة الرابطة¹⁵¹. اللون الذي يمتاز به الملاط الجيري هو عبارة عن خاصية أساسية، معيار "تصنيف جيني" ذو أهمية قصوى لسبب بسيط: غالباً ما يرتبط التلوين ارتباطاً مباشراً بالتفاعلات الفيزيائية والكيميائية التي تحدث (بمرور الوقت) بين الركام والجير. ليست كل الركام متفاعلة بشكل متساوٍ مع الجير، ويعتمد هذا التفاعل أيضاً على سطح التلامس الكلي مع المادة الرابطة. لهذا السبب فإن الطين من بين العناصر الأكثر تلويناً للملاط. نذكر مثلاً الملاط الذي يحتوي على جزيئات البلاط وغبار القرميد الناتج من طحن هذا الأخير ذات لون وردي نجد الملاط لونه وردي فاتح، في حين إذا أنتجنا ملاط بواسطة جزيئات كبيرة من البلاط نتحصل على مصفوفة بيضاء.

نسبة الجير / الحصى:

يتم تحديد نسبة الحصى بعد ملاحظة الشفرة الرقيقة ويُشار دائماً إلى المحتوى الكلي (على شكل نسب مئوية)، في بعض الأحيان تحديد نسبة جير/حصى بالملاحظة فقط على الشفرة الرقيق يكون صعب، لذا نستعين في هذه الحالة بعدة طرق نذكر، طريقة تحليلية بمعالجة الصور بعد رسم الخريطة الأولية بواسطة المجهر الإلكتروني الماسح، وتعتبر تقنية فعالة جداً. كذلك هناك طريقة أكثر سرعة وهي المقارنة مع شفرات رقيقة مرجعية ذات نسب معروفة وكذلك مسامية عالية بحيث يكون عدد الشفرات محدد. إلا أن مراجع النسبة جير /

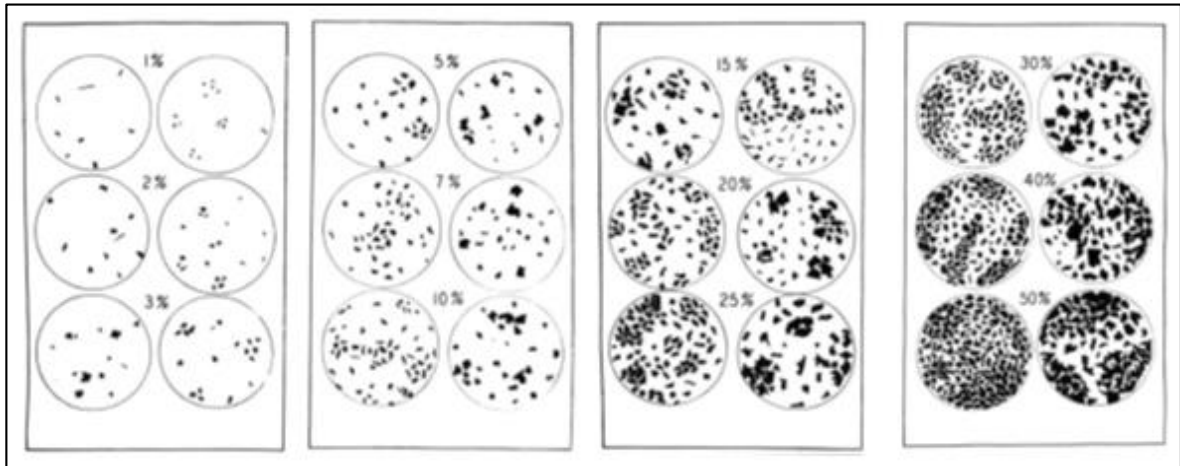
¹⁵¹ Coutelas. A, Op.Cit, 2003. P 24

حصى عديدة جداً، مع أمثلة لنسب 1:1 أو 2:1 أو حتى 3:1 (حجم واحد من الجير لحجم 1 أو 2 أو 3 أحجام من الرمل).

نسبة المسامية الكلية (إذا كان من الممكن قياسها):

تحدد دراسة الملاط الجيري، وجود مخاليط حيث تتجاوز نسبة الحصى 50%. وهذا بالملاحظة على سطح الشفرة الرقيقة. إذا كان من الممكن تقسيم الحصى إلى عدة عائلات، ينتج المحتوى الإجمالي من جمع التركيبات المختلفة. إذا تمكنا من تحديد تركيب واحد من الحبيبات، فيمكن القيام بتقسيم على حساب الحجم الحبيبي.

نسجل نفس المشكلة بالنسبة للمسامية، فهي نادراً ما تظهر علي شكل مجموعة من الفراغات الصغيرة المتناثرة، بل كجملة متشعبة ومتعددة على شكل مقعر أو دائري، أو شقوق أو كسور حقيقية. تمتلئ هذه الفراغات في حين العناصر اللينة تغادر هذا ما يسمى المسامية الكبيرة، التي يمكن تحديد مقاساتها الدنيا ببضع عشرات ميكرومتر، هي الوحيدة التي تؤخذ بعين الاعتبار أثناء الملاحظة.

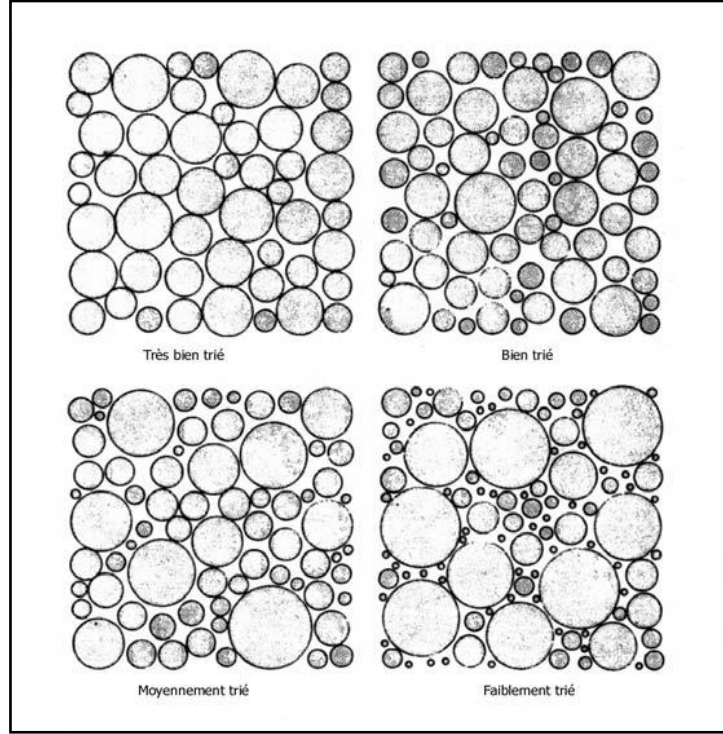


المخطط رقم 27: يمثل توزيع الحبيبات على شفرة رقيقة¹⁵².

¹⁵² Coutelas. A, 2003, p26.

حجم المسافات بين الحبيبات لكل عائلة الحصى والفرز:

لا يمكن الحصول من خلال ملاحظة الرقائق إلى معلومات دقيقة إلا بعد تحليل حجم الحبيبات باستعمال سلسلة غرابيل بعد تفكك المادة. لذلك تم استبعاد معطيات تصنيف الرمل "الإحصائية"، التي تم الحصول عليها من خلال تحليل منحنيات حجم الحبوب. تهتم دراسة الحبيبات وتوزيعها في الملاط في نقطتين دقيقتين ومميزتين، وهما حدود الفاصل بين أصغر وأكبر قطر للحبيبات) وكذلك التعبير عن الحبيبات التي تمثل الأغلبية، تترجم بشكل عام في النص على أن " العديد من الحبيبات التي يتراوح قطرها بين ... و ...". تكون بذلك هذه المعلومات كافية لتحديد حجم الحبيبات الملاط كما يمكن القيام بهذا العمل على جميع عائلات الركام¹⁵³.















المخطط رقم 28: توضيح لفئات الفرز المختلفة للحصى في الرقائق¹⁵⁴.

¹⁵³ Bestmann et al. Evolution of a calcite marble shear zone complex on Thassos Island, Greece: microstructural and textural fabrics and their kinematic significance, 2000, pp1789-1807.

¹⁵⁴ Coutelas. A, Op.Cit, p25.

شكل الحبيبات:

هي ذات أهمية كبيرة، تساعدنا على إكتشاف أصل الحصى (بالمقارنة مع التكوينات الجيولوجية المحلية) وللنظر في إمكانية سحق التكوين المستغل. نعتد على مجال علوم الأرض في تصنيف الحبيبات، كونه لديه تصنيف مفصل بشكل خاص لشكل وزوايا الحبيبات. نادراً ما استغلناه بالكامل. الفئات المستخدمة هي " دائرية " و " شبه دائرية " و " لديها زوايا " و " شبه زوايا " للحبيبات الكروية أو غير الكروية. كما هو موضح في الشكل أدناه¹⁵⁵.

5. Well-rounded	4. Rounded	3. Subrounded	2. Subangular	1. Angular	0. Very angular	
						LOW SPHERICITY
						HIGH SPHERICITY

المخطط رقم 29: تخطيط لتصنيف شكل الحبيبات¹⁵⁶

VI. 3. 2. الإسهامات النوعية للملاحظة بالمجهر الضوئي المرسل:

أهم معايير تحديد أصل الحصى:

إذا كان من السهل نسبياً تحديد طبيعة الحصى، فإن تحديد أصله يكون أكثر صعوبة. نقوم في البداية بتحديد عائلات الحصى، والتي يوجد مصدرها في البيئة الطبيعية، والتي تشهد على إعادة الاستعمال بعض المواد. يبدي الرمل المأخوذ من البيئة الجيولوجية نفس الخصائص كتلك الخاصة بالتكوين الجيولوجي المفسر على أنه المصدر، نعتد على طريقة المقارنة حيث بالملاحظة نقوم بمعالجة خاصة للمادة الخام، بالغسل والهرس والغريلة.

¹⁵⁵ Kurz et al. Microstructural and textural development of calcite marbles during polyphase deformation of Penninic units within the Tauern Window (Eastern Alps). 2000, pp 327-342.

¹⁵⁶ Coutelas. A, Op.Cit, p24.

يعتبر الاعتماد على "رمال المحجر" أو "رمال النهر" أمرًا أساسيًا لمقارنة الممارسات كما تدل عليه النصوص القديمة، فالتمييز ليس دائم أمر سهل. يعد وجود أصداف الرخويات الحديثة عنصرًا جيدًا، يسمح لنا بالقول أن الرمل المستعمل مصدره هو الترسبات النهرية، بينما وجود طين حول الحبيبات أو متناثرة في المادة الرابطة دليل على تكوين رملي في محجر. توجد معايير أخرى، لكن مقارنة خصائص الركام مع خصائص التكوينات الجيولوجية المحلية تظل أفضل طريقة.

يعد الكالسيت المعدن الأكثر وفرة في الملاط الجيري بما أن المصفوفة المادة تتكربن من جديد. يجب أن نميز الكالسيت الميكروبلوري عن الكالسيت الحبيبي التي يمكن العثور عليها في الكتلة. تعرف هذه البلورات في لباس المطلي وكذلك في الرخام المطحون، لذا فملاحظة هذه البلورات مهم جدا. يعتبر التعرف على بلورات الكالسيت على مستوى الشفرة الرقيقة أمر سهل خاصة التي تم هرسها فهي تبدي مقطع مستقيم من الجانب وتحتوي على انفلاق. ومع ذلك، تجدر الإشارة إلى أنه من الصعب للوهلة الأولى التمييز بين طحن الرخام الأبيض وبلورات الكالسيت، حيث يمكن أن تكون النتيجة في كلتا الحالتين بلورات الكالسيت الأحادية. يوجد العديد من أنواع الرخام الملونة منها البيضاء. يصعب تحديد مصدر الرخام الأبيض كونه بحد ذاته معقد. يتم إنشاء بنك المعلومات من أجل إنشاء "بصمات أصابع" لكل رخام الذي مصدره المحاجر القديمة الرئيسية، عن طريق تجميع المعلومات الأكثر تمييزًا والتي تبدو ميكروسحنة في البتروغرافيا الضوئية وفي مهبط الضوء (luminescence) وفي النظائر المشعة في O^{18} و C^{13} و C^{157} . لا يمكن تطبيق هذه المنهجية على دراسة بلورات الكالسيت الموجودة في الملاط القديم، لأن إستعمالها يطرح صعوبات مرتبطة بشكل خاص بتجزئة المواد الأصلية .

يبدو من الممكن لنا التمييز بين البلورات الناتجة من عروق الكالسيت وتلك الناتجة من الرخام. في الواقع، والرخام من عائلة الصخور المتحولة فهو نتيجة لعملية التحول ونعني بذلك تلك التشوهات و/أو إعادة التبلور تحت تأثير درجة الحرارة الضغط. يعكس النسيج والبنية الدقيقة لبلورات الكالسيت عموما المرحلة النهائية من التشوه عندما تتخضع درجات

¹⁵⁷ Lapuente et al. Marbles from Roman Hispania: stable isotope and cathodoluminescence characterization, Tome 15, 2000, pp 1469-1493.

الحرارة¹⁵⁸. تكشف ملاحظة الملاط الجيري على أن بلورات الكالسيت مكونة للرخام، وهذا يظهر لنا جليا من خلال فحص خصائص هذه الصخرة، كما يبينه تاريخها الجيولوجي، هذا ما أظهرته الدراسات في تغيير النسيج والبنية المجهرية الناتجة العمليات التكتونية¹⁵⁹. يعتبر وجود البلورات منطفئة على شكل تموجي بشكل مضلع أو أسنان منشار ذات أبعاد صغيرة ولها توجه معين ومنظم وكذلك وجود توائم متعدد التركيبات من خصائص بلورات الكالسيت كما تبدو في المصفوفة. ومع ذلك، لا يمكن تحديد الرخام إلا في حالة مراعاة العديد من هذه المعايير. على سبيل المثال، لا يمكن اعتبار مجرد وجود توائم متعددة التركيبات معياراً جيداً لتحديد الرخام نظراً لأنه يمكن أن يتشكل بسرعة تحت تأثير الضغط المنخفض، وهو مطابق لتأثير الهرس (!)، في حين يؤدي غيابها إلى استغلال عروق الكالسيت.

تجدر الإشارة هنا إلى أن هذا إفتراض أكثر منه تقنية مثبتة للتمايز الضوئي لبلورات الرخام عروق الكالسيت، كون هذه الأخيرة يمكن أن تخضع لتشوهات بعد تشكيلها، والرخام المتشكل تحت تأثير الحرارية بدلاً من الضغوط الميكانيكية قد يكون خالي نسبياً من كل هذه الخصائص¹⁶⁰. كذلك يمكن تطرح مشكلة أخرى بلورات الكالسيت وتمييزها عن بلورات الدولوميت (كربونات مزدوجة من الكالسيوم والمغنيسيوم لها خصائص ضوئية مماثلة). عند الإشتباه في وجود عائلتين من المعادن، تكون الشفرة الرقيقة ملونة. تعتمد معظم تقنيات التلوين على ما إذا كان الكالسيت قابل للذوبان بسهولة في حمض الهيدروكلوريك المخفف (HCl)، في حين أن الدولوميت ليس كذلك¹⁶¹.

تحديد "الروبة"، طبيعة الحجارة الكلسية:

غالبًا ما يظهر الملاط الجيري حبات كلسية بيضاء صغيرة غير مختلطة مع بقية المصفوفة. هذه "الكتل" ناتجة عن عيوب تحدث أثناء سلسلة التصنيع. في حالة الجير

¹⁵⁸ Kurz et al. Microstructural and textural development of calcite marbles during polyphase deformation of Penninic units within the Tauern Window (Eastern Alps). 2000, pp 327-342.

¹⁵⁹ Bestmann et al. Evolution of a calcite marble shear zone complex on Thassos Island, Greece: microstructural and textural fabrics and their kinematic significance, 2000, pp1789-1807.

¹⁶⁰ Kurz et al. Microstructural and textural development of calcite marbles during polyphase deformation of Penninic units within the Tauern Window (Eastern Alps). 2000, pp 327-342.

¹⁶¹ Bestmann et al. Evolution of a calcite marble shear zone complex on Thassos Island, Greece: microstructural and textural fabrics and their kinematic significance, 2000, pp1789-1807.

المختلط بشكل سيئ، يكون التعرف سهلاً، إذ تظهر الروبة كعقيدة من مسحوق أبيض. عندما تتلويّن الشفرة الرقيقة باللون الداكن في الضوء المستقطب غير المعالج (LPNA)، والصبغة المنكسرة في الضوء المستقطب والمعالج (LPA) تميل قليلاً نحو اللون الأزرق فإن الملاط يدخل في تركيبه الحجارة الجيرية الساخنة وعندما تكون الروبة غير مطبوخة (جزء من الحجارة الجيرية مطبوخ بشكل سيئ)، يمكن ملاحظة في بقية هيكلها الأصلي بقايا مستحاثات، مما يسمح، في أفضل الأحوال، بالعودة إلى التكوين الجيولوجي الذي تم إستغلال الحجارة الجيرية.

تنوع شظايا الأجر والقرميد:

تتميز الفترة القديمة بانتشار إستعمال الملاط الذي يتكون أساساً من الجير وأجزاء من الطين المعماري المطهي، أغلب الأحيان، الشظايا الموجودة في الملاط متشابهة نسبياً في المظهر بالعين المجردة، كما تضيف لون مغرة بشكل أساسي. لكن يتضح العكس عن ذلك تحت المجهر، فيظهر تنوع هذه العائلة من عينة إلى أخرى وأيضاً من ملاط لآخر ضمن نفس العينة.

وجود المادة العضوية (التبن والفحم):

يمكن بسهولة رؤية القش والفحم بالعين المجردة على عينة خام. كما يظهر الفحم في الشفرة الرقيقة من ناحية أخرى، يمكن أن تشكل القش مشكلة لأن عناصر النبات قد إختفت، ولم يتبق سوى بصماتها في المصفوفة، فهي بذلك مسألة القدرة على تفسير ما لم يعد يظهر إلا على شكل فراغات، بأشكال مميزة بشكل عام.

وجود شظايا الملاط:

تظهر لنا جلياً عند التحليل البتروغرافي، تحديد عناصر الملاط الغريب مشتت إلى أجزاء صغيرة في مصفوفة العينة المدروسة. يتم تحديد مثل هذه العناصر بشكل عام في الشفرة الرقيقة بالعين المجردة، من قبل المحلل، كون هذه العناصر تأخذ تنظيم أو طبيعة مختلفة من الركام وتأخذ كذلك هيئة مختلفة في المصفوفة. قد لا نجدها بكثرة في دراسة العينات لكن من شأنها أن تصعب من الدراسة الكيميائية، أو قياس حبيبات الملاط.

هيكلية المادة اتجاه الركام والفراغات:

لا يمثل الحصى والفراغات تنظيمًا عشوائيًا، بل على العكس من ذلك، فإنهما يشهدان على ظاهرة تحضير الخليط ونسب العناصر التي تدخل في تركيبه، بالملاحظة بالمجهر الضوئي المرسل نصل إلى فهم هذا التنظيم. يتم إلقاء نظرة أكثر تحديدًا على توزيع الشحنة والفراغات، حيث يشير تجانسها إلى الخلط الجيد أثناء إعداد الخليط ويسمح من ثم للمحلل بالعمل على كل مساحة الشفرة وقد نتوصل بذلك إلى تحديد خاصية للملاط. يمكن تفسير تركيز الحبيبات أو الفراغات بوجود مناطق انتقالية بين خليطين أو بين طبقتين للباس. يكون اتجاه العناصر أكثر شيوعًا، بالتوازي مع سطح التسطیح مشيرًا بذلك إلى الضغوط التي تمارس على المواد أثناء التثبيت. يمكن أن يؤثر الاتجاه على سماكة الطبقة بأكملها، بالنسبة للباس، وبالتالي إظهار العناية التي يتم أخذها في تنعيم الملاط.

المسامية، أشكالها وملاها:

إذا كان تركيز الفراغات على خط واحد يسمح لنا بالقول أنه عبارة عن حد الوضع كما أن شكلها يخبرنا عن طبيعتها. تظهر عدة أنواع من الفراغات في الملاط تفسر بعضها باختفاء الركام، كالروبة أو بقايا نباتية وكذلك ناتجة عن اختفاء الماء المتشكل على شكل قطرات داخل الملاط أثناء التحضير أو من التمييه عند الوضع وكذلك فقاعات الهواء التي قد تتشكل من أسلوب تحضير الملاط. يتم أيضًا ملاحظة التشققات بشكل متكرر، مما يشير إلى ظاهرة الانكماش أثناء التجفيف، تعتبر المسامية هي مركز تداول السوائل التي يمكن أن تنتقل داخل الملاط طول فترة وجوده، فهي جد مهمة في فن تشكيل الملاط. قد تتفكك بعض المواد بعد انحلال مصفوفتها، لكن البعض الآخر يتم تعزيزه على العكس من ذلك من خلال تبلور ترسبات الكالسيت الثانوي على الجدران "طبقات رمادية متناهية الصغر"¹⁶². التبلور مقرب إلى المركز، فقد يصل أحيانًا إلى أبعد من ذلك، يملأ الفراغات والشقوق تمامًا، وبالتالي تقل المسامية الكلية للمادة الرابطة. هذا ما يكشف عليه دوران السوائل المحملة بالكالسيوم (HCO_3^-) في الجو البارد والرطب لفترة طويلة.

¹⁶² Wattez et al. Marqueurs spatio-temporels des ambiances pédo-climatiques dans les sols archéologiques 1998.

طبقيّة التلبيس والأرضية:

تحديد وخصائص حدود الطبقات و "الطبقات الفرعية":

يتم أحياناً الكشف عن حدود الطبقات أو الطبقات الفرعية (حتى بالنسبة للملاط الموضوع في عدة مراحل) بالمجهر، إن صعبت الملاحظة بالعين المجردة.

VI. 3. 3. التحليل بالمجهر الإلكتروني الماسح (MEB) والأشعة السينية:

يستخدم هذا النوع من المجاهر والتي تصل قوة التكبير فيه إلى حوالي 100,000 مرة وأكثر في الحصول على تفاصيل أكثر دقة عن نسيج العينة وتركيبها البنائي الداخلي. وعادة ما يكون متصلاً بجهاز حيود الأشعة السينية DRX ووحدة EDX¹⁶³.

مبدأ المجهر الإلكتروني هو قصف المادة بحزمة من الإلكترونات. من خلال التفاعلات، ستصدر المادة عدة أنواع من الإشعاع والتي سيحمل كل منها نوعاً من المعلومات: ستعطي الإلكترونات الثانوية صورة طبوغرافية للمنطقة الدراسة، والإلكترونات المتناثرة، الأكثر نشاطاً، ستعطي صورة بـ "التباين الكيميائي"، أي أن المناطق التي تحتوي على العناصر الكيميائية الثقيلة ستظهر أكثر وضوحاً من تلك التي تحتوي على عناصر كيميائية خفيفة. أما بالنسبة للإلكترونات، ستصدر المادة أشعة سينية؛ يتم جمع الأشعة السينية بواسطة كاشف ("EDS" نظام تشتيت الطاقة) مما يسمح بإجراء التحليلات الكيميائية الأولية شبه الكمية و حتى الكمية، للمنطقة الملاحظة (خريطة توزيع العناصر الكيميائية)¹⁶⁴.

VI. 3. 4. التحليل بالامتصاص الذري:

تعتبر أحد أساليب التحليل التي تستعمل لتعيين تركيز العناصر الرئيسية والعناصر الشحيحة في الصخور والتربة والمركبات المختلفة والمحاليل بمختلف أنواعها. يشترط في هذا النوع من التحليل أن تكون المادة المطلوب قياس تركيزها بحالة سائلة، ولذا يتوجب تحويل المواد الصلبة إلى محاليل. وتتخلص طريقة القياس بأن يتم هضم العينة إذا كانت

¹⁶³ سلمان أحمد المحاري، المرجع السابق، 2017، ص197.

¹⁶⁴ Coutelas. A, Op.Cit , p42.

صلبة بواسطة محاليل مناسبة كالأحماض مثلا ولكل نوع من الصخور أسلوب معين للهضم والإذابة، وبذلك تكون العينة جاهزة للقراءة بواسطة جهاز الامتصاص الذري الطيفي¹⁶⁵.

VI. 3. 5. الفحص المبدئي:

يتم في هذه الخطوة فحص ووصف العينة بشكل جيد بالعين المجردة وبمساعدة عدسة مكبرة، بحيث يتم تسجيل جميع ما يمكن ملاحظته في العينة وهي موجودة في مكانها الأصلي وبعد أخذها للمختبر. وخلال هذه المرحلة يتم العمل لمعرفة والحصول إلى المعلومات التالية¹⁶⁶:

- التحديد المبدئي لنوع الملاط وقوته (مونة جير ضعيفة - مونة جير متماسكة...).
- تحديد نوعية المواد المضافة (رمال - كسر حجارة صغيرة أو كبيرة...).
- مواد أخرى (مواد عضوية مثل القش - الشعر... - أو طين - مواد بوزولانية).

الجدول رقم 9: الخصائص المجهرية الملاحظة على الشفرات الرقيقة

رمز العينة	SAM SIS1	SAM SIS2	SAM SIS3	SAM SIS4	SAM SIS5
------------	----------	----------	----------	----------	----------

¹⁶⁵ سلمان أحمد المحاري، المرجع السابق ، 2017 ، ص198.

¹⁶⁶ Goins, Elizabeth.S: Standard Practice for Determining Components of Historic Cementious Materials, Materials Research Series, National Park Services, USA, 2004, P.11

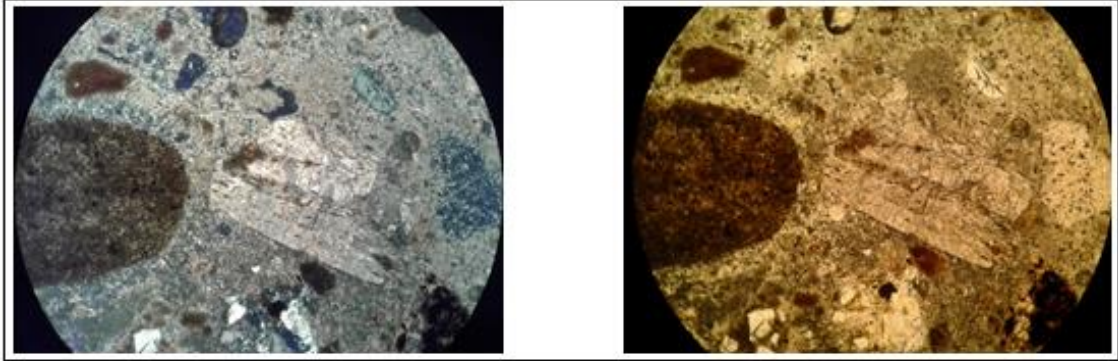
التخصص	هيئة مبنية	هيئة مبنية	مسطح السور Mr006	هيئة مبنية	التلبيس الداخلي للسور Mr005
تصنيف ماكروسكوبي	1	1 و 2	1	2	2
التحديد	ملاط جبيري	ملاط جبيري	ملاط جبيري	ملاط جبيري	ملاط جبيري
ملاحظة	ملاط جبيري ورمل	ملاط جبيري ورمل	ملاط جبيري ورمل	ملاط جبيري ورمل	ملاط جبيري ورمل
الشقوق الرفيعة	لا توجد	لا توجد	قليل	توجد	+كسر القرميد
التوزيع الحبيبي	متجانس	متجانس	متجانس	متجانس	+كسر القرميد
الحبيبات	غير منتظمة	غير منتظمة	غير منتظمة	غير منتظمة	غير منتظمة
المسامية	متوسطة	مرتفعة	متوسطة	مرتفعة	مرتفعة
لون الروبة	رمادية	رمادية/وردية	وردية	وردية	وردية
الكوارتز	يوجد بأوجه مختلفة	يوجد بأوجه مختلفة	يوجد بأوجه مختلفة	يوجد بأوجه مختلفة	يوجد بأوجه مختلفة
الفلتسات	يوجد	يوجد شكل دائري	يوجد	يوجد شكل دائري	يوجد شكل دائري
الميكس	كثير	كثير	كثير	يوجد	يوجد
أوكسيد الحديد	يوجد	يوجد	يوجد	يوجد	يوجد
فقاعات الجير	قليل	قليل	قليل	قليل	قليل
صخور متحولة	يوجد	يوجد	يوجد	يوجد	يوجد
السليس	يوجد	يوجد	يوجد	يوجد	يوجد
كسر القرميد	لا يوجد	يوجد	لا يوجد	يوجد	يوجد
الفحم	؟	آثار	؟	آثار	آثار

VI .VI .3 .6 الفحص المجهرى الضوئى للإرسال والأشعة السينية لعينات الملاط:

VI .3 .6 .1 العينة SAMSIS1 :

أظهر التحليل بالمجهر الالكتروني الضوئى، ان المصفوفة ذات لون رمادي، شفافة في الضوء الطبيعي، أما في الضوء المستقطب، تشير إلى الكثافة العالية من الكالسيوم (بلورات صغيرة جدًا لامعة، وردية / أزرق) التي تحيط بحبيبات الشحنة، دليل على أن الملاط يحتوي على الكالسيوم وأنه أكثر ثراءً بالجير في هذه المنطقة. يحتوي SAMSIS1 على بعض العقيدات الجيرية، أما الرمل الذي يدخل في تركيب الملاط يتكون من حبيبات سيليسية وأيضاً من حبيبات من صخور متحولة، ذات أوجه متآكلة (زوايا ممسوحة بفعل

انتقال الحبيبات في مجرى مائي)، اعتماداً على صلابة الحبيبات وقطرها. يشهد وجود أكاسيد الحديد (حبيبات صفراء شفافة صغيرة) والميكا على وجود الطين كمادة رابطة مرتبطة بالجير. كما تظهره الصور في اللوحة التالية.



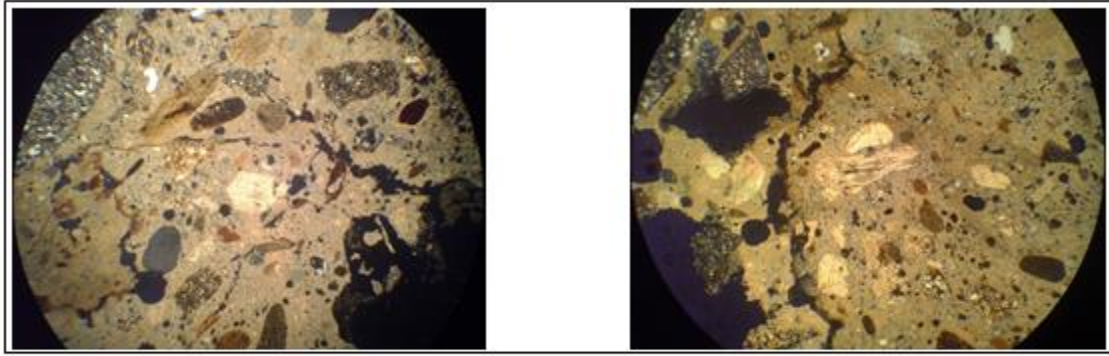
ضوء مستقطب

ضوء طبيعي

اللوحة رقم 22: العينة SAM SIS1 كما تحت المجهر الضوئي

VI. 3. 6. 2. العينة SAMSIS3 :

أظهر التحليل بالمجهر الإلكتروني الضوئي، ان المصفوفة ذات لون البني أكثر شفافية من SAMSIS1 في الضوء الطبيعي. يحتوي الملاط على بعض العقيدات الجيرية المتبقية وهامش طفيف من الكربونات الثانوية في المسام (بلورات الكالسيت المشكّلة حديثاً). يتميز الرمل المكون لهذا الملاط بحجم حبيبات أدق من تلك المستخدمة في SAMSIS1 ذات الشكل شبه الدائري، وهو ما يفسر ان الرمل المستخدم في هذا الملاط خضع لعملية نقل مائية. قد يرجع اختيار الرمل الأكثر نعومة إلى استخدام الملاط في المفاصل الدقيقة للواجهات المزدوجة، في جدران الارتفاع. من ناحية أخرى، فإن الرمال المكونة من حبيبات السيليسية/طينية لها نفس الطبيعة الجيولوجية مثل رمل ملاط البناء: لم يتم اختيار رمل من طبيعة مختلفة لعمل المفاصل. كما تظهره الصورتين في اللوحة التالية.



ضوء مستقطب

ضوء طبيعي

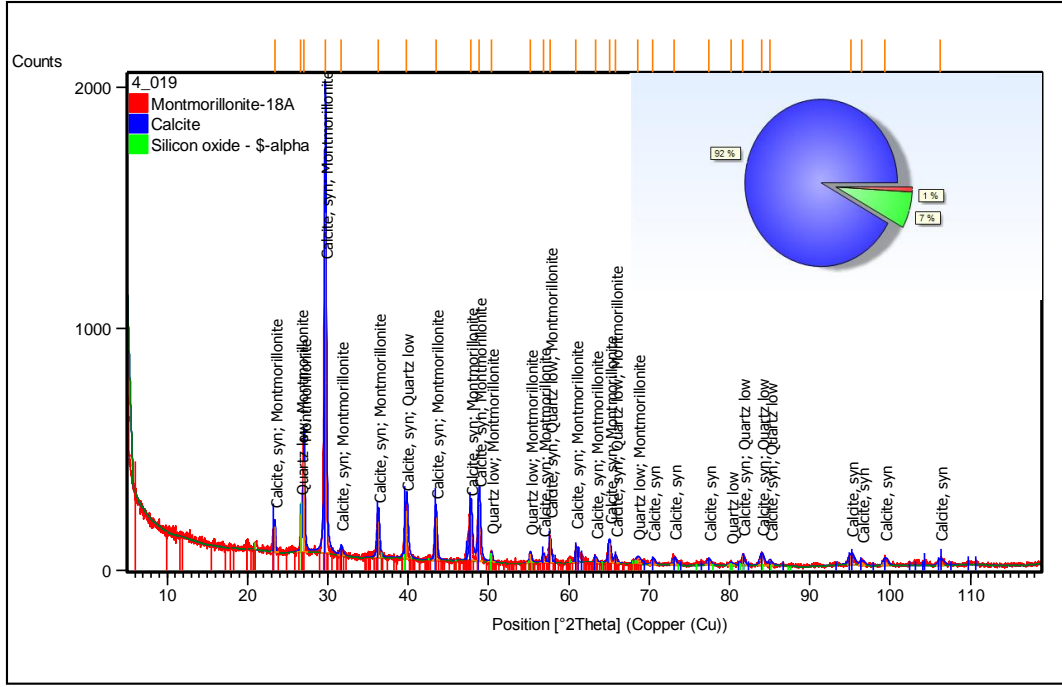
اللوحة رقم 23: العينة SAMSIS3 كما تبدو تحت المجهر الضوئي

كما هو موضح في اللوحة أسفله، يوضح تفسير نتائج التحليلات التي تم إجراؤها بالتعاون مع الفريق الفني لمختبر "litholamellage" بالمركز الوطني للأبحاث النووية حيث يمثل المخطط نتائج التحاليل للعينتين SAMSIS3،SAMSIS1:

فيما يتعلق بالتحليلات الكيميائية التي يتم إجراؤها بواسطة ومضان الأشعة السينية: نلاحظ الكالسيت في شكل (CaO) والسيليكا على شكل ثاني أكسيد السيليكون (SiO₂) وأخيراً المركبات الأخرى الموجودة بشكل عام في الطين. لذلك من نتائج التحليلات الكيميائية، يمكننا القول أن لدينا غلبة من معادن الطين Na₂O ، وكذلك معادن الحجر الجيري مارلي (الكوارتز والكالسيت). يمكن تأكيد هذا التفسير على *Diffraction* (وفقاً لقانون Bragg).

- على المحور السيني الذي يمثل: زاوية الانعراج (° 2 ثيتا).

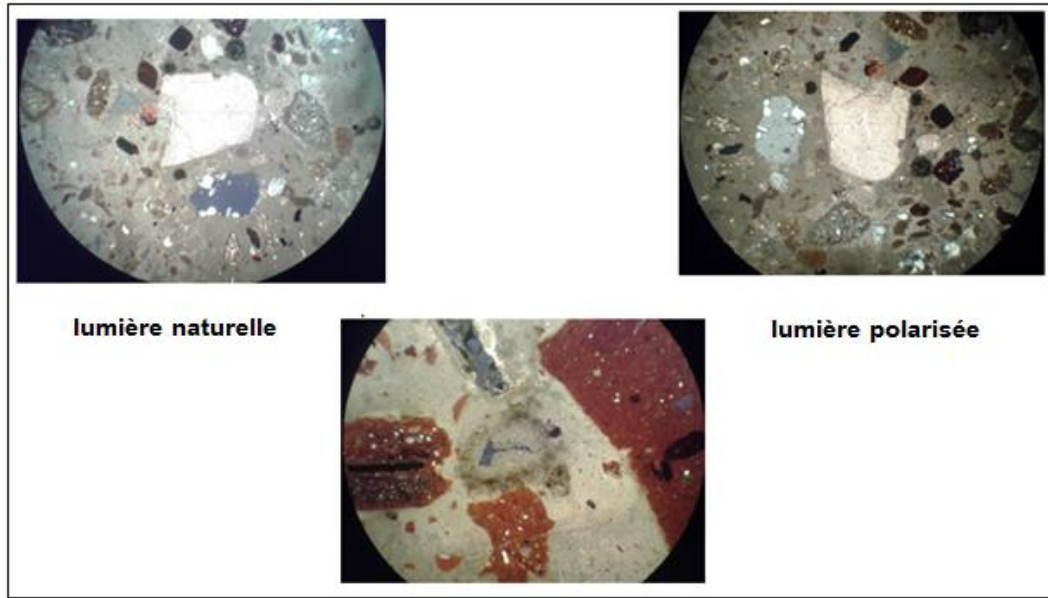
- على المحور الصادي الذي يمثل: شدة القمم لذلك في مخطط الانحراف، نرى القمم التي تبرز والتي تفرد أشكال الطين (*montmorillonite*). تتوافق جميع القمم تقريباً مع الكوارتز والإيليت والكاولين. لذلك، وفقاً لتفسير *Diffraction* الذي يأتي لإكمال التحليلات الكيميائية الأولية، يمكننا القول أنه يجب علينا التعامل مع الطين (إيليت وكاولينيت)، الذي يسود وفقاً للقمم. دون أن ننسى قمم الكالسيت المقابلة لممرات معادن الحجر الجيري مارلي التي رأيناها في نتائج التحليلات الكيميائية الأولية.



المخطط رقم 30: يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة SAM SIS1

VI. 3. 6. 3. العينة SAMSIS2 :

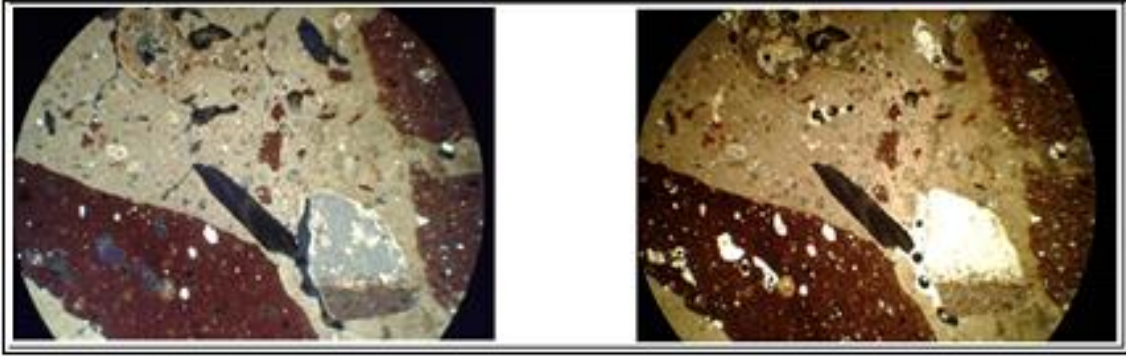
أظهر التحليل بالمجهر الالكتروني الضوئي، ان المصفوفة أكثر شفافية من SAM SIS1 في الضوء الطبيعي، أما في الضوء المستقطب، تشير الى وجود كثافة طفيفة من الكالسيت (بلورات لامعة صغيرة جداً، وردي / أزرق) التي تحيط بحبيبات الشحنة، دليل على أن الملاط يحتوي على الكاسيت وأنه أكثر ثراءً بالجير في هذه المنطقة. يحتوي SAM SIS2 على عدد قليل من العقيدات الجيرية، كما أن الرمل المستعمل المكون من حبيبات سيليسية وصخور متحولة، حبيبات الرمل ذات حواف متآكلة، اعتماداً على صلابة الحبيبات وقطرها. أكاسيد الحديد مقارنة ب SAM SIS1 (حبيبات صفراء صغيرة شفافة) والميكا تشهد على وجود الطين كعامل رابطة. كما تظهره الصور في اللوحة التالية.



اللوحة رقم 24: العينة SAMSIS2 كما تبدو تحت المجهر الضوئي

VI . 3 . 6 . 4 . العينة SAMSIS4 :

أظهر التحليل بالمجهر الالكتروني الضوئي، ان المصفوفة، الأكثر شفافية في الضوء الطبيعي، ذات لون بييج، راجع لوجود مسحوق القرميد الناعم، حمولة الرمل جيدة مثل SAMSIS2 ومن نفس الطبيعة، على الرغم من أن محتوى العقييدات الجيرية ومسحوق القرميد ليس متطابقاً تماماً في الملاطين، إلا أنهما مع ذلك تتمتعان بمعايير مشتركة (الجير + الرمل الناعم + البلاط) التي يمكن العثور عليها في عينات أخرى من الموقع. علاوة على ذلك، لم يتم أخذ كلاهما من نفس الموضع، أحدهما من أرضية الحوض والآخر مستوى ازار الحائط. نظراً أن SAMSIS2 و SAMSIS4 ينتميان إلى نفس مرحلة البناء من المفترض أن يكونا بنفس الخصائص. كما لوحظ وجود تشققات دقيقة.



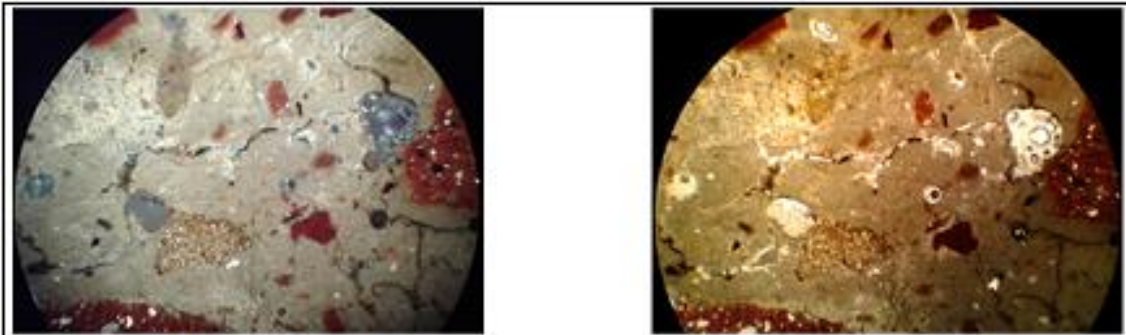
ضوء مستقطب

ضوء طبيعي

اللوحة رقم 25: العينة SAMSIS4 كما تبدو تحت المجهر الضوئي

VI. 3. 6. 5. العينة SAMSIS5 :

يتميز SAM SIS5 بحمل مسحوق القرميد المضاف إلى حمولة الرمل. أظهر التحليل بالمجهر الالكتروني الضوئي، ان المصفوفة ذات لون بيج، الأكثر شفافية في الضوء الطبيعي، نظرا لوجود مسحوق القرميد الناعم، حمولة الرمل جيدة مثل SAMSIS2 ومن نفس الطبيعة. على الرغم من أن محتوى العقيدات الجيرية ومسحوق القرميد ليس متطابقاً تماماً في الملاطين، إلا أنهما مع ذلك تتمتعان بمعايير مشتركة (الجير + الرمل الناعم + البلاط) التي يمكن العثور عليها في عينات أخرى من الموقع. علاوة على ذلك، لم يتم أخذ كلاهما من نفس الموضع، أحدهما من أرضية الحوض والآخر منطبقة التليس. نظراً أن SAM SIS2 و SAM SIS4 و SAM SIS5 ينتميان إلى نفس مرحلة العمل لأنه من المفترض أن تكون بنفس الخصائص النوعية. كما نلاحظ وجود تشققات رقيقة.



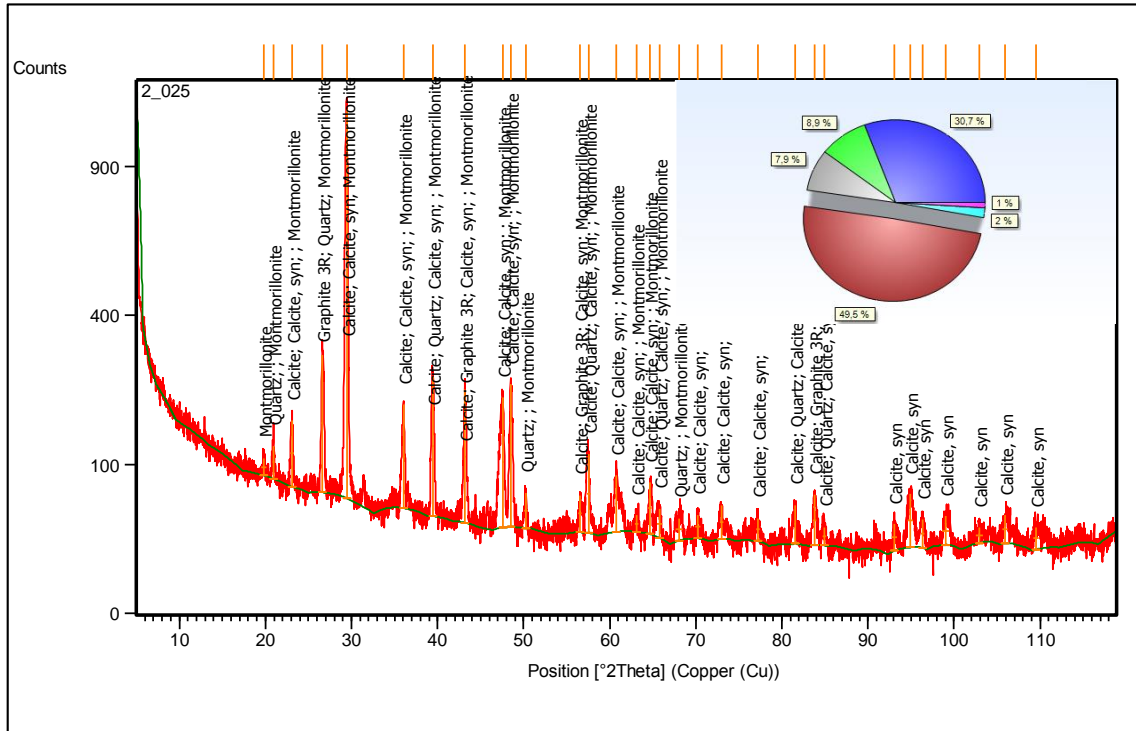
ضوء مستقطب

ضوء طبيعي

اللوحة رقم 26: العينة SAMSIS5 كما تبدو تحت المجهر الضوئي

كما هو موضح في اللوحة أسفله، فيما يتعلق بالتحليلات الكيميائية التي يتم إجراؤها بواسطة ومضان الأشعة السينية: نلاحظ غلبة الكالسيت في شكل (CaO) والسيليكا على شكل ثاني أكسيد السيليكون (SiO₂) وأخيراً المركبات الأخرى الموجودة بشكل عام في الطين كالمونتموريونيت. لذلك من نتائج التحليلات الكيميائية، يمكننا القول أن لدينا غلبة من معادن الطين Na₂O ، وكذلك معادن الحجر الجيري مارلي (الكوارتز والكالسيت) - يمكن تأكيد هذا التفسير على *Diffractogram* (وفقاً لقانون Bragg).

- على المحور السيني الذي يمثل: زاوية الانعراج (° 2 θ).
 - على المحور الصادي الذي يمثل: شدة القمم لذلك في مخطط الانحراف، نرى القمم التي تبرز والتي نلاحظ غلبة الكالسيت حيث قمم الكالسيت المقابلة لممرات معادن الحجر الجيري مارلي التي رأيناها في نتائج التحليلات الكيميائية الأولية. تتوافق جميع القمم تقريباً مع الكوارتز والإيليت والكاولين. لذلك، وفقاً لتفسير *Diffractogram* الذي يأتي لإكمال التحليلات الكيميائية الأولية، يمكننا القول أنه يجب علينا التعامل مع الطين (إيليت وكاولينيت)، الذي يسود وفقاً للقمم.



المخطط رقم 31: يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة SAM SIS4

الخلاصة:

أُعتد في بناء المعلم على مواد بناء معروفة في العلم القديم، كالحجارة والملاط الجري اضافة الى الطين، حيث تم توزيعها في المعلم حسب فلسفة بناء تجيب لحد كبير الى وظيفة المعلم وكذلك تقنية البناء المتبعة.

بالنسبة لأسوار الأحواض تم مزج حصى الشيست الخامة مع الملاط الجيري، مع مراعاة توضع الحصى داخل السور، حيث توجه طوليا بحيث جزء كبير منها يكون متصل بملاط البناء، والطرف الخارجي يكون متصل مع ملاط التلبيس. مع تطبيق طبقتين من التلبيس على الأوجه الداخلية للأحواض وطبقة تلبيس واحدة بالنسبة للوجه الخارجي، وهذا للتقليل من النفاذية، كون الاحواض مخصصة لاستيعاب النبيذ وهي مادة ذات طبيعة سائلة. في حين استعمال الحجر الجيري المصقول كان في مواضع مخصصة وتتمثل في الأعمدة حاملة السقف وكذلك المناطق ذات الاحتكاك الكبير كدرجات السلم، لضمان سلامة المبنى، بالإضافة الى استعمال الحجارة المصقولة عند الزاويتين الخارجيتين الشرقية، لغاية ضمان استقرار البناية فهي تلعب دور سندات. أما بالنسبة للملاط الطيني فقد تم استعماله في ركائز أرضيات الأحواض لغاية خلق الاختلاف في المستويات والسماح للعصير بالانتقال من مستوى علوي أين يتم الهرس الى مستوى سفلي لين يتم استرجاع العصير.

سمحت لنا مختلف التحليل من فهم الملاط الجيري المستعمل في المعلم، فبناءً على الملاحظة بالعين المجردة تمكنا من تحديد صنفين من الملاط، يختلفان من حيث التركيبية، الصنف الأول: ويشتمل على العينتين SAMSIS1 و SAMSIS3، حيث يدخل في تركيبهما الجير مع رمل الوادي.

أما الصنف الثاني: ويشتمل على العينات SAMSIS2 و SAMSIS5 و SAMSIS4 حيث يضاف الى تركيب الصنف الاول كسر القرميد بحبيبات متفاوتة الأبعاد.

أما بالتحليل المجهرى الضوئي، فإن العينتين SAMSIS1 و SAMSIS3، تتشبهان من حيث التركيب حيث يحتوي الملاط على بعض العقيدات الجيرية المتبقية وهامش طفيف من الكربونات الثانوية، يتميز الرمل المشكل لهذا الملاط أنه مكون من حبيبات سيليسية/طينية،

بحجم دقيق ذات الشكل شبه الدائري، يفسر أن الرمل المستخدم في هذا الملاط خضع لعملية نقل مائية. نلاحظ وجود الميكا التي تشهد على وجود الطين كعامل رابطة. أما العينات SAMSIS2 وSAMSIS5 وSAMSIS4، أظهر التحليل بالمجهر الإلكتروني الضوئي وجود كثافة طفيفة من الكالسييت دليل على أن الملاط يحتوي على الكالسييت وأنه أكثر ثراءً بالجير، كما يحتوي على عدد قليل من العقيدات الجيرية، كما أن الرمل المستعمل يتكون من حبيبات سيليسية وصخور متحولة، ذات حواف متآكلة يُفسر على أنه ذو مصدر مائي. نلاحظ وجود الميكا التي تشهد على وجود الطين كعامل رابطة. أظهر تحليل لتقنية ومراحل بناء المعلم أن المشيد أو البناء لم يتم بالبناء إلا بعد وضع مخطط مسبق، حيث الدراسة الأركيومترية أفادتنا باحترام المشيد لمبدأ التناظر بالنسبة للمحور الشمالي/الجنوبي وكذلك للمحور الشرقي/الغربي، الشيء الذي يسمح لنا بالقول أن المعلم يزخر ببعث فني ومعماري مهم.

الفصل الخامس:

التدخلات الاستعجالية واقتراح رسم ثلاثي

الأبعاد للمعلم

تمهيد:

يتمثل الحفاظ على الممتلكات الثقافية الغير المنقولة في مجموعة الأعمال والتدخلات على المبنى مباشرة أو على البيئة المحيطة بها والتي تهدف إلى الإطالة في عمرها، حيث يجب الحرص الشديد على ألا تؤثر الوسائل المستعملة لهذا الهدف بأي حال من الأحوال على طبيعة هذا المعلم، ولا على طبيعة المواد التي يتكون منها، ولا على المعاني التي تنقلها هذه المواد. ولهذا فيجب على أي عملية حفظ أو تدخل على الممتلكات الثقافية المادية وبشكل حتمي أن تحافظ على أصالتها. في الواقع يوفر الحفظ دعمه التقني والفني لمشروع عام: تكوين تراث مفيد، قابل للدراسة، قابل للتقديم وقابل للأرشفة وفقاً للحالات¹⁶⁷.

بالتوازي مع الأبحاث الأثرية، التي تم إجراؤها منذ عام 2014 من قبل فريق من الباحثين في الآثار تحت إشراف البروفيسور بوخنوف أ، إستفادت المنشأة الصناعية الجنوبية لقصر بترا الأثري، من عملية حفظ للرفات المكتشفة، وحفظها اليوم يعد تدخل جد ضروري. تعتبر البقايا المبنية من الملاط الجيري هشة للغاية والتعامل معها هي عملية معقدة. كما أن حمايتها في عاتق ومسؤولية عالم الآثار¹⁶⁸. علاوة على ذلك، قبل التدخل في الموقع، تظل البقايا المدفونة في حالة حفظ مستقرة إلى حد ما، وتتكيف مع بيئة التربة مما يساهم في تقليل سرعة عملية التدهور التي تعاني منها بمرور الوقت. ولهذا أثناء الحفرية الأثرية، تصبح الهياكل المكشوفة هشة وتتعرض لخطر التدهور¹⁶⁹.

نظراً لحجم البقايا المكتشفة، والوقت المخصص لكل الحفريات السابقة، فضلاً عن النقص الهائل في الوسائل والامكانيات، فإنه من غير الممكن إقامة عملية تقوية وتدعيم بشكل كلي وشامل، استفادت الهياكل المبنية المتضررة من الحد الأدنى من التدخل وتبقى غير محمية مؤقتاً. يقتصر التدخل المطبق على إبطاء عملية التدهور.

¹⁶⁷ Berducou. m cl, Op.Cit, 1990, p5

¹⁶⁸ Geneviève koch paquie, la consolidation des mortiers dans les maçonneries anciennes, journée technique paris, 14/12/1999, pp39-50.

¹⁶⁹ Berducou. m cl, Op.Cit, p5

VII. I. التدخلات الاستعجالية :

I. 1. إشكالية الحفاظ وتقديم الموقع:

منذ الاستقلال، شهدت الجزائر ديناميكية التحضر (ال عمران) والتحديث. هذه الوضعية التي يغلب عليها هذا التناقض بين الحاجة إلى الأرض والحاجة إلى الحفاظ على المواقع الأثرية والمعالم التاريخية والطبيعية في مكانها الأصلي. تم إدراج موقع ملاكو الأثري في هذا السياق. وهو نتاج حماية فريق الباحثين من معهد الآثار بجامعة الجزائر 2 لجزء من تقاطع الطريق السريع الذي يربط ميناء بجاية بالطريق السريع شرق-غرب.

بعد عدة مواسم من التنقيب، تمكن فريق مشروع الحفريات من تحديث الهياكل التي وضعت في بيئة أخرى مختلفة تماماً عن تلك التي السائدة قبل الحفريات، مما يسبب في تدهور البقايا. لذا فإن بروتوكول الصيانة والحفظ ضروري للغاية للحفاظ على الهياكل في حالتها الأصلية مع السماح بتطوير مشروع ترميم في المستقبل. من أجل تحقيق هذا البرنامج التراثي المستقبلي، نواصل العمل في هذا المجال وتنظيم الحملات في المستقبل.

I. 2. السياق التراثي وحالة حفظ الموقع:

إن العمارة التي تم إبرازها في الموقع تحمل تعقيداً طفيفاً، رغم من تعاقب الأحداث عليه، التي خضع لها الموقع منذ احتلاله، بداية بتلك التي الأحداث في القرن الرابع، خلال الحملة العسكرية للقائد الروماني *THEODOSE* في سنة 372 م لإنهاء تمرد الملك فيرموس¹⁷⁰. " عرف الموقع بعد ذلك، عمليات إعادة الاستغلال الأولى، وظهور العمارة بالملاط الترابي، فضلاً عن إعادة استخدام عناصره المعمارية، الشيء الذي عمل على فقدان المعلم نشاطه الأصلي، ويأخذ بُعداً وظيفياً جديداً. خلال الفترة المعاصرة، شهد الموقع (المدفون بالكامل) مرحلة أخرى من التدمير، واسترجاع هائلاً لمواد البناء من قبل سكان المنطقة (خاصة الحجارة المصقولة) بالإضافة إلى عوامل التدهور البشرية، فإن بقايا موقع ملاكو الأثري تعاني من عوامل التدهور الطبيعية (نمو النبات، هطول الأمطار الغزيرة، التغيرات في درجة الحرارة، الرياح، الظواهر الطبيعية مثل الزلازل، التجمد / الذوبان) كما ذكرناه في الفصل الثالث.

¹⁷⁰Ammien Marcellin, histoire, traduction de Guy SABBAH, livres de 29 à 31, Chapitre V, texte, 13.

كما ذكرنا سابقا (الفصل الثاني) موقع الدراسة مواد البناء المستخدمة خلال الفترة القديمة، وتحديدًا الركام الشبستي. يتكون الرابط من ملاط جبيري يستخدم "الجير، الرمل وكسر القرميد". تتوافق المواد المستخدمة مع نوع العمارة وأيضًا مع وظيفة ودور مبنى "انتاج النبيذ". تم توزيع هذه المواد على أنحاء الهيكل بطريقة متجانسة، من أجل ضمان التماسك الجيد بين هذه العناصر المعمارية المختلفة ولضمان مقاومة ميكانيكية جيدة للبناء. أنظر صورة رقم 2. من السهل جدًا تحديد تقنية ومراحل بناء الموقع، أنظر الجزء الخاص بتقنية ومراحل بناء المعلم في الجزء الثاني من هذا الفصل.

هذا النوع من الأبنية التي يتم إنشاؤها بمواد حساسة بشكل خاص لتغيرات الطقس. حيث تشهد المنطقة صيفًا حارًا ورطبًا مصحوبًا برياح، وشتاء بارد مصحوبًا بمطار غزيرة، (أنظر الفصل الأول) مما يساهم بشكل كبير في تدهور البقايا. الحجر المصقول المستخدم هو من الحجر الجيري، وهو أكثر صلابة نوعًا ما، ويستخدم لتشكيل الأعمدة الحاملة للسقف، الشكل، كذلك على مستوى الأماكن ذات احتكاك كبير مثل درجات السلالم، وكذلك على مستوى الأجزاء ذات دور سند أو ربط كما عند زوايا تقاطع الجدران الخارجية في الزاوية الشمالية / الشرقية.

I. 3. أهمية التدخلات الاستعجالية:

لا يمكننا أن نتجاهل أعمال التدعيم والتقوية أثناء الحفرية الأثرية، لذلك تم تنفيذ إجراءات التدعيم والحماية، الموثقة والمسجلة بشكل منهجي، لوضع استراتيجية قوية للحفاظ على منطقة الدراسة، التي هي جزء من برنامج عام مستقبلي، تم تعيين أعضاء الفريق خصيصًا لمحاولة حل الإشكاليات المطروحة منذ بداية الحفريات.

أبدينا اهتمامًا كبيرًا بفهم الموقع، ومواد البناء والتشييد، والهيكل المعمارية، والخصائص الفنية والمعمارية للبناء بالملاط الجيري، والاحتياجات والأولويات الأثرية والتاريخية، فضلًا عن المتطلبات المستقبلية المتعلقة بأعمال الترميم المحتملة كما هو موضح في الفصول السابقة. هذا ما يظهر في صورة عامة لمنطقة الدراسة والمناطق التي

استفادت من تدخل بهدف الدعم. أنتج فريق علماء الآثار المشاركين في الحفريات وثيقة أساسية خلال أول خبرة¹⁷¹:

تتمثل في مخطط عام لتدابير الحماية للمنطقة ودراسة لحالة حفظ الهياكل المعمارية لقلعة بترا ككل، وهذا يجعل من الممكن وضع برنامج لإجراءات المستعجلة الأولى للحفاظ على الموقع¹⁷².

في المقام الأول، أتاحت هذه التدخلات ما يلي:

- دراسة مظاهر التلف.
 - فهم مراحل التشكل الخاصة بها.
 - التعرف على أهم عوامل التدهور الطبيعية والبشرية.
- ثانياً، تتيح الوثائق التي تم إنشاؤها على هذا النحو في إعداد تقارير مقارنة كل عام حول تطور حالة حفظ المخلفات¹⁷³.

أخيراً، تستند الخطوط الرئيسية لبرنامج الحفظ على منهجية التدخلات الاستعجالية من عدة درجات، وكلها ذات طبيعة قابلة للاسترجاع¹⁷⁴، في انتظار التمكن من وضع خطة للحفظ والترميم والتسيير من قبل السلطات المعنية.



الصورة رقم 118: تبين مناطق التدخل بمنظر على الموقع

¹⁷¹ Iaichouchen. O et autre, méthode d'enregistrement des trouvailles de fouille, cas le site de *Petra*, acte du colloque national, Alger, 2015, pp.51-56.

¹⁷² Perrichot, C, la conservation des sites archéologiques antiques en France : historique d'une prise de conscience, méthodes actuelles et études de cas, septembre 2014, p98.

¹⁷³ Berducou. M Cl. Op Cit, pp, 100-103,1990

¹⁷⁴ Berducou. M Cl, Op Cit, pp, 100-103,1990

I. 4. تقوية الهياكل المعمارية:

I. 4. 1. المبادئ العامة:

يعتبر اختيار التقنيات المطبقة في التدخلات على الهياكل المعمارية القديمة ذات صعوبة بالغة، حيث من الضروري تقديم بعض المبادئ التي ستساعدنا في اختيار التقنية المناسبة، قبل مراجعة الإجراءات والتقنيات المتاحة. لنبدأ باستعراض الجوانب المحددة لأي تدخل، مهما كان الهدف أو الإشكالية.¹⁷⁵

نقوم باستعمال المواد الموجودة في الموقع أثناء التدخل، بالاستناد على الطرق الطبيعية قدر الامكان، والاستفادة من المعلومات المكتسبة ومعرفة الحرفيين في القطاع، أولوية أساسية ستؤدي دائماً إلى تقليل تكاليف التدخل مقارنة بالحلول الأخرى التي قد تكون جد مكلفة، كما يجب الأخذ بعين الاعتبار عواقب التدخل على الجانب المعماري للمبنى¹⁷⁶. كما يجب تحديد الهدف الفني للتدخل المقترح بوضوح، وكذلك وضوح الأسلوب الميكانيكي والتخطيط في أعمال الدعم على المباني.

كما يمكن الملاحظة على الصورة رقم 126، أكثر المناطق تضرراً هي تلك الواقعة في الجزء السفلي "الشرقي" من المبنى، وتكون حالة الحفظ جيدة كلما اتجهنا نحو الغرب (الأجزاء العلوية). ولهذا، إذا لم يستفيد الموقع من عملية تدعيم الهياكل عاجلاً، فإن جزء من مبنى مصنع النبيذ مهدد بالتدهور السريع والانحلال. في هذه الحالة، يكون التدخل الاستعجالي أكثر من ضروري.

لقد أجرينا سلسلة من الاختبارات والدراسات لتحضير ملاط الدعم المناسب للعمل المرجو، أنظر الفصل الرابع. بوضع الجير في براميل معدنية لمدة أسبوع "من الجير الحي إلى الجير المطفأ"، ثم نخلط حصص من الجير المطفأ مع حصة من الرمل مصدره واد الصومام.

¹⁷⁵ Charte internationale sur la conservation et la Restauration des monuments et des sites (charte de Venise 1964).

¹⁷⁶ Charte internationale pour la gestion du patrimoine archéologique (1990).

I. 4. 2. تجارب اختيار الملاط المناسب:

تعتبر عملية اختيار الملاط المراد استخدامه في أعمال ترميم وصيانة المباني والمواقع الأثرية من الخطوات المهمة التي ينبغي اتخاذها قبل البدء بأعمال الترميم؛ وذلك نظرا لأهميتها في مدى نجاح تدخلات الترميم والصيانة. وعملية اختيار الملاط الترميم المناسبة تبدأ كما ذكر بإجراء فحوص وتحاليل ودراسة للملاط القديم في المبنى لمعرفة مكوناته وتحولاته ونواتج التلف عليه، وبناءً عليه يتم اقتراح نوع ومكونات الملاط الجديد للترميم، والتي يتبعها إجراء تجارب ودراسات معملية وحقلية على النماذج المختارة لمعرفة مدى صلاحيتها قبل استخدامها في أعمال الترميم على المبنى. ولهذا الغرض قمنا في دراستنا ومعرفتنا لمكونات الملاط القديم والمواد المتحولة منها في الفصل الرابع من هذا البحث باقتراح عدة مكونات لملاط لاستخدامه في أعمال الترميم. قمنا باختيار أربعة خلطات ملاط لإجراء الاختبارات عليه لمعرفة مدى صلاحيته وملائمته لأعمال ترميم بعض العناصر المعمارية القديمة للمنشأة الصناعية الجنوبية للموقع الأثري ملاكو، كما هو موضح في الجدول اسفله.

أظهرت نتائج تحليل ودراسة عينات طبقات الملاط لعدد العينات من عناصر معمارية مختلفة، أن المكون الأساسي لمونة الملاط هي مادة الجير بالإضافة إلى وجود الرمل وكسر القرميد في العديد من العينات فلا تبدي هذه العينات اختلافات من حيث نسب هذه المكونات. يتم أخذ عينات من الملاط القديم ذات وزن معلوم ويضاف له محلول حمض الكلورهدريك، تفاعل المادة الكلسية مع الحمض يؤدي إلى غيابها تماما، ويبقى فقط كمية الرمل المكونة للعيينة.

سمحت لنا هذه التقنية بمعرفة تكوين الملاط المستخدم حيث عند وضع عينة من الملاط ذات وزن 100 غ نتحصل على حوالي 26 غ من الرمل، أي مشيد المعلم يستخدم الرمل والجير بالنسب التقريبية: 75% جير و 25% ركام (الرمل أو كسر القرميد أو الرمل وكسر القرميد). والمواصفات المطلوبة في الملاط، سواء المراد استخدامها في أعمال كساء جديدة أو أعمال إستكمال لطبقات ملاط قديمة مفقودة، هي أن تتسم بقوة مقاومة ضغط متوسطة ونسبة مسامية وامتصاص عالية بحيث تسمح للمياه بالنفوذ باتجاه السطح والتبخر.

ترتكز مكونات هذا الملاط على استخدام مواد طبيعية مشابهة للمواد القديمة التقليدية المستخدمة في أعمال البناء مثل الجير والرمل، ونظرا وجود تصنيع محلي في الجزائر الجير (جير عريزة) فقد استخدمنا جير مصنع بالطرق الحديثة.

الجدول رقم 10: يبين نسب المواد المكونة لنماذج ملاط الترميم المقترح للدراسة

الرقم	الخلطة	نسب المكونات
1	جير + الرمل	1/1
2	جير + الرمل	1/2
3	جير + الرمل	1/3
4	جير + الرمل	1/2



الصورة رقم 119: تظهر عينات طبقات الملاط التجريبية في الفترة الممتدة من أكتوبر 2016 - أوت 2017

العينة رقم (01): (المكونة من 1 جير + 1 رمل) بدأت تتلف وتتساقط في شكل حبيبات وقشور بعد 6 أشهر من تنفيذها على الجدار.

العينة رقم (02): (المكونة من 2 جير + 1 رمل) ظهرت عليها بعض الشروخ نظرا لسوء التنفيذ في الموقع حيث لم يسمح لها بالجفاف ببطء، أعطت لون مناسب وقوة التصاق عالية ولم يتغير مظهر سطحها.

العينة رقم (03): (المكونة من 3 جير + 1 رمل) أعطت لون جيد "بيج" وقوة التصاق عالية بسطح الجدار وذات سطح أملس.

العينة رقم (04): (المكونة من 1 جير + 2 رمل) أعطت لون جيد "بيج" وقوة التصاق متوسطة بسطح الجدار وذات سطح خشن.

بهذا يمكن أن نخلص إلى أن العينتين رقم (03) ورقم (04) أكدتا صلاحيتهما للاستخدام الملاط أثناء أعمال صيانة الأسوار حيث يمكن تطبيق العينة رقم (03) في التلبس بعد استبدال نفس كمية الرمل بمزيج من الرمل الناعم وغبار كسر القرميد على الأسطح الداخلية والخارجية للمبنى.

I. 2. 4. 1. تحضير الملاط:

تعتبر عملية تحضير الملاط وتجهيزه في الموقع من الخطوات عالية الأهمية ضمن مراحل الترميم، فعندما يتم تحضير الملاط بالطريقة المناسبة يتم الحصول على نتائج جيدة أثناء التطبيق الحقلي. وقد تختلف طريقة تحضير الملاط باختلاف مكوناته أو المادة المألئة فيه سواء كانت الجير أو الجبس أو الطين، ولكنها تتفق بشكل عام في خطوات التحضير والمحاذير. لذا سيتم التطرق إلى خطوات تحضير مونة الجير بشكل أساسي وبالأخص أنه أصبح الآن الملاط الأكثر استخداما.

يتكون الملاط بشكل أساسي من ثلاث مكونات وهي المادة المألئة "الجير" والحبيبات والماء. كما يتم إضافة بعض المواد الأخرى لها تعرف بالإضافات.

تحضير الملاط الجيري الهوائي:

يتواجد الجير الهوائي "العادي" في الأسواق في صورة مسحوق بداخل أكياس. يتم تحضيرها إما بخلط مسحوق الجير مع المكونات الأخرى في صورة مساحيق بالنسب المطلوبة ومن ثم يضاف لها الماء الخالي من الأملاح بحسب الحاجة وبأقل كمية ممكنة على أن تخلط وتعجن بشكل جيد للحصول على عجينة متماسكة.

كما يمكن تحضيرها بطريقة أخرى، وذلك عن طريق نقع مسحوق الجير في براميل حديدية مقاومة للحرارة المنتشرة الناتجة من خلط الجير بالماء النقي الخالي من الأملاح لمدة معينة قد تصل إلى عدة أسابيع حيث أنه كلما زادت فترة تعتيق عجينة مونة الجير ازدادت جودته وتحسنت خواصه الميكانيكية بعد على أن يتم تحريكه بين فترة أخرى لضمان وصول الماء لجميع أجزائه انظر الصورة رقم 3 في الفصل الأول. وبعد النقع يتم أخذ الكمية المناسبة للعمل وتخلط مع المكونات الأخرى دون الحاجة إلى إضافة كميات ماء أخرى. ويمكن إضافة الجبس أو الإسمنت الأبيض بنسب قليلة جدا لتسريع عملية الجفاف مع الحرص على ضرورة تعرض المونة للهواء عند تطبيقها على الجدار.

I. 4. 2. 2. التدخلات المطبقة على الهياكل:

المواد والتهيآت الخاصة بالجدران، المصنوعة أساسا من ملاط الجير، ليست شديدة المقاومة لقوى الشد والاهتزازات. وتجدر الإشارة أيضا إلى أن الماء يضعفها بشكل كبير بسبب النفاذية العالية لمعظم الملاط المستخدم. تظهر بعض القواعد العامة للتدخل على هذه العناصر والتي ترتبط مع القواعد الأولى المذكورة أعلاه، ستحدد اختيار تقنية الإصلاح أو التدعيم التي سيتم تطبيقها في كل حالة.

يجب مراعاة بيانات الطقس حسب المواسم قبل أي تدخل، سواء كان هدفه استقرار المبنى، أو ما إذا كان ترميمًا كبيرًا. المطر مزيج من الماء والأحماض، يثبت عناصر الغلاف الجوي مثل تلوث الهواء، يمكن للرياح أن تمنحه القوة وتأخذ معها الملاط وتجعل الجدار بأكمله هشًا. والخطر الرئيسي هو ترشيح الملاط. إن عدم وجود سقف هو الذي سيقود المبنى إلى الخراب. هذا الاضمحلال هو السبب في أن ترميم التراث المبنى يشجع بشكل عام على تركيب سقف جديد أو إصلاحه عندما يكون ذلك ممكنًا. هذا ليس هو الحال

عمومًا في علم الآثار حيث سيكون من الضروري إعادة الإنشاء، مما يؤدي إلى فقدان الأصالة. إذا كان تدهور الجدار متقدمًا للغاية ومهدد بالانهيار، فيجب التدخل لإعادة محاذاته رأسياً. تقع المناطق ذات حالة حفظ حرجة في الجزء السفلي من الموقع (طبوغرافياً)، حيث تؤدي التأثيرات المشتركة للأمطار المباشرة والجريان السطحي والرياح والغطاء النباتي إلى تجريد طبقات الملاط من الحفظ. إنها أيضاً أهم منطقة لاستقرار الهيكل بأكمله. عندئذٍ يكون تكوين الرطوبة بالداخل أمراً لا مفر منه وسيعمل تراكم الضغط على طبقات السداد، مما يؤدي إلى حدوث تورم في الوجه الخارجي (انظر الفصل الثالث). يؤدي انحلال غلاف الملاط بفعل جريان المطر إلى حدوث العديد من التدهورات:

- يقلل من مقاومة الأحجار للأملاح ودورات الترطيب والتجفيف وكذلك التجميد والذوبان

- يؤدي احتباس الماء إلى عدم الاستقرار من خلال تقليل قدرة الجدار على العمل كوحدة واحد، مما يؤدي إلى التساقط وفقدان المواد.

- يمكن أن تترسب المواد الرابطة الذائبة في مسام الأحجار، مما يؤدي إلى تكلس فيجعل سطح الحجر على شكل مسحوق، سيتعين بعد ذلك استبداله أو معالجته.

- يتسبب في تشويه الجدار عند الوصول إلى ملاط القاعدة.

- تسبب الماء في سقوط الجص والطلاء، لأنه عند اختراقه يغسل المادة اللاصقة.

نقوم بفحص والتعليق على التقنيات المطبقة في التدخل على العناصر المعمارية التي رأينا وجوب التدخل الاستعجالي وفق ما ذكرناه في الأعلى:

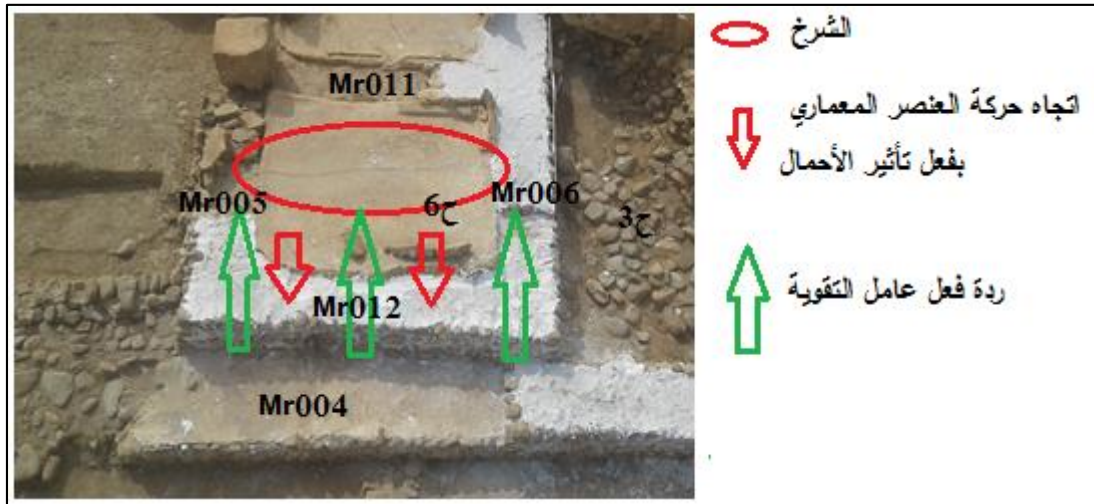
كما تُظهر الصورة رقم 118، تعرضت الجدران العرضية لتدهور هائل. ويفسر ذلك من خلال مواقعها بالنسبة لطبوغرافية الموقع، وموقعها بالنسبة لتدفق مياه الأمطار التي تحمل معها الأتربة ثم ترسبها على هذه الجدران "الهشة". تتراكم هذه الأتربة بمرور الوقت، والجدران الهشة للغاية لا تقاوم هذه القوة الهائلة المطبقة ضدها بسبب تراكمات التربة، حيث ينتهي بها المطاف بالانهيار. تتسبب ظاهرة التدمير هذه في تدهور ركائز ارضيات الأحواض ثم أرضياتها، نظراً لتقنية البناء المستخدمة، والتي تتميز بالتسلسل والترابط (ترتبط

الجدران العرضية بالجدران العمودية عند الزوايا، ثم المساحات المحددة بهذه الجدران التي تعمل كسندات لأرضيات الأحواض).

انبثقت فلسفتنا في العمل من هذا المبدأ، وهو حماية الجدران العرضية من عوامل التدهور، من خلال إنشاء نظام تصريف للمياه القادمة من أعلى التل، وتحويلها نحو الخارج. في الوقت نفسه، يتم تنفيذ إجراءات لتدعيم وتحسين الأسوار، من خلال تطبيق طبقة من الملاط الجيري الواقي على مستوى سطوح الأسوار. تم استخدام هذه التقنية في جميع الهياكل التي خضعت لنفس ظاهرة التدهور.

علاج شقوق أرضية الحوض ح6:

قمنا في الموقع بتقنية لعلاج الشروخ العميقة، ويظهر ذلك في اللوحة رقم 121، على مستوى الحوض السادس، للمستوى الوسطي لقسم الأحواض الشمالية، الذي عرف وجود شقوق طولية متجهة شمال/جنوب، يقسم أرضية الحوض إلى جزئين. توصلنا إلى معرفة سبب التلف والذي يتمثل في غياب جدار السند Mr012، من الجهة الشرقية (طبوغرافيا أسفل الموقع)، وبفعل الأحمال أثناء فترة وجود الموقع تحت طبقات الأرض (سمك الطبقة في هذا الجزء من المعلم يبلغ 1.5م)، أدى الى ظهور تلك الشقوق. وتدخنا في مثل هذه الحالات يتمثل في خلق استقرار للبنية وذلك بتقوية جدار السند لإيقاف تحرك سند أرضية الحوض نحو الأسفل. نذكر أن التقنية أعطت نتائج إيجابية.



الصورة رقم 120: توضح تقنية علاج الشروخ العميقة

- استقرار أرضية الحوض -

التفكيك وإعادة البناء:

في بعض الحالات، تعتبر هذه الطريقة من الحلول الجذرية للمشكلة، عن طريق فك الحجارة البناء في الجزء المنتفخ أو في حالة تدهور متقدم للهيكل، ومن ثم إعادة وضعها مرة أخرى. وتتم هذه العملية باتباع الخطوات التالية:

- إذا كانت مساحة الجزء المنتفخ في الجدار كبيرة مقارنة بحجم سطح واجهة الجدار، يراعى أن يتم تدعيم واجهة الجدار
- قبل فك الحجارة. أما إذا كانت مساحة الجزء المنتفخ صغيرة فيتم فك الحجارة دون الحاجة إلى تدعيم.
- بعد فك وإزالة الحجارة يتم تنظيف وتفريغ وسط الجدار من الحجارة والمونة المتفككة.
- توضع وصلات ربط تعمل على ربط سطحي الجدار مع بعضهما وتمنع انفصالهما مستقبلاً، ويمكن استخدام الحجارة المقطوعة أو العوارض الخشبية لهذا الغرض.
- إعادة صف الحجارة مع ملء وسط الجدار بالملاط والحجارة الصغيرة.



الصورة رقم 121: فك وإعادة البناء الجزء العلوي من السور Mr005



الصورة رقم 122: توضح وصلات ربط تعمل على ربط سطحي الجدار مع بعضهما

عرف الموقع الأثري ملاكو حالة انتفاخ جدار، وذلك على مستوى السور Mr005 للجزء الذي يفصل الحوض الوسطي للمستوى الثاني عن الحوض المستوى الأدنى من قسم الأحواض الشمالية، فقد تشكل هذا الانتفاخ من سقوط حجرة كلسية مصقولة التي تشكل العمود Sb026 قد يكون بفعل الزلزال (أنظر الفصل الثالث) وارتطامها مع المستوى العلوي للسور Mr005 أدى ذلك الى انتفاخ السور على ذلك المستوى.

فبعد إرجاع الحجرة المصقولة الى مكانها تم اصلاح منطقة ارتطامها مع السور، وذلك بنزع الجزء المتضرر، وإعادة بناءه حسب ما ذكر في الأعلى، حيث تم وضع هيكل خشبي بعد تنظيف المساحة قصد العلاج وتم إعادة العناصر المعمارية الى أماكنها وتثبيتها بطبقة من الملاط الجيري.

التدخل على الجزء الشرقي لقسم الأحواض الجنوبية:

الأسوار المحددة للحوض ح10، في حال حفظ رديئة، خاصة السورين العرضيين Mr017 Mr004، هذا الأخير يلعب دور سند لركيزة أرضي الحوض، نلاحظ أنه هناك تناسب طردي بين حل حفظه مع استقرار Sb114. قمنا بالتدخل في هذه الجزء من المعلم، على مستوى الزاوي ج/ش، بهدف تقوي السور Mr004 وكذلك ضمان استقرار ركيزة أرضية الحوض ح10. أنظر اللوحة المرفق أسفله.



اللوحة رقم 27: الجزء الشرقي من قسم الأحواض الجنوبية قبل وبعد التدخل

التدخل على السور Mr019:

تدعيم السور الشمالي للحوض الأوسط وجزء من الحوض الجنوبي بعد تنظيف الجدار. ثم قمنا بعد ذلك بتطبيق طبقة من الملاط الجيري، للحفاظ على الحصى على مستوى الجدار مما يسمح لنا بالحفاظ على الحوض على حالته.



اللوحة رقم 28: توضح السور Mr019 قبل وبعد التدخل

التدخل على الجزء الجنوبي لقسم الأحواض الشمالية:

تظهر اللوحة رقم 29، تدخلنا على الجزء السفلي من الموقع. ظاهرة التدهور كما أوضحت أعلاه واضحة للعيان في هذه الصور، نقاط التدخل مشار إليها بدوائر مرقمة. الحفاظ على استقرار ركائز أرضيات الأحواض (ح1 و ح6)، باستقرار السور Mr004 التي يحددها من الجانب الشرقي، (أنظر الفصل الأول، تقنية البناء).



اللوحة رقم 29: توضح الجزء الشرقي من سلسلة الأحواض الشمالية قبل وبعد التدخل

التدخل على السور Mr001:

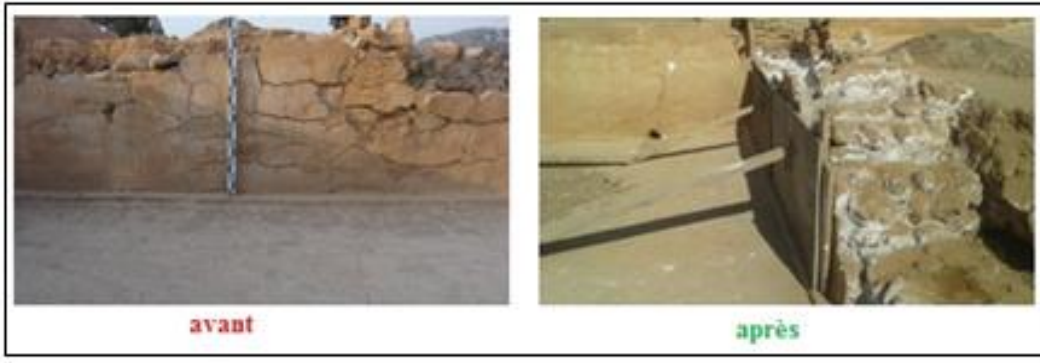
تُوضح اللوحة رقم 30 أسفله، تدعيم السور الشمالي للجدار الخارجي، بوضع طبقة من الملاط الجيري على السطح العلوي. هذا الإجراء له وظيفة مزدوجة، تتمثل في استقرار السور بحد ذاته واستقرار أرضي الحوضين ح2 و ح3 (تدعيم الحوضين)، "الحوض المركزي والحوض الغربي للمستوى الأول من جزء الحوض الشمالي"



اللوحة رقم 30: توضح النصف الغربي للسور Mr001 قبل وبعد التدخل

التدخل على السور Mr006:

طبقتي التلبيس في حالة حفظ سيئة جدا، حيث تظهر شقوق عميقة أنظر اللوحة رقم 31 فاستمرار تعرض هذه الواجهة لعوامل التلف المختلفة من المرجح أن يزداد هذا التدهور المدمر، وقد يؤدي الى غياب تام لهذا العنصر المعماري. في إطار التدخل المستعجل قصد الحفظ والصيانة، تم تركيب ألواح خشبية على كامل سطح الجدار الذي يدعم الجبس. ثم تم وضع طبقة من الملاط فوق الجدار لمنع اختفاء طبقات التلبيس المنزوعة من الجزء العلوي من الجدار ومنع سيلان مياه الأمطار مباشرة على الحافة العلوي.



اللوحة رقم 31: توضيح للسور Mr006 قبل وبعد التدخل

التدخل على السور Mr005:

تضرر السور Mr005، على مستوى الحوض ح5 بفعل سقوط حجارة العمود PI026 (يرجح بفعل الزلزال) أنظر الفصل الثالث، جزء تأثير العوامل الطبيعية في تلف المباني الأثرية، أدى ارتطام الحجارة المصقولة بسطح السور إلى حدوث انتفاخ أنظر اللوحة اسفله، وتفتت بذلك المادة الرابطة (الملاط الجيري)، ترك هذا السور بدون أي تدخل قد تتواصل درجة التلف، فقد قمنا بهدم الجزء المتضرر، وتنظيفه جيدا، مع الحفاظ مواد البناء الأصلية، فبواسطة هيكل خشبي قمنا بإرجاع أجزاء التلبيس المفصولة الى موضعها مع وضع طبقة من الحصى والملاط الجيري على سطح السور كما هو موضح في الصورتين في اللوحة التالية .



اللوحة رقم 32: توضح للسور Mr005 قبل وبعد التدخل.

التدخل على جزء من السور Mr003:

يظهر الجدار الغربي العرضي عند الأجزاء المجاورة لقسمي الأحواض في حفظ جيدة، في حين الجزء الموالي لمنطقة الانتقال يبدو أكثر تضرراً، جزء كبير منه أعيد بنائه لاحقاً، تعرض الهيكل الأصلي لهدم عميق، (أنظر جزء الوصف المعماري لـ Mr015). اقتصر تدخلنا فقط على تدعيم جزء من هذا الجزء الموجود على الجانب الشمالي من رجل باب السلم منطقة الانتقال، والذي تضرر من تدفقات المياه، لذلك تم وضع نظام تصريف مياه الأمطار خارج الموقع، أنظر اللوحة أسفله.



اللوحة رقم 33: تبين الجزء الأوسط من السور Mr003 قبل وبعد التدخل

على العموم تقتصر جل التدخلات، في استقرار الأجزاء التي تبدي ضرر كبير وأيضاً أجزاء تساعد في استقرار الأجزاء الأخرى، كون العناصر المعمارية مبنية بطريقة متسلسلة كل جزء سند للجزء آخر. أنظر اللوحة أسفله صور للمعلم بعد التدخل الاستعجالي الأدنى.



الصورة رقم 123: تبين حالة المنشأة الصناعية الجنوبية بعد التدخلات.

ولأننا نخطط كل عام، كجزء من التوعية، وعلى أمل تعاون المجتمع في الحفاظ على التراث المادي، ينظم فريق الحفريات بالتعاون مع الجمعيات الاجتماعية والبيئية المحلية لقرية أخناق، تلويث، تفسوث ومديرية الثقافة لولاية بجاية التي تنظم الأبواب المفتوحة يحضرها العديد من الزوار. من أجل فتح هذا الموقع للجمهور، تم إنشاء مخطط سير للزائرين لحماية الأجزاء الأكثر هشاشة التي لم يتم توحيدها بعد. ومن المقرر أن يتم توحيدهم في أعمال الحفريات التالية. تعتبر هذه المرحلة من التدخل على أنها مقدمة لأعمال الترميم المستقبلية أكثر تعمقاً في موقع ملاكو الأثري بأكمله.



الصورة رقم 124: تُظهر تدفق الزوار للموقع خلال الأيام المفتوحة.

I. 4. 3. كمية المواد المستعلة في عمليات التدخل:

اعتمدنا في جل التدخلات على مواد بناء تمّ استعمالها في بناء الموقع، كالحصى، التي استرجعناها من خلال البقايا المنتشرة على جميع الطبقات الاستغرافية التي غطت الموقع، كما استعملنا الرمل، وهذا الأخير اتينا به من الواد، بالإضافة إلى الجير، استعملنا الجير الصناعي من علامة "عزيزة" حيث هذا النوع من الجير أعطى نتائج جيدة أثناء اختباره. أما من حيث الكميات، فقد استعملنا هذه المواد وفقا لنتائج الاختبار التي قمنا بها في الموقع " انظر الفصل الرابع في تجارب اختيار الملاط المناسب".

أما من حيث الكمية فقد استعملنا في هذا التدخل 256 كيس من الجير، بالإضافة إلى حمولة مكونة من ثلاث عربات كاملة من الرمل بالإضافة إلى أكثر من حمولتين من الحصى.

II. اقتراح رسم ثلاثي الأبعاد للمعلم

إعتمادا على الملاحظة الميدانية وعلى التحليل النظري لتقنية البناء المتبعة في تشييد المنشأة الصناعية الجنوبية للموقع الأثري ملاكو، مع أخذ بعين الاعتبار مراحل التشييد. على هذا الأساس نلخص ومراحل بناء المعلم مع وضع رسومات توضيحية للهياكل المعمارية، نُظهر فيها الحالة النهائية لكل هيكل أثري، ثم في الأخير نضع رسم ثلاثي الأبعاد تقريبي لقسمي الأحواض.

II. 1. حفر خنادق القواعد للجدار الخارجي:

وهي عبارة عن حفر طويلة ذات عرض معتبر، يبلغ حوالي 1م، ويقدر عمقها حوالي 0.5م أما أطوالها حسب طول السور الذي تحمله. يستعمل في حفر الخنادق نفس الأدوات المذكورة أعلاه، تم حفرها أسفل الحيطين الغربي والجنوبي الناتجين من عملية التسوية على بعد 40سم منه.

II. 2. وضع القواعد و الأساسات:

تعتبر هذه العملية أساسية كون الركييزة هي الحاملة لكل الكتلة المعمارية. تحتوي المنشأة الصناعية الجنوبية على سورين متعامدين في الزاوية الجنوبية الغربية، يعتبران سورا الدعامة، نظرا للجرف المتشكل عند التسوية، استعمل في بناءها الركام (حصاة الوادي)

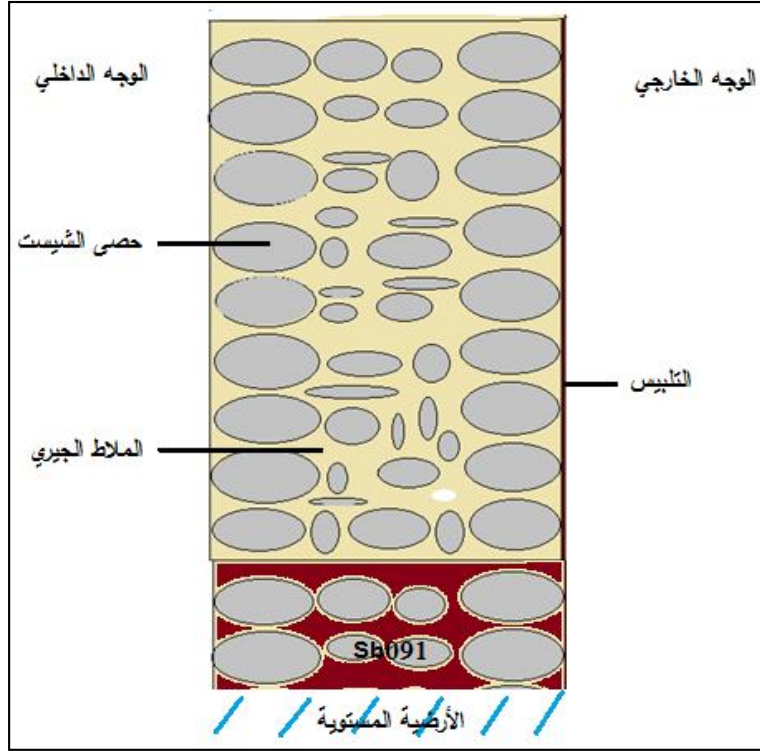
والملاط الجيري. و تقنية بناءها عبارة عن تناوب طبقة من الملاط الجيري (ذات طبيعة شبه سائلة) و طبقة من الحصاة.

II. 3. تقنية بناء الجدار الخارجي:

تم بناء الأسوار بجهاز خام يتكون أساسا من الحصى والملاط الجيري، بتقنية *opus incertum*، يستعمل فيها هيكل خشبي (لم نجد آثار له فقد يرجح أنه مصنوع من الخشب وهي مادة قليلة المقاومة للعوامل الطبيعية وكذلك فلسفة العمل والتي تضع مثل هذه الأجهزة ضمن خانة المواد التي تستعمل وترمى مباشرة بعد الاستعمال كونها تفقد الفعالية بعد استعمالها) ويكون الملاط عادة في حالة شبه سائلة، لكي يدخل بين الحصى ولا يشكل فراغات التي من شأنها أن تضعف البناء. يتم مراعاة وضعية الحصاة ذات الشكل البيضوي على طرفي السور بمحاذاة الهيكل مع توجيه الجهة العريضة للحصى للداخل، ثم يتم ملأ ما بين الصفيين من الحصى البيضاوية الشكل بالحصى الأصغر حجما. تمت عملية بناء الجدار الخارجي، بوضع طبقة من الملاط الجيري تم طبقة من الحصى بشكل متناوب، ونحصل في النهاية على هيكل متماسك، يقاوم مختلف القوى الميكانيكية التي تؤدي إلى تلف هذا التركيب.

II. 3. 1. السورين Mr001 و Mr004:

شيدا بالتقنية المذكورة سابقا، في حين تم تقوية زاوية التقاءهما (الزاوية الشمالية الشرقية)، بسلسلة من الأحجار المصقولة المترابطة ذات الشكل المستطيل، وذات امتداد متناوب، أي حجرة تمتد طوليا على السور Mr001، والحجرة التي توضع فوقها تمتد طوليا على السور Mr004، وهكذا دواليك، حتى نهاية السورين. تقنية بناء السور Mr001 لا تختلف عن تقنية بناء أسوار الأخرى، فالاختلاف يكمن في الأبعاد وكذلك الهيئة المعمارية، وهذا ما يفرض استعمال الركام الأكبر حجما في حالة الأسوار ذات السمك الكبير قصد ملأ ذلك الحجم وريح الوقت أثناء البناء. أنظر المخطط المرفق أسفله. والهدف من هذه التقنية هو التقوية، كون السورين يقومان دور سند لركائز أرضيات الاحواض للقسم الشمالي.

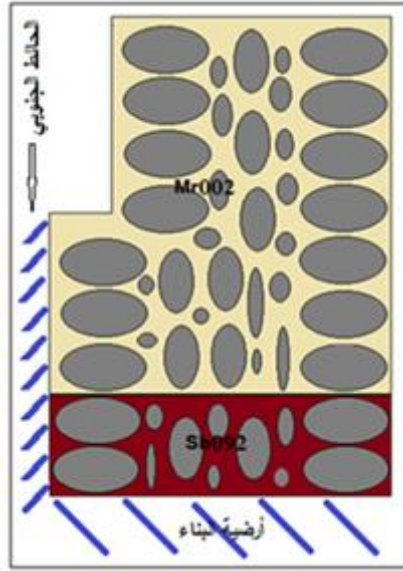


المخطط رقم 32: رسم تخطيطي لمقطع عرضي - لتقنية بناء السور Mr001-

II. 3. 2. السورين Mr002 و Mr003:

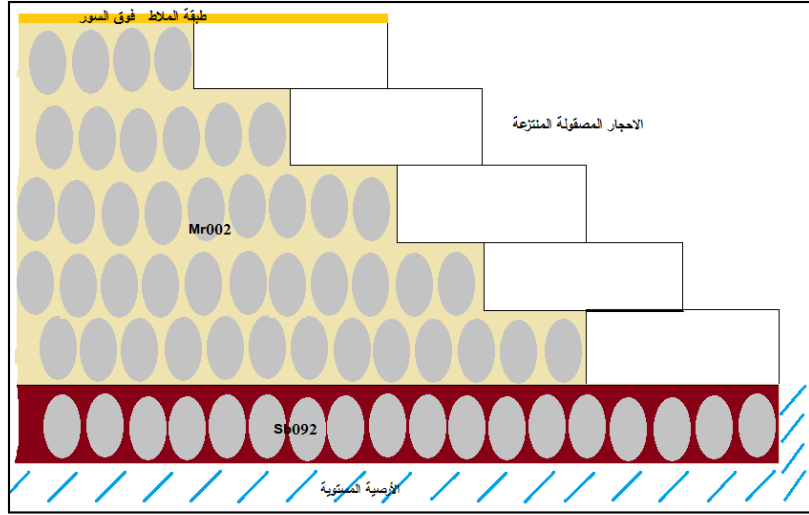
تم بناءهما بنفس التقنية المذكورة سابقا، ولكن بهيئة مختلفة، وهذا ما يبرره الدور الثاني الذي يقوم به السورين بالإضافة الى تحديد المعلم، ويتمثل في دور الدعامه. لذا نلاحظ أن الجزء المتصل بالحيط الترابي المشكل من عند عملية التسوية، يكون أعرض من الجزء العلوي للسورين، كما هو موضح في المخططين المرفقين أسفله.

استعمل في بناءهما نفس تقنية البناء المعتمدة في الموقع ككل، فيما يخص السور Mr002 ونظرا لعرضه الكبير بالمقارنة مع الأسوار الأخرى (1.3م) تقريبا فقد استعمل الركام ذو حجم كبيرة لغرض ربح الوقت في تشكيل هذا الركام. تم استعمال هيكل ذو لوح واحد في البداية من الوجه الداخلي للسور (الجزء الذي يقابل الحائط الجنوبي) من الجهة السفلى، هذا ما جعل السور يبدي شيء من الانحناء للخارج (استغل الحائط كلوح ثاني) في حين الوجه الداخلي قائم، ثم بعد الجزء المقابل للحائط الجنوبي تم استعمال هيكل ذو لوحين لذلك يظهر لنا السور عمودي بالنسبة لجزء ارتفاعه. هذا ما يفسر استقامة الأحجار المتراكبة.



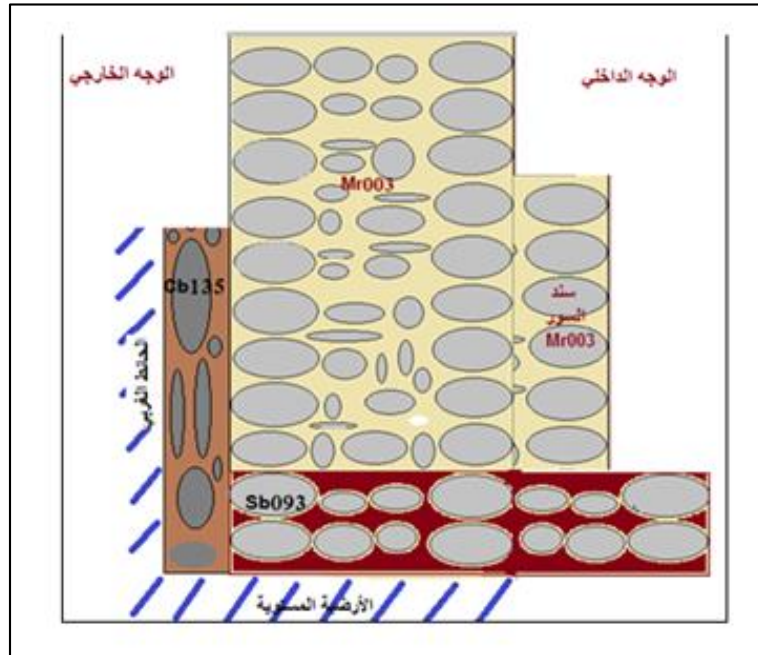
المخطط رقم 33: رسم تخطيطي للسور Mr002

ذكرنا في الفصل الثاني أنه بعض أسوار المنشأة مزدوجة الوظيفة، فهي الي جانب انها محددة للحوض، فهي حيز للتنقل داخل أرجاء الأحواض والمرور إلى الاحواض البعيدة عن منطقة الانتقال. يعد السور Mr002 مزدوج الوظيفة، فهو يحد المنشأة من الجهة الجنوبية وكذلك يعتبر ممر إلى الأحواض ح 8 وح 9 وح 10، من الجهة الشرقية، يحتوي بذلك على سلم من الطرف الشرقي، وقد يرجح أنه شيد بنفس تقنية تشييد السلام في المعلم، حيث يلعب السور دور سند لدرجات مصنوعة من الحجر الكلسي المصقول. غير أن حالة الحفظ المتدهورة للسور، فقد كل الجزء الحامل للدرجات، ولا يبقى منه سوى بعض الآثار، أنظر الصورة رقم 9 في الفصل الثاني. في المخطط التالي نعرض على إعادة تشكيل هذا الجزء من السور الذي يحتوي على سلم.



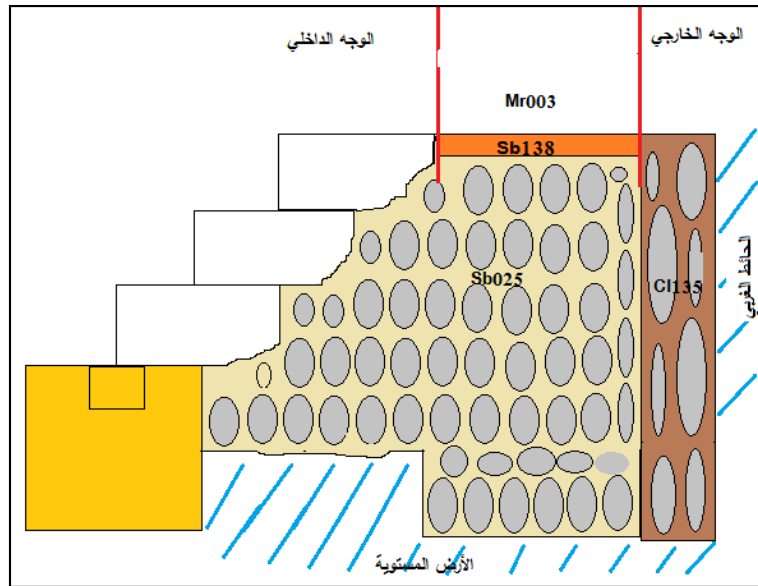
المخطط رقم 34: رسم تخطيطي لسلم قسم الأحواض الجنوبية

أما فيما يخص السور Mr003، كذلك تم استعمال هيكل في بناءه، هذا ما يفسر قوام السور (هيكل ذو لوحين لذلك يظهر لنا السور عمودي بالنسبة لجزء ارتفاعه) واستقامة الأحجار المترابطة بنفس التقنية المذكورة سابقا. أما بالنسبة للفراغ المتشكل بين السور والحائط الغربي فقد غمر بالحصى والتراب. كما هو موضح في اللوحة أدناه.



المخطط رقم 35: رسم تخطيطي لمقطع عرضي للسور Mr003

عند بناء السور Mr003، تم أخذ بعين الاعتبار تشييد سلم منطقة الانتقال، فهو امتداد معماري له، على شكل كتلة بنية بالحصى والملاط الجيري. الملفت للانتباه هو أن بناء المعلم قام بوضع مخطط قبل الشروع في عملية البناء والدليل على ذلك هو ترك جزء من الأرضية المستوية مرتفع قليلا عن مستوى الأرضية ليلعب دور طبقة أولى لركيزة السلم، وكذلك لتوفير الجهد وتوفير مواد البناء. تم بناء ركيزة السلم بنفس تقنية بناء ركائز السلام في المعلم، وكذا توضع الدرجات.



المخطط رقم 36: رسم تخطيطي لمقطع عرضي (ش/غ)
لسلم مدخل منطقة الانتقال

II. 4. مراحل بناء السلم الرئيسي الشمالي:

من حيث الطبقة، جاءت مرحلة تشييد السلم الشمالي في فترة لاحقة بالمقارنة مع المبنى بأكمله هذا ما يتبين لنا من خلال وجود اللباس على الوجه الخارجي للسور Mr001، كما أنه و من خلال تحليلنا لطريقة و تقنية بناء السلام تتضح لنا المراحل التالية:

II. 4. 1. وضع القواعد و الأساسات:

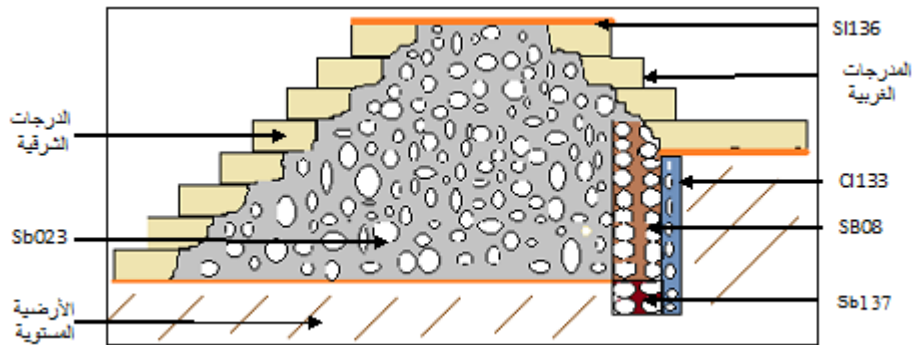
تعتبر هذه العملية أساسية كونها الركيزة والحاملة لكل الكتلة المعمارية، يحتوي السلم الشمالي للمنشاء الصناعية الجنوبية على سورين متعامدين في الزاوية الشمالية الغربية (أنظر الفصل الاول).

II. 2.4. تشييد الأسوار:

تم بناء الأسوار بنفس التقنية المذكورة سابقا. حيث نسجل أن السورين Sb087 و Mr004 تم بناءهما في أن واحد، وما يدل على ذلك هو ترابطهما عند الزاوية ش/غ.

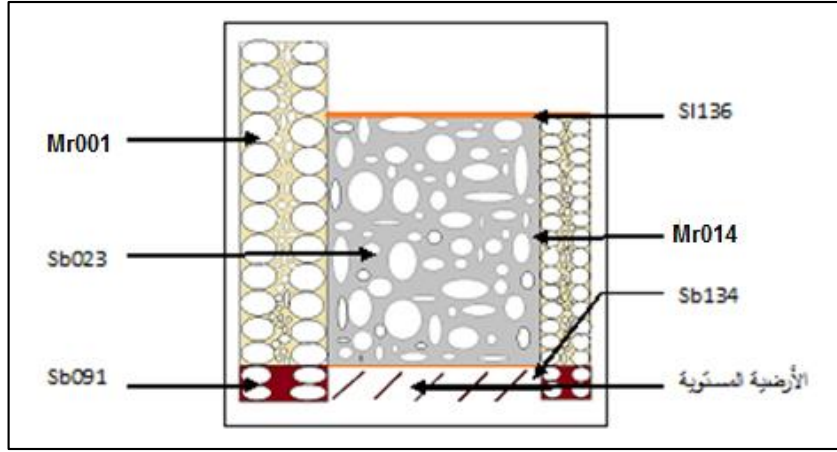
II. 3.4. وضع ركيزة السلام والدرجات:

في هذه المرحلة من التشييد يتم فيها القيام بعملتين متزامنتين وهما، غمر الفضاء المحدد من طرف Mr001 و Mr014 و Sb087 بواسطة ركام والملاط الجيري (يكون الغمر عشوائي دون إتباع أي وضعية معينة أو انتقاء للركام)، ويكمن الهدف منه هو الحصول على بنية مترابطة، بحيث يكون البناء صلب، ذو نواة صلبة ومتماسكة بداخلها، ويسهل الحصول على مستويات هامة من الأبعاد سواء العلو أو الامتداد وتستطيع تحمل ثقل الدرجات التي هي عبارة عن حجارة رملية مصقولة من الجوانب الظاهرة وكذلك من الجوانب التي تكون مع اتصال بالحجارة الأخرى المكونة للمدرجة والوجه الذي يمد على واجهة السور Mr014 من الجهة الشمالية، في حين الوجهين الآخرين لا يتم تشذيبهما لجعل التماسك قوي مع ملاط المستعمل في الركيزة، وتتواصل عملية الغمر وتضع الدرجات حتى الوصول إلى مستوى المسطح العلوي الذي يمد إلى سلسلة الأحواض الشمالية. يجدر الإشارة إلى أن الغمر يختلف من الجهة الشرقية، حيث توضع الدرجات من قاعدة ركيزة السلام إلى غاية المسطح العلوي، عن الجهة الغربية حيث توضع المدرجة الأولى على نهاية سور الدعامة Sb087 على ارتفاع حوالي 1.2م ثم يتواصل الغمر وتوضع الدرجات إلى غاية بلوغ المسطح العلوي. أنظر المخطط التالي.



المخطط رقم 37: تمثيل تخطيطي للتوزيع العناصر المعمارية مقطع ش/غ

للسلم الرئيسي الشمالي



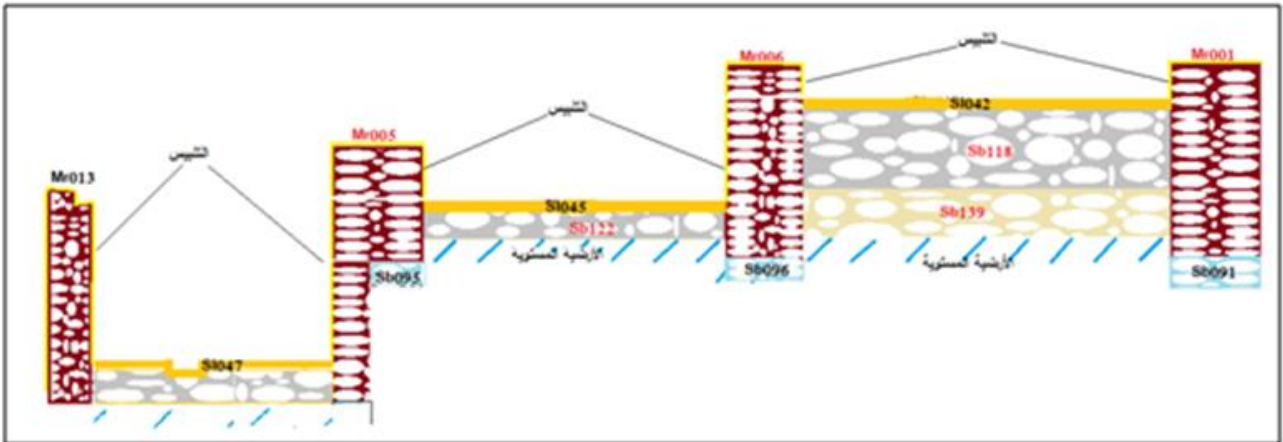
المخطط رقم 38: تمثيل تخطيطي للتوزيع العناصر المعمارية مقطع ش/ج
للسلم الرئيسي الشمالي

II. 5. مراحل بناء قسم الاحواض الشمالية:

جاءت مرحلة بناء قسم الأحواض الشمالية بعد تشييد الجدار الخارجي للمعلم، وقد يمكن أن تكون مرحلة بناءه متزامن مع بناء قسم الاحواض الجنوبية. نلخص أهم مراحل بناء هذا القسم من الاحواض.

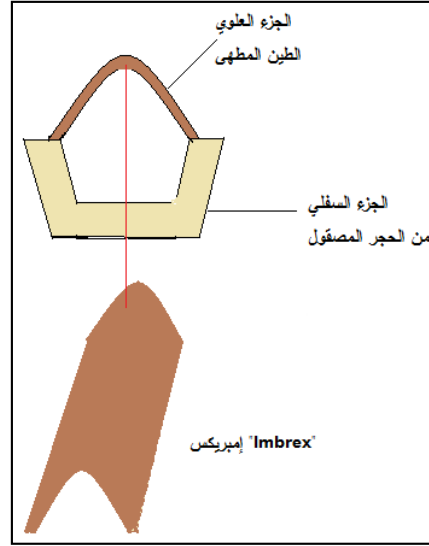
II. 5. 1. بناء السورين Mr005 و Mr006:

تم بناءهما بنفس التقنية المذكورة سابقا. حيث نسجل أن السورين Mr005 و Mr006 تم بناءهما في أن واحد، وتم بناءهما لتحديد المستويات المختلفة للاحواض، و كذلك سندات ركائز أرضية الأحواض.



المخطط رقم 39: رسم تخطيطي لمقطع ش/ج لقسم الأحواض الشمالية
على مستوى محور التناظر

كما انها تحمل قواعد الاعمدة PI160 و PI193 بالنسبة للسور Mr006 و ذلك على مستوى النهاية العلوية لـ Sb119، بالإضافة إلى تهيئة قنوات الاتصال بين المستوى العلوي والمستوى الوسطي على مستوى تهيئة الأرضيات.

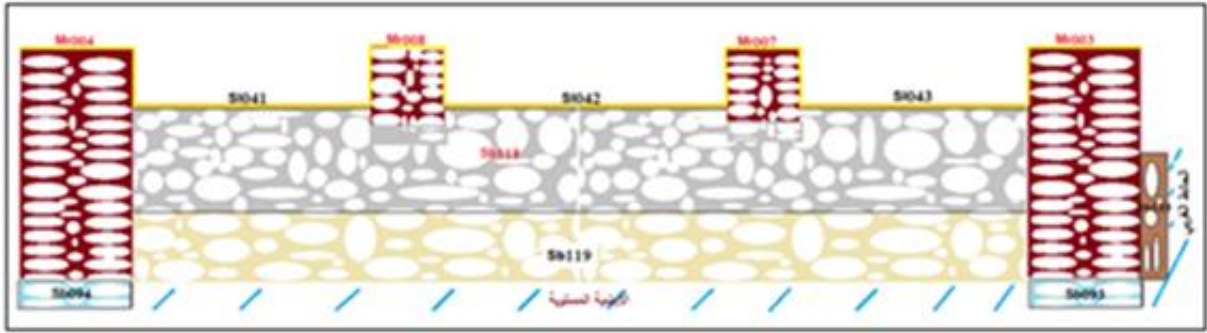


المخطط رقم 40: رسم تخطيطي لمقطع عرضي في القناة Sb140

أما بالنسبة للسور Mr005 يتم تهيئة القناة (معدن الرصاص) التي تصل الحوض ح5 بالحوض ح7 (خزان الاسترداد) كما يتم وضع قواعد الأعمدة PI026 و PI194 على مستوى 1.15م عن النهاية العلوية لـ Sb122.

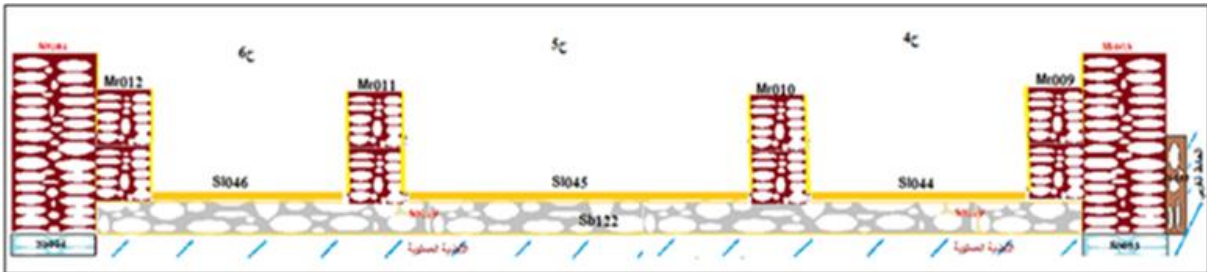
II. 5. 2. وضع ركائز أرضيات الأحواض:

الأسوار Mr001 و Mr003 و Mr004 و Mr006 ، تحدد المستوى العلوي لقسم الاحواض الشمالية، يتم وضع في هذا الفضاء ركيزة أرضية الأحواض، وهذه الأخيرة تتكون من طبقتين Sb118 و Sb119 .



المخطط رقم 41: رسم تخطيطي لمقطع ش/غ للمستوى العلوي
لقسم الأحواض الشمالية

أما الأسوار Mr006 و Mr005 و Mr003 و Mr004 ، تحدد المستوى الوسطي لقسم الأحواض الشمالية، حيث يتم وضع في هذا الفضاء ركيزة أرضية الأحواض Sb122. (انظر الجزء الخاص بالوصف في الفصل الأول).



المخطط رقم 42: رسم تخطيطي لمقطع ش/غ للمستوى الوسطي
لقسم الأحواض الشمالية

II. 5. 3. الأسوار المحددة لأحواض:

نقصد بهذه الأسوار Mr007 و Mr008، بالنسبة لأحواض المستوى العلوي، حيث تم انشائها على Sb119. أما بالنسبة لأحواض المستوى الوسطي نجد Mr009 و Mr010 و Mr011 و Mr012 حيث تم انشائها على Sb122.

II. 5. 4. تهيئة الأرضيات:

يتم تهيئة الأرضيات على Sb119 بالنسبة للمستوى العلوي، وعلى Sb122 بالنسبة للمستوى الوسطي، وذلك باستعمال الملاط الجيري، على شكل طبقة ذات سمك مهم.

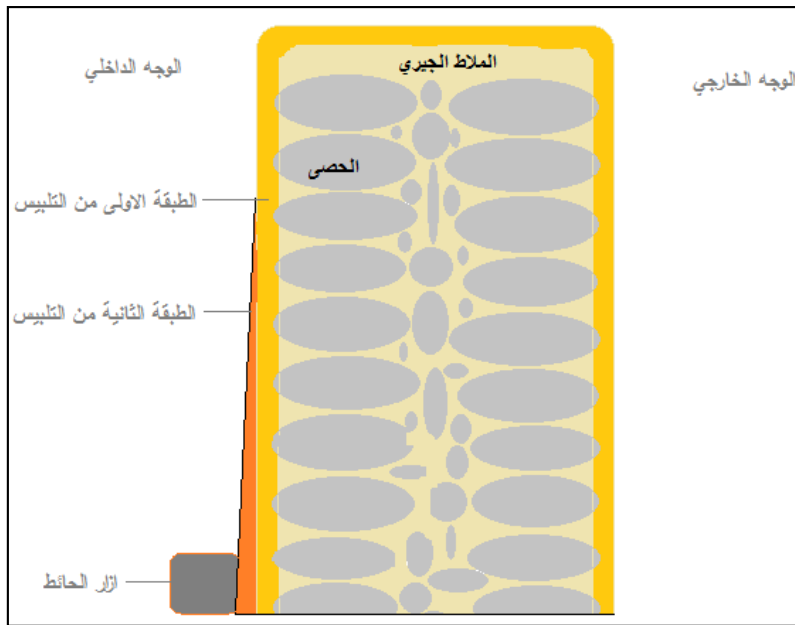
استعملت في القديم في المنشآت المائية الملاط الجيري بما يتميز بصلابة عالية ومقاومة جيدة في الوسط الرطب، وهو ما يعرف بالملاط الروماني أو ملاط القرميد أو الأجر والميزة الأساسية التي يوقرُها هذا النوع من مواد البناء هي الخاصية المائية الناتجة عن إضافة مسحوق القرميد أو الأجر، حيث يتم الحصول على هذه الخاصية من خلال تفاعلات كيميائية بين الجير والمواد المضافة¹⁷⁷.

II. 5. 5. التلبيس:

تطبيق طبقتين من التلبيس على الأوجه الداخلية للأسوار.

II. 5. 6. ازار الحائط:

يتم تهيئة هذا العنصر المعماري على المستوى الوسطي لقسم الأحواض الشمالية.

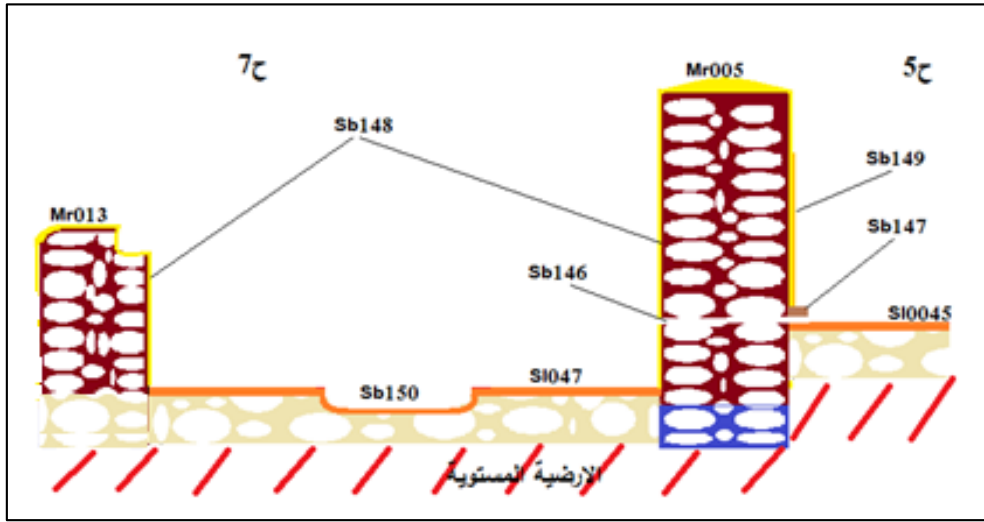


المخطط رقم 43: رسم تخطيطي لتوضع التلبيس على الأسوار (السور Mr006)

¹⁷⁷ بلعبيود بدرالدين، الملاط الجيري في المنشآت المائية في الفترة الرومانية، مجلة الدراسات الأثرية، مجلد: 16 / عدد 1/2018.

II. 5. 7. الحوض السابع:

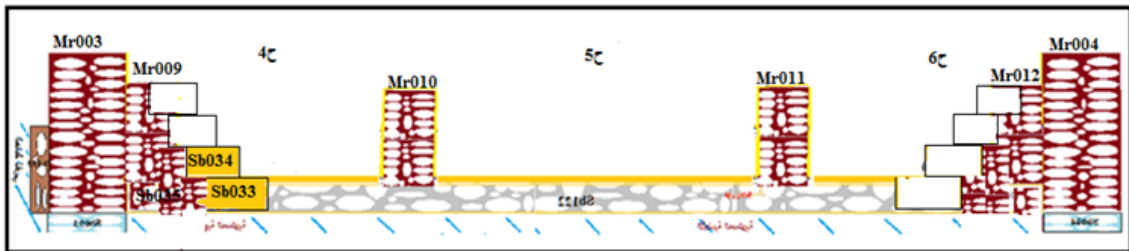
تأتي مرحلة تشييد هذا الحوض، في مرحلة متأخرة بالنسبة للمستويين الآخرين. كون هذا الحوض يقع جانب الحوض ح5 على مستوى منخفض عنه فقد تم حفر حفرة نصف دائرية (شكل الحوض)، ثم يتم تشييده بنفس مراحل تشييد المذكورة في الأعلى، حيث يتم تهيئة ركيزة الأرضية، تم تشييد السور Mr013، بعدها تهيئة الأرضية مع وضع المستوى المنخفض في وسط الحوض، بعدها يتم تطبيق طبقتي التلبيس على الوجهين الداخلي والخارجي للسور.



المخطط رقم 44: رسم تخطيطي لمقطع في الحوض "ح7"

II. 5. 8. سلمي قسم الأحواض الشمالية:

تأتي مرحلة تشييد هذان السلمين في مرحلة أخيرة، أما عن مراحل تشييدهما فهي لا تختلف عن باقي السلالم الموجودة في الموقع، حيث يتم تهيئة الركيزة مع وضع الدرجات حتى بلوغ المستوى الأعلى.



المخطط رقم 45: رسم تخطيطي لمقطع ش/غ على مستوى سلمي

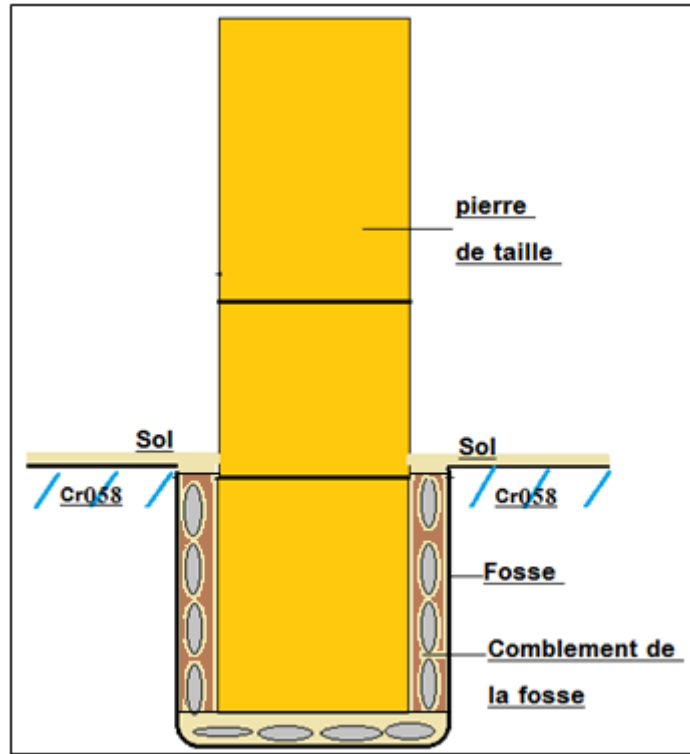
لقسم الأحواض الشمالية

II. 6. مراحل بناء هياكل منطقة الانتقال:

لا يمثل هذا الجزء من المعلم، تعقيدا معماريا كبيرا، نجد فيه مجموعة أعمدة موجودة في مستوى واحد من حيث الطبقية، بالإضافة الى حجرتي ذات الثقب (عند سلم منطقة الانتقال)، أنظر الجزء الخاص بالوصف المعماري في الفصل الأول. كما يحتوي على حوض الدهس ح11، الذي كذلك ينتمي الى نفس الطبقية العناصر المذكورة سابقا، ثم تأتي الأرضية كآخر عنصر معماري يتم تهيئته في منطقة الانتقال.

II. 6. 1. الأعمدة:

يتم غرس العمود داخل الأرضية المستوية، وذلك بحفر حفرة على شكل مربع، ثم وضع طبقة وهي عبارة عن مزيج من الركام والملاط الجيري، بعدها يتم وضع حجارة كلسية مصقولة ثم يتم غمر الفراغ الموجود بين الحجرة وحيطان الحفرة بواسطة مزيج من التراب الركام، بعدها يتم مواصلة تشييد العمود بوضع الحجارة الأخرى فوق بعضها البعض لبلوغ الإرتفاع المراد.

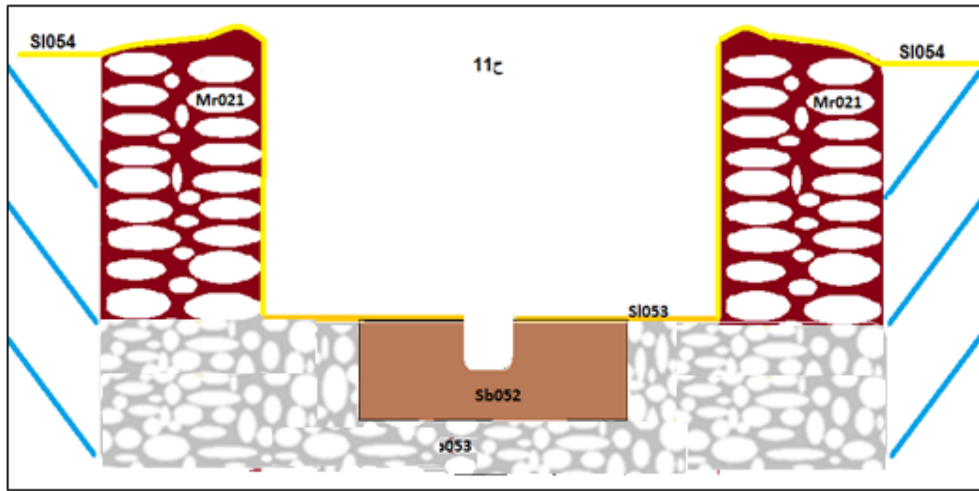


المخطط رقم 46: رسم تخطيطي لتقنية بناء أعمدة المعلم -منطقة الانتقال -

أما بالنسبة للأعمدة المتواجدة فوق أسوار قسمي الأحواض، يتم تشييدها بعد وضع حجرة حاملة لبقية أحجار العمود فوق السور الحامل للعمود على ارتفاع معين، حيث نسجل اختلاف في ارتفاع موضع الحجرة الحاملة للعمود فوق السور من عمود لآخر.

II. 6. 2. مراحل بناء حوض الدهس:

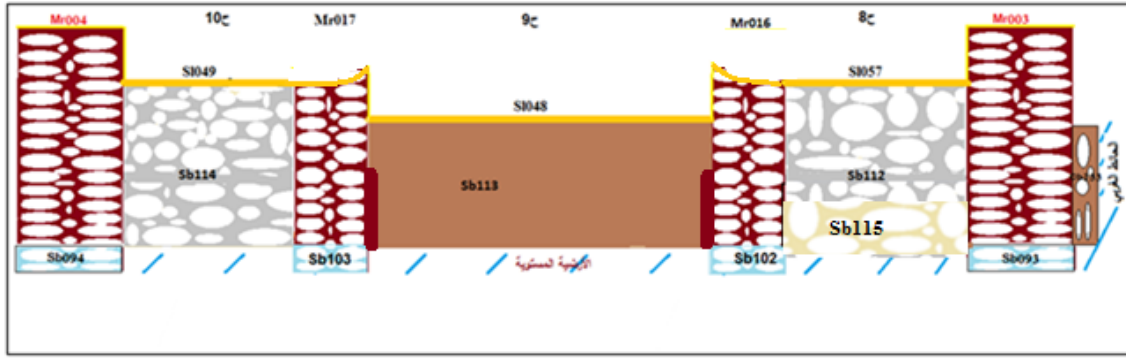
تأتي مرحلة تشييد هذا الحوض فوق الأرضية المستوية. كون هذا الحوض يقع على أرضية منطقة الانتقال على مستوى منخفض عنه فقد تم حفر حفرة دائرية (شكل الحوض)، ثم يتم تشييده بنفس مراحل تشييد المذكورة في الأعلى، حيث يتم تهيئة ركيزة الأرضية مع وضع حجرة حاملة محور دوران الطواحن، تم تشييد السور Mr021، بعدها تهيئة الأرضية، بعدها يتم تطبيق طبقتي التلبيس على الوجه الداخلي للسور.



المخطط رقم 47: رسم تخطيطي لمقطع للحوض "11".

II. 7. مراحل تشييد قسم الأحواض الجنوبية:

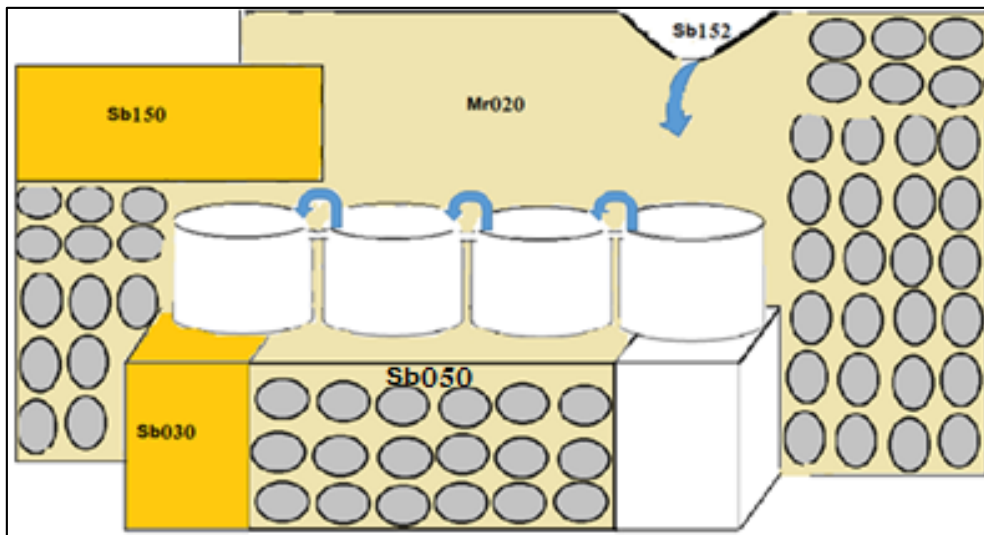
لا تختلف فلسفة بناء هذا القسم من الأحواض عن فلسفة بناء قسم الأحواض الشمالية، فقد اعتمد مشيد القصر في بناء الأسوار التي تلعب دور التحديد وسندات لركائز أرضيات الأحواض.



المخطط رقم 48: رسم تخطيطي لمقطع ش/غ

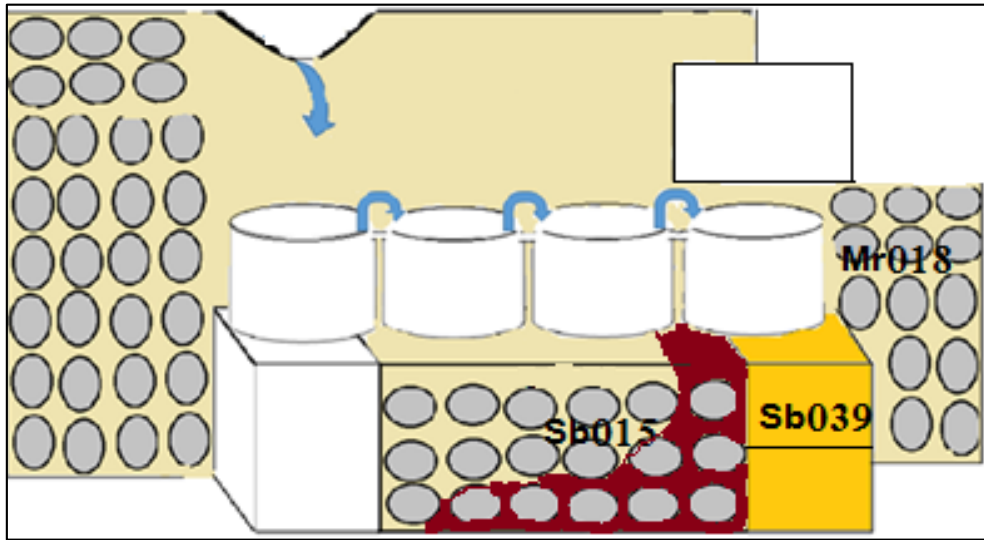
للقسم الأحواض الجنوبية

فبالنسبة للحوض ح 8، تم بناء السورين Mr016 و Mr020 (الذي يحمل قاعدة العمود PI167)، حيث بني فوق Mr002 و Mr020 فوق Mr003، يشكل بذلك حيز مربع الشكل حدوده الأسوار Mr002 و Mr003 و Mr020 و Mr016 (السورين Mr020 و Mr016 و ارتفاعهما لا يرتفع كثيرا عن أرضية الحوض كما في القسم الشمالي)، بعدها يتم غمر ذلك الفضاء بطبقتين من الركيظة Sb115 و Sb112، ثم يتم وضع الأرضية فوق Sb112 والسورين Mr020 و Mr016 كما هو موضح في المخطط أسفله، وضع جعل الحافتين المطلتين على الحوض ح 9 و جرار الاسترجاع مرتفعة قليلا على مستوى الأرضية، و وضع قناة على الحافة التي تطل من السور Mr020 حيث يسيل العصير الناتج عن الضغط نحو سلسلة الجرار استرداد العصير، أنظر اللوحة المرفقة أسفله.



المخطط رقم 49: رسم تخطيطي للهيكل المبني Sb050 موضحا الوظيفة

كذلك بالنسبة للحوض ح10، والذي تم تشييده بنفس مرحلة تشييد الحوض ح8، فقد تم بناء السورين Mr017 و Mr018 (الذي يحمل قاعدة العمود P1161)، حيث Mr017 بني فوق Mr002 و Mr018 فوق Mr004، يشكل بذلك حيز مربع الشكل حدوده الأسوار Mr002 و Mr004 و Mr018 و Mr017 (السورين Mr018 و Mr017 ارتفاعهما لا يرتفع كثيرا عن أرضية الحوض كما في القسم الشمالي) ، بعدها يتم غمر ذلك الفضاء بطبقة من الركييزة Sb114، ثم يتم تهيئة الأرضية فوق Sb114 والسورين Mr018 و Mr017 كما هو موضح في المخطط أسفله، كما يجعل للحافتين المطلتين على الحوض ح9 وجرار الاسترداد مرتفعة قليلا على مستوى الأرضية، ووضع قناة على الحافة التي تطل من السور Mr018 حيث يسيل العصير الناتج عن الضغط نحو سلسلة الجرار استرداد العصير، أنظر اللوحة المرفقة أسفله.



المخطط رقم 50: رسم تخطيطي للهيكل المبني Sb051 موضعا الوظيفة

اعتمادا على ما سبق، نلخص في التمثيل البياني التالي في الصفحة الموالية، جل مراحل تشييد المعلم (المنشأة الصناعية الجنوبية)، باستعمال الرموز المشار اليها في الجدول رقم 1، بداية الفصل الأول.

II. 8. إعادة تصور المنشأة من خلال الملاحظة الميدانية:

استنادا للمعطيات الميدانية، بالإضافة لتحليل المخططات أرقام 4،5،6،7،9،12، في الفصل الأول، حيث تُظهر هذه المخططات الأجزاء الناقصة، والمشار إليها باللون الأحمر، والتي تمّ وضعها بالمقارنة مع الهياكل المعمارية التي تحافظ إلى حد كبير على عناصرها المعمارية. نقوم باقتراح هيئة المنشأة خاصة في القسمين الشمالي والجنوبي اللذان يحتويان على سلاسل الأحواض، في الشكل التخطيطي أسفله.



المخطط رقم 52: إعادة تصور المنشأة الصناعية الجنوبية
(الأجزاء الخاصة بالأحواض)

الخلاصة:

أثناء الحفرية الأثرية، المادة الأثرية " أداة الدراسة العلمية والتاريخية" كما أوضحتها اتفاقية مالطا¹⁷⁸، تصطدم بمحيط جديد مغاير تماما للذي كانت فيه لمدة زمنية طويلة أين أظهرت نوع من التأقلم معه، تختلف فيه درجة الحرارة والرطوبة وهي معرضة للوسط الهوائي حيث نسبة الأكسجين مرتفعة وهي عوامل مساعدة لمختلف النشاطات الطبيعية المتلفة للمادة الأثرية والتي تساعد على التغيير في هيئتها الظاهرية، الشيء الذي يزيد من حدة تلفها وتآكلها. فلآثاري أمام مهمة ترسيخ منهجية الحفظ الوقائي للموقع بصفة عامة واللقى الأثرية بصفة خاصة، وتفكير مسبق لمصيرها لذلك يتم استدعاء مختص في الصيانة والترميم لإيقاف سياق التلف بطريقة واعية.

تلعب الصيانة الوقائية دورا مهم في عملية الحفاظ على المباني الأثرية التي هي عبارة عن الشاهد المادي للحضارات الغابرة. ورغم قدم عمر تلك الآثار والذي يزيد من

¹⁷⁸ Papinot. J-CI avec la collaboration de Verron. G, Rapport de synthèse, Décembre 1998.

قيمتها، فهي تعاني من تدهور واضح نتيجة لتأثيرات الظروف المحيطة بها أي الخارجية أو عوامل تلف داخل في المكون اللقي الأثرية نفسها وعوامل داخلية. لذا يتطلب من الآثاري أو المرمم الحرص الشديد خاصة عند التدخل لعلاج ما أصابها من تدهور كما يجب اتخاذ إجراءات وواضحة لتحديد أسباب التلف وانسب وسائل العلاج بما يتلاءم مع طبيعتها وتكوينها حيث يعمل على ضمان استقرارها وبقائها بحالة تسمح لها بنقل ما يمكن من المعلومات للأجيال القادمة. فالهدف الأساسي للصيانة الوقائية هو الحفاظ على هذا الكيان الأثري بشقيه المادي والحضاري.

الخاتمة:

سمح لنا هذا البحث بفهم أحد معالم الموقع الأثري ملاكو، ويتعلق الأمر بالمنشأة الصناعية الجنوبية، من خلال معرفة مواد وتقنيات البناء التي تتمثل في حجارة مصدرها ضواحي الموقع، حيث تم مزجها مع الملاط الجيري في تشييد بعض الهياكل المعمارية في جزء كبير من المعلم، ومع الملاط الترابي في التشييد كان بنسبة أقل. ولاحظنا دمج الحجارة الكلسية المصقولة مع الحجارة الصغيرة والتي أُتِيَ بها من الترسبات النهرية لواد الصومام، لتشكيل هياكل معمارية متجانسة ومتلاحمة. ارتأ مهندس الموقع إلى استعمال دعائم في بناء أسوار الأحواض نظرا لصعوبة البناء بحجارة الوادي، كما أضفى بعض اللمسات الفنية، من خلال توزيع الهياكل المعمارية بشكل متناظر بالنسبة لمحور شمال/جنوب وكذلك بالنسبة للمحور شرق/غرب، كما يظهر حرص مشيد القصر على الجانب الجمالي ويظهر ذلك في الواجهة الشمالية للسلم الرئيسي الشمالي. من خلال تحليل توزيع الهياكل المعمارية ومن خلال الدراسة الأركيومترية نلاحظ أن مشيد المعلم عمل على اقتصاد الوقت والفضاء وكذلك الجهد في العمل والتنقل داخل المعلم بالعمل على تعدد وظائف الهيكل المعماري الواحد إلى أكثر من وظيفة، كما نستنتج أنه يتمتع بطابع انتهازى من خلال استعمال مواد بناء مصدرها واد الصومام.

مكننا التشخيص المُقام، من تسجيل معظم مظاهر التلف التي لحقت بمختلف هياكل المعمارية، منها عوامل داخلية، ما لها علاقة مع تقنية البناء وكذلك طريقة الربط بين مختلف الهياكل المعمارية من جهة، ومن جهة أخرى يعود الى المادة بحد ذاتها، حيث استعمل الملاط الجيري والذي يعتبر كمادة قليلة المقاومة لمختلف عوامل التلف، ومزج في أغلب الهياكل المعمارية الملاط الجيري مع ركام الشيست ذو السطح الأملس الذي يملك مسامية

صغيرة الشيء الذي لا يساعد بامتصاص كمية مناسبة من الماء المضاف في تشكيل الملاط، مما ينشأ ربط ضعيف بين الملاط والحجارة. ضف اليها عوامل خارجية، فهناك فعل الزلازل والرياح والحرارة والرطوبة بمختلف أشكالها. إلى جانب عوامل المحيط، هناك فعل مدمر، لاحظناه خلال أشغال الحفرية ويتمثل في العامل الإنساني ويتمثل في نزع ونقل حجارة الموقع من طرف السكان لتشييد بنائهم. إضافة إلى هذا العامل المخرب، هناك لاهتزازات الناتجة من حرث الموقع باستعمال الجرارات ما تسبب في تشقق بعض الأسوار ونزع الحجارة من مكانها الأصلي.

قصد معرفة مصدر المادة الأولية المستعملة في بناء المنشأة الصناعية الجنوبية، والسعي الى تحكم في عملية الصيانة والترميم، قمنا بدراسة مخبرية لفهم التركيب الفيزيائي لعينات من مواد البناء وقمنا بالمقارنة بين نتائج التحاليل المخبرية مع الخصائص الفيزيائية لمواد تتواجد بالقرب من الموقع، اتضح أن مشيد قصر بيترا استعمل مواد بناء تقريبا جُلها مصدرها من واد الصومام.

من أجل تمديد عمر مختلف هياكل الأسوار، قمنا بإعداد برنامج ميداني يركز على التدخل على الهياكل المتضررة، وارتأينا تحديد طبيعة هذا التدخل حسب هياكل الأسوار التي عيناها بالرقم. للإشارة أن قبل تدعيم الهياكل قمنا بإجراء بعض التجارب المخبرية من أجل تقليد ملاط الهياكل والتي جاءت تركيبته كما يلي: فقد تم مزج معيار واحد من الرمل بثلاث معايير من الجير.

من أجل تحسيس وتوعية المجتمع المدني بأهمية هذا التراث، يبرمج فريق المكلف بالحفرية بالتعاون مع السلطات المحلية والجهوية والجمعيات المحلية كل عام بعد نهاية أشغال الحفرية الأثرية، إقامة مهرجان يشمل فيه العديد من النشاطات التي لها صلة بالموقع الأثري.

التوصيات

- الإسراع في تصنيف الموقع ضمن التراث الوطني لضمان حمايته القانونية.
- وضع مخطط حماية وتثمين للموقع الأثري ملاكو تطبيقاً لما ينص عليه قانون حماية التراث الثقافي.
- وضع سياج لحماية الموقع مع ضمان حراسة دائمة ومستمرة من طرف المؤسسات المكلفة بذلك.
- حث وتشجيع السكان المحليين على الحفاظ على هذا الموروث الأثري الذي يزخر به الموقع الأثري ملاكو، بتنظيم حملات تحسيسية بمشاركة المجتمع المدني من خلال الجمعيات الثقافية المحلية.
- إيقاف جميع أعمال التخريب للهياكل المعمارية، خاصة بالنسبة الذين يجعلون من الموقع مكاناً للترفيه.
- الحرص على حسن سير الحفريات المبرمجة في الموقع، خاصة بالنسبة للطلبة الذين يستفيدون من المشاركة فيها.
- حصر وتوثيق كل المعلومات العلمية الخاصة بالموقع، لتكوين ملف حفري كامل وشامل.
- الإسراع في تدعيم فريق الحفريات، قصد التمكن من إنقاذ الهياكل المعمارية المعرضة للانحيار بشكل كلي أو جزئي.

قائمة المراجع:

1. الرسائل الجامعية

1.1.1. السان العربي:

1. ابراهيم عبدالله. دراسة علاج وصيانة مواد البناء والعناصر الزخرفية في بعض المباني الأثرية بمدينة رشيد، رسالة دكتوراه، كلية الآثار - جامعة القاهرة، 2000.
2. أحمد شعيب. مشكلة الأملاح في الصور والنقوش الجدارية مع بعض التوصيات الخاصة بالعلاج، مذكرة للسنة الثالثة قسم ترميم وصيانة الآثار-كلية الآثار-جامعة القاهرة (2000).
3. بوخوف أرزي، تشخيص الطوب المشكل لهياكل قصري النزلة وتماسين (ولاية ورقلة)، رسالة الدكتوراه، معهد الآثار (جامعة الجزائر2)، 2012.
4. بابة بن النوي، الآثار والزلازل إجراءات الطوارئ و طرق الوقاية دراسة حالة: ضريح ناقصبت بتقزيرت، رسالة الماجستير، جامعة الجزائر 2، 2007.
5. رضوان زروال، إعداد تركيبة لملاط الجير لترميم المباني الأثرية "قلعة الجزائر نموذجاً"، ماجستير، جامعة الجزائر 2، 2011.
6. رقية عبد الصمد، أثر الرطوبة والأملاح على الصخور الكلسية في المباني الأثرية، برج تامنفوست كنموذج، ماجستير، جامعة الجزائر 2، 2009.
7. عبد الظاهر عبد الستار: علاج وصيانة الحجارة والمباني الحجرية تطبيقاً على تمثال أبي الهول، رسالة دكتوراه، 1989.
8. عبد الفتاح البناء: دراسة مقارنة للمواد والطرق المختلفة المستخدمة في علاج وصيانة الآثار الحجرية وتأثيرها على خواصها، رسالة ماجستير، قسم الترميم-كلية الآثار-جامعة القاهرة، 1990.
9. عبد الوهاب، م.أحمد-رسالة ماجستير بعنوان " صيانة وإعادة استخدام المباني الأثرية وذات القيمة"-كلية الهندسة، جامعة القاهرة، 1990.
10. عز عربي: دراسة وعلاج تلف الألوان في الصور الجدارية لمقابر الأشراف بالبر الغربي بالأقصر تطبيقاً على إحدى المقابر المختارة، رسالة ماجستير، قسم ترميم الآثار، (كلية الآثار -جامعة القاهرة)، 2004.
11. عيساوي بوعكاز، طرق حفظ وصيانة مواد بناء الموقع الأثري جميلة "كويكول" -حالة الحجارة الكلسية، رسالة دكتوراه، جامعة الجزائر 2، 2009.

- 12.** فاطمة حلمي: محاضرات لتطبيقات التكنولوجيا الحديثة في مجال الآثار والدراسات الحقلية السنة التمهيدية للماجستير - قسم ترميم الآثار - كلية الآثار - جامعة القاهرة، 2000.
- 13.** فاهمة شابلي، دراسة خصائص الملاط الأثري وتشكيل تركيبة جديدة للترميم " برج حمزة نموذجا"، رسالة ماجستير، جامعة الجزائر 2، 2011.
- 14.** كمال مداد، حفظ وترميم الأسوار الدفاعية البيزنطية لمدينة تبسة، رسالة ماجستير، جامعة الجزائر 2، 2009.
- 15.** محمود البنا: مقدمة في علاج وصيانة الحجارة الأثرية، مذكرة للسنة الثانية -قسم ترميم-كلية الآثار-جامعة القاهرة، (1998-1999).
- 16.** نبيل بوعوييرة ، طرق حماية المعالم الأثرية من خلال دراسة أثرية لقصر البحر لقلعة بني حماد، رسالة الماجستير، جامعة الجزائر 2، 2008.
- 17.** نسيمة عزيري ، تأثير العامل البيولوجي على حجارة بناء موقع تيبازة، المعبد الجديد والبازيليك الكبيرة نموذجا. رسالة ماجستير، جامعة الجزائر 2، 2012.

2.1. اللسان اللاتيني:

1. Benhamiche N, Modélisation de la relation pluie- relief en vue de la cartographie par kriageage : cas du bassin versant de la Soummam. Thèse de magister en sciences Agr. Spelt hydrologie. INA El Harrach, 1997.
2. Bennabi Mohamed-Saïd, Contribution à l'étude hydrogéologique de la vallée de l'Oued Sahel Soummam (Algérie), thèse de magister, 2012.
3. Boukhenouf A. préservation et restauration des façades en briques et pierre des sites et monuments, mémoire d'ingénieur d'état, université de Boumerdes, 2006.
4. Coutelas A. Pétroarchéologie du mortier de chaux gallo-romain. Essai de reconstitution et d'interprétation des chaînes opératoires : du matériau au métier antique, thèse de doctorat, Soutenue le 10 mars 2003
5. Ezzdine.R. endommagement des monuments historiques en maçonnerie, thèse de doctorat, université de bordeaux 1, 2009.
6. Hassissene M, Etude géologique des Djebels Aghabalou et Gouraya. Eléments occidentaux du domaine des Babors (Région de Bejaia), Thèse magister, U.S.T.H.B. ed. O.P.U., Alger, 1989.
7. Kessasra. F, étude hydrogéologique sous l'aspect de la modélisation mathématique en vue d'une gestion rationnelle des écoulements souterrains de la vallée de la Soummam, thèse de magister, 2006.

8. Kévin Beck, étude des propriétés hydriques et des mécanismes d'altération de pierres calcaires à forte porosité, thèse de doctorat, 2006.

9. Quenee B. (1990) – Transformations minéralogiques et texturales de matériaux rocheux, mortiers et bétons d'ouvrages variés. Approche de la cinétique des mécanismes et identification des facteurs responsables. Thèse, Université Nancy I, spécialité Géosciences et Matériaux,

II. المقالات:

1.II. اللسان العربي:

1. بلعيود بدرالدين، الملاط الجيري في المنشآت المائية في الفترة الرومانية، مجلة الدراسات الأثرية، مجلد: 16 / عدد 1/2018.
2. عبد الرقيب طاهر، الخصائص والقيم المعمارية لعامة الطين في اليمن، مؤتمر الحضارة الإنسانية من المغارة إلى العمارة، دراسات وبحوث المؤتمر، جمعية بيروت التراث، 6-7 نوفمبر، 2001م.
3. لغواطي، نماذج من قصور منطقة الأغواط، للدكتور حملاوي علي، دراسة وصفية وتاريخية، 2015، ص ص 284 - 297.
4. محمد أبو ليله، وديع بن علي البرقاوي، من هجيات الحفاظ على التراث العمراني والمعماري في الدول العربية، المجلة الدولية في العمارة والهندسة والتكنولوجيا، 2013، ص 127-144.
5. وكالة الأرصاد الجوية الواقعة في مطار بجاية.
6. النصوص الأساسية المتعلقة باتفاقية التراث العالمي، 1972 مركز التراث العالمي، باريس، 2005.

2.II. اللسان اللاتيني:

10. Alessandrini, G & Toniolo, L: On the cleaning of deteriorated stone minerals, In: Conservation of Stone mad Other Materials, Vol.2, Paris, 1993, pp. 503-511.
11. Alessandrini,G & Toniolo,L: On the cleaning of deteriorated s tone minerals, In: Conservation of Stone mad Other Materials, Vol.2, Paris,)1993(, pp. 503 – 511.
12. Alvarez, Jose Ignacio; martin, Antonio et Garcia Casado, Pedro j, méthodologie employée dans la caractérisation de mortiers de la cathédrale de Pampelune (Espagne). departamento de quimica y edafologia, facultad de ciencias, c/brunlarrea sin, universidad de navarra, 31080 Pamplona (España), pp 1457-1470.
13. B. Palazzo-Bertholon, « Etude et conservation des mortiers et des enduits : de l'analyse à la constitution d'une banque de données ». Le dépôt archéologique,

conservation et gestion pour un projet scientifique et culturel, Assises nationales de la conservation archéologique, Bourges 26, 27, 28 novembre 1998, Les Actes, Bourges, 2000, p. 223-230.

14. Baglioni, P & Giorgi, R: Soft and hard nanomaterials for restoration and conservation of cultural heritage, The Royal Society of Chemistry, 2006, pp. 293 – 303.

15. Banfill P.F.G. and Forster A.M. (2000) – A relationship between hydraulicity and permeability of hydraulic lime. In Bartos P., Groot C. and HUGHES J.J. ed. – Historic mortars: characteristics and tests. Proceedings (PRO 12) of the International RILEM Workshop, Paisley (Scotland), 12th-14th May 1999, pp173-193.

16. Barbet A. Et Allag C. Techniques de préparation des parois dans la peinture murale romaine. MEFRA, 84, 1972- Tome 2, pp. 935-1069.

17. Barbin V., Ramseyer K., Decrouez D., Herb R. Marbres blancs : caractérisation par cathodoluminescence. C.R.A.S., série II, 308,1989, pp861-866.

18. Bestmann M., Kunze K. & Matthews A. Evolution of a calcite marble shear zone complex on Thassos Island, Greece: microstructural and textural fabrics and their kinematic significance. Journal of Structural Geology, 22, 2000, pp1789-1807.

19. Borgia, G., et al: Performance Evolution of Hydrophobic Treatments for Stone Conservation Investigated by MRI, In: Magnetic Resonance Imaging, Vol.19, (2001), pp. 513 – 516.

20. Borgia, G., et al: Performance Evolution of Hydrophobic Treatments for Stone Conservation Investigated by MRI, In: Magnetic Resonance Imaging, Vol.19, 2001, pp. 513-516.

21. Bugini R., Folli L. Materials and making techniques of Roman Republican wall paintings (Capitolium, Brescia, Italy). In Bearat h., Fuchs M., Maggetti M. & Paunier D. (dir.) – Roman wall painting: materials, techniques, analysis and conservation. Proceedings of the International Workshop on Roman Wall Painting, Fribourg 1996, pp121-130.

22. Busch J.P. & Van Der Pluijm B.A. Calcite textures, microstructures and rheological properties of marble mylonites in the Bancroft shear zone, Ontario, Canada. Journal of Structural Geology, 17 (5), 1995, pp 677-688.

23. Carretti, E., and Die, L: Physicochemical Characterization of Acrylic Polymeric Resins Coating Porous Materials of Artistic Interest, In: Progress in Organic Coatings, Vol. 49, (2004), pp. 282 – 289.

24. Coutelas Arnaud, Les mortiers et enduits des sites gallo-romains en Bourgogne, revue archéologique de l'est, Tome 54 | 2005 : n°176, p.327-335.

25. Dubois Y. Les villas gallo-romaines d'Orbe-Boscéaz et d'Yvonand-Mordagne : observations sur les techniques de préparation et de réalisation des parois peintes. In Bearat H., Fuchs M., Maggetti M. & Paunier D. (dir.) – Roman wall

painting: materials, techniques, analysis and conservation. Proceedings of the International Workshop on Roman Wall Painting, Fribourg 1996, pp153-166.

26. Dufournier .D, Sur une méthode d'analyse des mortiers anciens et son application, *Archéologie médiévale/ Année 1972/ tome II /pp. 325-345.*

27. Elert, K & Others: Lime Mortars for the Conservation of Historic Buildings, in: *Studies in Conservation, Vol. 47, No. 1, 2002, pp. 62–75.*

28. Goins, Elizabeth.S: *Standard Practice for Determining Components of Historic Cementitious Materials, Materials Research Series, National Park Services, USA, 2004, P.11*

29. Gsell Stephen, *Observations géographiques sur la révolte de Firmus, Rec. de const. N° 36, 1902, pp. 21-46, AAA, 6, 148 et Note sur l'inscription d'Ighzer Amokrane, CRAI, 1901.*

30. Häfner K. Experiments on the reconstruction of the Roman wall painting technique. In BEARAT H., FUCHS M., MAGGETTI M. & PAUNIER D. (dir.) – *Roman wall painting: materials, techniques, analysis and conservation. Proceedings of the International Workshop on Roman Wall Painting, Fribourg 1996, pp143-152.*

31. Iaichouchen Ouamar, *Ruines antiques de Bouathmane, revue Athar, n° 10, 2011.*

32. JÁRÓ M. Comparison of the painting materials used for wall painting in four sites of the Roman province Pannonia. In Bearat H., Fuchs M., Maggetti M. & Paunier D. (dir.) – *Roman wall painting: materials, techniques, analysis and conservation. Proceedings of the International Workshop on Roman Wall Painting, Fribourg 1996, 75-84.*

33. Koch Paquie Geneviève, *La consolidation des mortiers dans les maçonneries anciennes, journée technique paris, 14/12/1999, pp39-50*

34. Kurz W., Neubauer F., Unzog W., Genser J. & Wang X. Microstructural and textural development of calcite marbles during polyphase deformation of Penninic units within the Tauern Window (Eastern Alps). *Tectonophysics, 316, 2000, pp 327-342.*

35. Laporte Jean Pierre, *Les armées romaines et la révolte de Firmus en Mauritanie césarienne, Actes du congrès de Lyon 12-14/10/2006, Paris, collection du centre d'études romains et Gallo-romaines, nouvelle série, n°26.*

36. Laporte Jean Pierre, Nubel, Sammac, Firmus et les autres, une famille berbère dans l'Empire romaine, *Africa romana, Tome 19, 2013.*

37. Laporte Jean Pierre, *Stèles libyques figurées de Kabylie et structures sociales libyco/berbères anciennes, in : Bejaia centre de transmission du savoir, Travaux du CNRPAH, nouvelle série n°4, 2007.*

38. Lapuente M.P., Turi B. And Blanc Ph. Marbles from Roman Hispania: stable isotope and cathodoluminescence characterization. *Applied Geochemistry, Tome 15, 2000, pp 1469-1493.*

39. López-Arce, P: Influence of porosity and relative humidity on consolidation of dolostone with calcium hydroxide nanoparticles: Effectiveness assessment with non-destructive techniques, In: *Materials Characterization*, No 61, Elsevier, 2010, pp. 168 – 184.
40. Manfra L., Masi U., Turi B. Carbon and oxygen isotope ratios of marbles from ancient quarries of western Anatolia and their archaeological significance. *Archaeometry*, Tome17, 1975, pp215-221.
41. Mishra.A, K & Others: Role of higher plants in the deterioration of historic buildings, in: *The science of the Total Environment*, 167, 1995, PP 375 – 392.
42. Moropoulou A., Bakolas A., Bisbikou K. Investigation of the technology of historic mortars. *Journal of Cultural Heritage*, Tome1, 2000a, pp45-58.
43. Moropoulou A., Bakolas A., Bisbikou K. Physico-chemical adhesion and cohesion in joint mortars imparting durability to the historic structures. *Construction and Building Materials*, Tome14, 2000b, pp35-46.
44. Ploux S. Et Karlin Cl. Le travail de la pierre au paléolithique, ou comment retrouver l'acteur technique et social grâce aux vestiges archéologiques. In Latour B. Et Lemonnier P. (dir.) – *De la préhistoire aux missiles balistiques : L'intelligence sociale des techniques*. Collection « Recherches », éditions La Découverte, Paris, 1994, pp 65-82.
45. Rassineux F. Altération des mortiers : étude expérimentale et analogues anciens. Thèses spécialité « Géochimie de la surface », Université de Poitiers, 1987. Rassineux F., Petit J.C., Meunier A. Ancient analogs of modern cement calcium hydrosilicates in mortars and concretes from Gallo-Roman thermal baths of Western France. *Journal of the American Ceramic Society*, 72 (6), 1989, pp1026-1032.
46. Rijniers L.A., Pel L., Huinink H.P., Kopinga K., « Salt crystallisation as damage mechanism in porous building materials – a nuclear magnetic resonance study », *Magnetic Resonance Imaging* , n° 23, 2005:273-276.
47. Sapin C., Riou S., Büttner S. Les matériaux de construction. In SAPIN C. (dir.) - *Archéologie et architecture d'un site monastique, Ve - XXe siècles, 10 ans de recherches à l'abbaye St Germain d'Auxerre*. CEM & Editions du CTHS, 2000, pp 401-413.
48. Urzi & Others: Recent advances in the molecular biology and ecophysiology of meristematic stone-inhabiting fungi. In: *Proceedings of the International Congress on Microbes and Art*. Plenum Publishing Co. Ltd., New York, 2000, pp. 3 – 19.
49. Wattez J., Cammas C. Et Courty M.-A. Marqueurs spatio-temporels des ambiances pédo-climatiques dans les sols archéologiques. 16ème Congrès Mondial de Science du Sol, Montpellier (France), 20-26 août 1998.

50. Wollenzien & Others: On the isolation of micro colonial fungi occurring on and in marble and other calcareous rocks, In: The Science of the Total Environment 167, 1995, pp. 287 – 294.

III. المراجع:

1.III اللسان العربي:

51. أحمد إبراهيم عطية، حماية وصيانة التراث الأثري، دار الفجر للنشر والتوزيع، 2003.
52. توراك: تكنولوجيا المواد وصيانة المباني الأثرية، ترجمة احمد عطية، دار الفجر للنشر والتوزيع، 2003
53. ثروت محمد حجازي، الأسس العلمية لعلاج وصيانة المكتشفات الاثرية في المواقع الاثرية، المجلس الأعلى للآثار، سلسلة الثقافة الاثرية والتاريخية مشروع المائة كتاب 47.
54. دليل رواق، لصيانة وترميم المباني التاريخية في فلسطين، رواق، رام الله، 2004
55. سلمان أحمد المحاري، حفظ المباني التاريخية، مبان من مدينة المحرق، 2017.
56. عاطف شريف"د": الهواء وتأثيراته على المنشآت، مجلة ندوة جامعة القاهرة؛ الرؤية العلمية للحفاظ على الآثار، 1990.
57. عمران ودبورة: المباني الأثرية، ترميمها وصيانتها والحفاظ عليها، وزارة الثقافة، دمشق، 1997.
58. قبيلة فارس المالكي، تاريخ العمارة عبر العصور، دار المناهج للنشر والتوزيع، عمان/الأردن، 2001.
59. محمد عبد الهادي "د"، دراسة علمية في ترميم وصيانة الآثار غير عضوية، كلية الآثار، جامعة القاهرة، مكتبة زهرة الشرق، 2003
60. محمد عبد الهادي "د": دراسات علمية في ترميم وصيانة الآثار غير العضوية، زهراء الشرق، القاهرة، 1997.
61. محمد الجوهري: دور بعض العوامل المتلفة المؤثرة في تجوية الحجر الرملي المستخدم في بيت الولادة بإدفو، كتاب المؤتمر الخامس لجمعية الأثريين العرب، القاهرة، 2002.
62. ميثاق اثينا 1931 -جريدة أبو الهول السياحية نسخة محفوظة 16 مارس 2018 على موقع واي باك مشين.
63. مسعود حميان، عموميات عن المواد الأثرية، جامعة بومرداس، كلية الهندسة، قسم هندسة المواد، 2009.

64. نقابة المهندسين، فرع حلب، لجنة قسم الهندسة المدنية، تصميم المنازل لمقاومة الزلازل،

.2002

2.III. السان اللاتيني:

65. Abd El-Hady.M: Ground Water and the Deterioration of Islamic Building in Egypt, in " The Restoration and Conservation of Islamic Monuments in Egypt " edited by Bacharach, Cairo,1993.

66. Adam Jean pierre, la construction romaine, matériaux et techniques, grands manuels picard, troisième édition, 1995.

67. Ambraseys Nicolas, Earthquake in the Mediterranean and Middle Est, SOLI 106, 2009.

68. Andrew, C. Stone cleaning: A Guide for Practitioners. Edinburgh: Historic Scotland and the Robert Gordon University, 1994.

69. Ashurst,J: Mortars for stone buildings, in: Conservation of building and decorative stone, Vol.2, London, 1990.

70. Baglioni, P & Giorgi, R: Soft and hard nanomaterials for restoration and conservation of cultural heritage, The Royal Society of Chemistry, (2006).

71. Baker, R: surface repair of limes tone by consolidation & use of lime mortar, Historic Preservation - Technical Procedures, <http://w3.gsa.gov> .

72. Baker, R: surface repair of limes tone by consolidation & use of lime mortar, Historic Preservation - Technical Procedures, <http://w3.gsa.gov>

73. Barbet A., Allag Cl., Adam J.-P., Guineau B. Et Vibert-Guigue Cl. La mise en valeur des peintures murales romaines : relevés, analyses, techniques audiovisuelles et publications. Bulletin de liaison du Centre d'Etude des Peintures Murales Romaines, 10, CNRS/ENS, 1990.

74. Battle, Stephen and Tony Steel. "Lime and Lime Mortars". In Conservation and Design Guidelines for Zanzibar Stone Town. Geneva: Aga Khan Trust for Culture, 2001.

75. Benbakir M^{ed}, la préservation d'une architecture millénaire en terre, édition de la villette, collection école nationale supérieure d'architecture de Grenoble, 2009

76. Bentouil.S, protection des monuments historiques et des ensembles architecturaux de la casbah d'Alger

77. Berducou Marie, la conservation en archéologie, méthodes et pratique de la conservation - restauration des vestiges archéologiques masson paris, milan, barcelone, mexico 1990.

- 78.** Bisoffi-Sauve Marie, étude des ouvrages maçonnés en pierre par la méthode des éléments discrets- caractérisation et modélisation du comportement cohésif des joints, thèse de doctorat, 2016.
- 79.** Bouadi Mahmoud, patrimoine et développement, in Maghreb architecture et urbanisme/ patrimoine, tradition et modernité
- 80.** Bouineau Alain, Citadelle d'Alger, Expertise des travaux de protection provisoire et des travaux de restauration proposés, UNESCO, paris 1985.
- 81.** Bromblet Philipe, guide « technique de conservation de la pierre » l'association MEDISTONE, 2010
- 82.** Burbrugger Adrian, Grande Kabylie sous les romains, Ext. de la revue orientale et Algérienne, mai, 1853.
- 83.** Callebaut.K: State of the Art of Research/Diagnostic of Historical Building Materials in Belgium, www. Arcchip.cz
- 84.** Camps Gabriel, Rex gentium Maurorum, recherche sur les royaumes de Mauritanie des Vie et VIIe siècles, Ante. Afr., t20, 1980.
- 85.** Canva.G & Altieri: biochemical Mechanism of Stone Weathering Induced by Plant Growth, in" VI th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone", Torun, 1988.
- 86.** Ciarllo.A & Others: Microflora action in the decay of stone, in: Vth Int. Cong on deterioration and conservation of stone, Lausanne, Vol. 2, 1985.
- 87.** Clifton, J.A: Stone consolidation Materials, A status report, US Department of Commerce/ National Bureau of standards, www.palimpsest.stanford. Ede, 1980.
- 88.** Coutelas Arnaud, Le mortier de chaux, COLLECTION « archéologiques », éditions errance,
- 89.** Craigo, R: To Do no Harm: Conserving & Maintaining Historic Adobe Structures, http://www.getty.edu/conservation/publications/pdf_publications/gsap_part2d.pdf.
- 90.** Cronyn. J: The Elements of Archaeological Conservation, London1990.
- 91.** David. B: Weathering and Decay of Masonry, in "Conservation of Building and Decorative Stone" edited by Ashurst & Dimes, Part 1, 1990.
- 92.** David.B: Weathering and Decay of Masonry, in "Conservation of Building and Decorative Stone" edited by Ashurst & Dimes, Part 1, 1990.
- 93.** Detry Nicolas, architecture et restauration : sens et évolution d'une recherche, 2000.
- 94.** Dobrijevic M., A. Le Postollec, M. Saint George, and S. Zaragos , Fabrication d'une lame mince météoritique, Pessac, France9 avril 2020.
- 95.** Doehne Eric and Clifford A. Price, Stone Conservation, An Overview of Current Research, Second Edition, The Getty Conservation Institute Los Angeles, 2010.

- 96.** Duplan, I. Monographies regionales 1^{ere} serie : algerie N° 17 La région de bougie, 1952.
- 97.** Duplan., Morphologie régionale : Bejaia, 19e congrès géologiques international. 1ère série, Algérie, 1960.
- 98.** Ecole d'Avignon, Mortier pour enduire. Eyrolles Paris 1995
- 99.** Ecole d'Avignon, Technique et pratique de la chaux, éditions EYROLLES, 2^{eme} éditions, 3^{eme} tirage 2001.
- 100.** Ecole d'Avignon, Techniques et pratique de la chaux, 2^{eme} édition EYROLLES, 2003.
- 101.** Elena Charola & Others: hydraulicity in lime mortars revisited, RILEM TC-167COM International Workshop, University of Paisley, May 1999.
- 102.** Ellis.P: The Analysis of Mortar, The Past 20 Years, www.buildingconservation
- 103.** Feilden,B: Conservation of Historic Buildings, 3rd edition, Elsevier, Oxford, 2003.
- 104.** Ferdi Sabah & Harbi Assia, Roman literary and epigraphic sources for the study of historical seismicity in Algeria circa 42–420 ad, 2007.
- 105.** Frizot M. Mortiers et enduits peints antiques, étude technique et archéologique. Centre de recherches sur les techniques gréco-romaines, n° 4, Université de Dijon, 1975.
- 106.** Garrod, E: Stone Consolidation- halts Decay and Prolong Life, www.buildingconservation.com, 2004.
- 107.** Ghomari Fouad, Science des matériaux de construction, université Boubekr Belkaid, facultés science de l'ingénieur, Département génie civil.
- 108.** Giorgi R, Dei L, Baglioni P: A new method for consolidating wall paintings based on dispersions of lime in alcohol ,In: Studies in Conservation, Vol. 45, 2000).
- 109.** Giovanni & Massari: Damp Buildings-Old and New, ICCROM, Rome, 1993.
- 110.** Grant. A: A new method for assessing the resistance of stone to algal disfigurement and the efficacy of chemical inhibitors, in: Vth Int. Cong on deterioration and conservation of stone, Lausanne, Vol. 2, 1985.
- 111.** Grünthal. G, L'Echelle European Macroseismic Scale 1998(EMS-98), 2001.
- 112.** Gsell St, atlas Archéologique de l'Algerie, 6, 148 .1902. pp. 21-46.et Note sur l'inscription d'Ighzer Amokrane, CRAI, 1901.
- 113.** Hamilton, D: Methods of Conserving Archaeological Material from Underwater Sites, Texas A&M University, 1999.
- 114.** Haouas M^{ED}, conservation-restauration du marbre ; cas des huit colonnes démantelées du palais des Deys à la citadelle d'Alger

115. Honeyborne, D: Effects of large numbers of visitors on his toric buildings, in: Conservation of Building & decorative stones, Ashurst, J, Elsevier, 1990-98.
116. Horie. C.V: Materials for conservation, Oxford, 1987.
117. Jukka Jokilehto, a history of architectural conservation, Butterworth-Heinemann series in conservation and museology, 1999.
118. Kumar.R: Biodeterioration of Stone in Tropical Environments, GCI, USA, 1999
119. Larsen, J: The Conservation of Stone sculpture in Museums, In: Conservation of Building and Decorative Stone, London, 1990
120. Laurent J. P., histoire des techniques, intervention n° 6, techniques romaines : la chaux, 2004.
121. Lazzarini Lorenzo et Pieper Richard, La dégradation et la conservation de la pierre, texte des cours internationaux de Venise sur la restauration de la pierre, La protection du patrimoine architectural contre les désastres naturels en Europe, Actes du Colloque européen sur les mesures réglementaires régissant la protection du patrimoine architectural contre les désastres naturels en Europe (Ravello, Italie, 15-17 novembre 1989).
122. Lengrand Denis L'inscription de Petra et La révolte de Firmus, BCTH, n° 23, 1990-1992.
123. Lezine. A, Algérie, conservation et restauration des monuments historiques, UNESCO, Paris 1966.
124. Lukaszewicz, J: Reinforcement of historical limestone objects by means of tetraethoxysilane-based treatments, In: Recent progress in the consolidation of calcareous materials, Stone Core, Litomyšl, Czech Republic, 2010.
125. MacDonald, J. Chemical cleaning of sandstone: Comparative laboratory studies. In: Stone Cleaning and the Nature, Soiling and Decay Mechanisms of Stone, ed.R. G. M. Webster, London, 1992
126. Marcellin Ammien, histoire, traduction de Guy SABBAH, livres de 29 à 31, édition les belles lettres, Livre XXIX, Chapitre V, texte, 13.
127. Marina Biron, restaurer et conserver, archéologie des Pyrénées occidentales et de Landes, tome 17, 1998.
128. Maxwell, I. Stone cleaning—for better or worse? An overview, In: Stone Cleaning and the Nature, Soiling and Decay Mechanisms of Stone, ed. R. G. M. Webster, London, 1992.
129. Mercier Ernest, notice dans le bulletin du comité de 1886.
130. Meyer. Nicole et RELIER Caroline, conservation des sites et du mobilier archéologiques, principe et méthodes, études et document sur le patrimoine culturel, 1988.

131. Miller, J: Care and repair of antiques and collectables, Octopus Publishing Group, London, UK, 1997,
132. Ministère de la culture et de la communication, Direction de l'Architecture et du Patrimoine, Sous-direction des monuments historiques et des espaces protégés, Mission Ingénierie et Références Techniques, Manuel de sensibilisation à la restauration de LA MAÇONNERIE, 2006.
133. Mission études et travaux, Sous-direction des monuments historiques, Ouvrages en pierre de taille, 2003.
134. Mokrane A, Ait Messaoud A, Sebai A, Ayadi, A, Les séismes en Algérie de 1365 à 1992, C.R.A.A.G, DESS, Alger- Bouzaréah, 1994.
135. Monge Joachim, Fissuration des Mortiers en Couches Minces - Effets de l'Hydratation, du séchage et de la Carbonatation, thèse de doctorat, 2007.
136. Mora, P & Others: Conservation of Wall Paintings, ICCROM, 1984.
137. Mora, P, Mora, L and Philipot, P: Conservation of Wall Painting, Butterworths, 1984.
138. Nachtergral (C), agenda du bâtiment, édition de book Bruxelles, 1984.
139. Navarro, C.R & Sebastian, E: Role of particulate matter from vehicle exhaust on porous building stones (limestone) sulfation, The Science of the Total Environment 187, 1996.
140. Palazzo-Bertholon Bénédicte, rapport d'étude des mortiers de l'église de sanparteo, Mariana (Haute-Corse), Programme de coopération transfrontalière Italie - France Maritime 2007-2013 Toscane – Ligurie – Sardaigne – Corse.
141. Papinot Jean Claude et VERRON Guy, la conservation du mobilier archéologique, rapport de synthèse, - décembre 1998
142. Perez Carmen Y Juanes David Et Del Egidio Marian la ciencia y el arte II. ciencias experimentales y conservación del patrimonio histórico, ministerio de cultura de España, 2010.
143. Perrichot Clément, La conservation des sites archéologiques antiques en France : historique d'une prise de conscience, méthodes actuelles et études de cas, Septembre 2014
144. Pfeiffer Ramcke, Achtziger Zilch, masonry construction manual, BIRKHÄUSER Edition detail, <http://www.birkhauser.ch>, 2001.
145. Pianski, J & Others: Nano-particles for stone conservation – state of the art, characteristics and recent developments, In: Recent progress in the consolidation of calcareous materials, Stone Core, Litomyšl, Czech Republic, (2010).
146. Pinto, F & Rodrigues, D: Stone consolidation: The role of treatment procedures, Journal of Cultural Heritage, No.9, Elsevier, 2008.
147. Plumier André & Hervé Degee, Conception parasismique dans le contexte de l'Eurocode8, 2011.

- 148.** Price.C.A: Stone Conservation, in: Research in Conservation, J. Paul Getty Trust, USA,1996.
- 149.** Price.C.A: Stone Conservation, in: Research in Conservation, J. Paul Getty Trust, USA,1996.
- 150.** Rehabi M^{ed}, Méthode, architecture traditionnelle méditerranéenne, réhabilitation bâtiments, 2007.
- 151.** Roth. J. P, les séismes de KHERRATA et la sismicité de l'Algérie, in.4°, 40P, 10fig, 1carte h-t, 1950
- 152.** Sapin C. et al. Enduits et mortiers. Archéologie médiévale et moderne. Dossier de documentation archéologique n°15. Editions du CNRS.1991.
- 153.** Shoeib,A: Problem of Preliminary consolidation of ancient wall paintings being damaged by soluble salts in the Inn-m-int's tomb in Saqqara, Acta Universitatis Nicolai Copernici, Torun .1998.
- 154.** Teutonico J.M., Ashall G., Garrod E. and Yates T. (2000) – A comparative study of hydraulic lime-based mortars. In BARTOS P., GROOT C. and HUGHES J.J. ed. – Historic mortars: characteristics and tests. Proceedings (PRO 12) of the International RILEM Workshop, Paisley (Scotland), 12th-14th May 1999, pp339-349.
- 155.** Torraca,G: Lectures on Materials Science for Architectural Conservation, J. Paul Getty Trust, Los Angeles, 2009.
- 156.** Torraca. G: Porous building materials, 2nd edition, ICCROM, 1982
- 157.** Torraca.G: Porous Building Materials; Materials Science for Architectural Conservation, 2ndedition, ICCROM, Italy, 2005.
- 158.** Van Grieken.R & Others: Cultural Heritage & the Environment, Pure & Appl.Chem, V.70, No.12, Britain, 1998.
- 159.** Vorobiev (V), matériaux de construction, édition MIR, Moscou, 1967.
- 160.** W. Schumann, guide des pierres et minéraux, Delachaux et Niestlé SA, paris 1989.
- 161.** Walters.B & Others: Nitrification-The Main Source for Nitrate Deposition in Building Stones, in" VI th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone", Torun, 1988.
- 162.** Warren.J: Conservation of Earth Structures, BH, P. 82.
- 163.** Watt D., Colston B., « Investigating the effects of humidity and salt crystallisation on mediavel masonry », Building and Environment, n° 35, 2000:737-749.
- 164.** Wolbers. R: Cleaning Painted Surfaces – Aqueous Methods, Archetype Publications, 2000.
- 165.** Young, M.E & Others: Chemical Consolidants and Water Repellents for Sandstone in Scotland, Historic Scotland Research Report, 2003.
- 166.** Zatir Amira, séisme, origine, mécanisme et effet, 2017.

.IV المواقع الإلكترونية:

167. <http://ar.wikipedia.org>
168. <http://www.icomos.org/en/charters-and-texts>.
169. http://www.nps.gov/hps/tps/stand_guide/restore/restore_index.htm
170. [Google Earth](#).
171. [Bristol University website: www.ideers.bris.ac.uk](http://www.ideers.bris.ac.uk)

.V النصوص القانونية:

- Charte ICOMOS - principes pour l'analyse, la conservation et la restauration des structures du patrimoine architectural, Adoptés par la 14ème Assemblée Générale de l'ICOMOS à Victoria Falls, Zimbabwe, Octobre 2003.

- Lorenzo LAZZARINI et Richard PIEPER, La dégradation et la conservation de la pierre, texte de cours internationaux de Venise sur la restauration de la pierre, CC /88/WS.8.

- La Charte de Venise, Charte Internationale Sur la Conservation et la Restauration des Monuments et des Sites, 1965.

- La Charte d'Athènes pour la Restauration des Monuments Historiques, Adoptée lors du premier congrès international des architectes et techniciens des monuments historiques, Athènes 1931.

- Terminologie de la conservation-restauration du patrimoine culturel matériel. Résolution à soumettre à l'approbation des membres de l'ICOM-CC à l'occasion de la XVème Conférence Triennale, New Delhi, 22-26 Septembre 2008.

- La loi 98-04.

فهرس الخرائط والأشكال

- الخريطة رقم 1: تبين الموقع الجغرافي للموقع الأثري ملاكو ----- 23
- الخريطة رقم 2: تبين جيولوجية ولاية بجاية، "DUPLAN 1952 IN ZOUGGAGHE, 2003". ----- 31
- الخريطة رقم 3: توزيع نطاقات الزلازل في الكرة الأرضية ----- 157
- الشكل رقم 1: منحني بياني لتوزيع المعدل الحراري لولاية لبجاية. 28
- الشكل رقم 2: منحني بياني لتوزيع المعدلات الشهرية للتساقط في منطقة الصومام. 29
- الشكل رقم 3: مقطع شمال/شرقي مجرى واد الصومام، منطقة أقبو. 33
- الشكل رقم 4: مقطع شمال/شرقي مجرى واد الصومام، منطقة لقصر. 33

فهرس المخططات

- المخطط رقم 1: يبين طوبوغرافية للموقع الأثري ملاكو. ----- 24
- المخطط رقم 2: يبين مخطط EMBERGER لمنطقة الصومام. ----- 30
- الصورة رقم 3: تبين عملية إطفاء الجير في موقع ملاكو. ----- 42
- المخطط رقم 4: يوضح مراحل تحضير الجير لاستخدامه كملاط في أعمال البناء ----- 43
- المخطط رقم 5: رسم تخطيطي لعملية التسوية (تهيئة الأرضية). ----- 46
- المخطط رقم 6: رسم تخطيطي يوضح وضعية الركام في السور. ----- 49
- المخطط رقم 7: رفع معماري شامل للمنشأة الصناعية الجنوبية للموقع الأثري ملاكو ----- 56
- المخطط رقم 8: رفع لمقطع طولي للسور MR001. ----- 60
- المخطط رقم 9: رفع لمقطع طولي في السور MR002. ----- 63
- المخطط رقم 10: رفع لمقطع طولي للسور MR003. ----- 65
- المخطط رقم 11: رفع لمقطع طولي للسور MR004. ----- 72
- المخطط رقم 12: رفع لمقطع وفق محور ش/غ للمستوى العلوي لقسم الأحواض الشمالية. ----- 80
- المخطط رقم 13: رفع لمقطع طولي للسور MR006. ----- 83
- المخطط رقم 14: رفع معماري لمقطع عمودي في الحوض ح.2. ----- 88
- المخطط رقم 15: رفع لمقطع على محور ش/غ للمستوى الوسطي لقسم الأحواض الشمالية. ----- 96
- المخطط رقم 16: يبين المقطع الطولي لسور MR005. ----- 98

- المخطط رقم 17: رفع طبقتي التلبيس على السور MR005. ----- 110
- المخطط رقم 18: رفع لطبقتي التلبيس على السور MR006. ----- 114
- المخطط رقم 19: مخطط أثري يوضح تموقع منطقة الانتقال بالنسبة للمعلم. ----- 117
- المخطط رقم 20: الرفع المعماري لمقطع عمودي للحوض ح8. ----- 131
- المخطط رقم 21: رفع معماري لجزء التلبيس للوجه الداخلي للسور MR019. ----- 140
- المخطط رقم 22: رفع معماري لمنظر جانبي للحوض ح9. ----- 142
- المخطط رقم 23: يبين رفع معماري لأرضية الحوض ح9. ----- 144
- المخطط رقم 24: يوضح انتقال موجات الزلزال. ----- 161
- المخطط رقم 25: رسم تخطيطي لظاهرة تلف الاسوار بفعل السيول. ----- 191
- المخطط رقم 26: تحديد مواضع العينات على المخطط العام للمعلم. ----- 210
- المخطط رقم 27: يمثل توزيع الحبيبات على شفرة رقيقة. ----- 222
- المخطط رقم 28: توضيح لفئات الفرز المختلفة للحصى في الرقائق. ----- 223
- المخطط رقم 29: تخطيط لتصنيف شكل الحبيبات. ----- 224
- المخطط رقم 30: يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة SAM SIS1. ----- 234
- المخطط رقم 31: يوضح نمط حيود الأشعة السينية لعينة SAM SIS4. ----- 237
- المخطط رقم 32: رسم تخطيطي لمقطع عرضي لتقنية بناء السور MR001. ----- 262
- المخطط رقم 33: رسم تخطيطي للسور MR002. ----- 263
- المخطط رقم 34: رسم تخطيطي لاسلم قسم الأحواض الجنوبية. ----- 264
- المخطط رقم 35: رسم تخطيطي لمقطع عرضي للسور MR003. ----- 264
- المخطط رقم 36: رسم تخطيطي لمقطع عرضي (ش/غ). ----- 265
- المخطط رقم 37: تمثيل تخطيطي للتوزيع العناصر المعمارية مقطع ش/غ. ----- 266
- المخطط رقم 38: تمثيل تخطيطي للتوزيع العناصر المعمارية مقطع ش/ج. ----- 267
- المخطط رقم 39: رسم تخطيطي لمقطع ش/ج لقسم الأحواض الشمالية. ----- 267
- المخطط رقم 40: رسم تخطيطي لمقطع عرضي في القناة SB140. ----- 268
- المخطط رقم 41: رسم تخطيطي لمقطع ش/غ للمستوى العلوي. ----- 269
- المخطط رقم 42: رسم تخطيطي لمقطع ش/غ للمستوى الوسطي. ----- 269
- المخطط رقم 43: رسم تخطيطي لتوضع التلبيس على الأسوار (السور MR006). ----- 270
- المخطط رقم 44: رسم تخطيطي لمقطع في الحوض "ح7". ----- 271
- المخطط رقم 45: رسم تخطيطي لمقطع ش/غ على مستوى سلمي. ----- 271
- المخطط رقم 46: رسم تخطيطي لتقنية بناء أعمدة المعلم -منطقة الانتقال - ----- 272
- المخطط رقم 47: رسم تخطيطي لمقطع للحوض "ح11". ----- 273
- المخطط رقم 48: رسم تخطيطي لمقطع ش/غ. ----- 274

- 274 -----المخطط رقم 49: رسم تخطيطي للهيكل المبني SB050 موضعا الوظيفة-----
- 275 -----المخطط رقم 50: رسم تخطيطي للهيكل المبني SB051 موضعا الوظيفة-----
- 276 -----المخطط رقم 51: تمثيل بياني لمراحل تشييد المنشأة الصناعية الجنوبية-----
- 277 -----المخطط رقم 52: إعادة تصور المنشأة الصناعية الجنوبية-----

فهرس الصور

- 26 -----الصورة رقم 1: تبين نقيشة سماك أو بترا.-----
- 55 -----الصورة رقم 2: صورة عامة للمنشأة الصناعية الجنوبية.-----
- 57 -----الصورة رقم 3: تبين الزاوية ش/ش التقاء الصورة رقم 4: تبين الزاوية ش/غ التقاء-----
- 58 -----الصورة رقم 5: تبين الزاوية ج/غ التقاء الصورة رقم 6: تبين الزاوية ج/غ التقاء-----
- 59 -----الصورة رقم 7: تبين حالة حفظ MR001 للجزء الواقع بين ح 1 و ح 2 و SB023-----
- 61 -----الصورة رقم 8: تبين السور MR002 - منظر شرقي-----
- 62 -----الصورة رقم 9: تبين زاوية الجدار ج/ش، منظر شرقي-----
- 63 -----الصورة رقم 10: تبين السور MR002 - منظر غربي-----
- 64 -----الصورة رقم 11: مظهر للسور MR003 منظر للوجه الداخلي-----
- 66 -----الصورة رقم 12: توضح حالة حفظ السور MR003 - النصف الجنوبي-----
- 68 -----الصورة رقم 13: منظر أمامي لسلم مدخل منطقة الانتقال-----
- 68 -----الصورة رقم 14: منظر شمالي لـ SB035 الصورة رقم 15: منظر جنوبي لـ SB035-----
- 69 -----الصورة رقم 16: تبين حالة حفظ طبقة الملاط للدرجة الأخيرة-----
- 69 -----الصورة رقم 17: منظر شرقي للسور MR015 منظر أمامي-----
- 73 -----الصورة رقم 18: منظر علوي للسلم الرئيسي الشمالي.-----
- 79 -----الصورة رقم 19: توضح موقع قسم الأحواض الشمالية بالنسبة للمعلم-----
- 81 -----الصورة رقم 20: تبين موقع السور MR006 بالنسبة لقسم الأحواض الشمالية.-----
- 81 -----الصورة رقم 21: مقطع لسور الفاصل بين ح 1 و ح 2-----
- 83 -----الصورة رقم 22: تبين مظهر السور في الجزء 3/1 الشرقي - منظر علوي-----
- 84 -----الصورة رقم 23: منظر جنوبي للقناة SB140.-----
- 85 -----الصورة رقم 24: يبين الجزء المنحوت على شكل رأس أسد من القناة.-----
- 87 -----الصورة رقم 25: تبين موضع العمود PL160.-----
- 89 -----الصورة رقم 26: منظر شرقي لطبقتي ركيزة أرضية أحواض المستوى العلوي.-----
- 90 -----الصورة رقم 27: منظر جانبي للسور MR007 - منظر جنوبي-----

- 91 ----- الصورة رقم 28: منظر علوي صورة للسور MR007 -----
- 91 ----- الصورة رقم 29: منظر شمالي للسور MR008. -----
- 93 ----- الصورة رقم 30: منظر علوي لأرضية الحوض ح1 الصورة رقم 31: توضح موضع المعصرة -----
- 93 ----- الصورة رقم 32: توضح سمك الأرضية عند الزاوية ج/ش "ح1" -----
- 93 ----- الصورة رقم 33: تبين الحوض الثاني "ح2" من المستوى العلوي -----
- 94 ----- الصورة رقم 34: تبين الزاوية ج/ش "ح2"، توضح سمك الأرضية -----
- 94 ----- الصورة رقم 35: تُظهر الحوض الثالث "ح3" الصورة رقم 36: تبين الزاوية ش/غ "ح3"، -----
- 99 ----- الصورة رقم 37: منظر جنوبي للسور MR005 للجزء المحدد لـ "ح5" ولد PL026 -----
- 99 ----- الصورة رقم 38: منظر شرقي "ح6" لركيزة أرضية الأحواض. -----
- 100 ----- الصورة رقم 39: منظر عمودي للسور MR009. -----
- 100 ----- الصورة رقم 40: منظر داخلي للسور MR009. -----
- 101 ----- الصورة رقم 41: منظر جانبي للسور MR010 الصورة رقم 42: منظر علوي للسور MR010 -----
- 102 ----- الصورة رقم 43: منظر غربي للقناة SB144 -----
- 102 ----- الصورة رقم 44: منظر شرقي للقناة SB144. -----
- 103 ----- الصورة رقم 45: منظر جنوبي للسور MR011. -----
- 105 ----- الصورة رقم 46: مظهر لأرضية الحوض "ح4" النصف الغربي -----
- 105 ----- الصورة رقم 47: مظهر لأرضية الحوض "ح4" النصف الشرقي -----
- 106 ----- الصورة رقم 48: يبين أرضية "ح5" SL045 -----
- 107 ----- الصورة رقم 49: منظر جنوبي لأرضية الحوض "ح6" -----
- 107 ----- الصورة رقم 50: منظر جنوبي لأرضية الحوض "ح6" يبين سمكها. -----
- 108 ----- الصورة رقم 51: مظهر لإزار الحائط على السور MR005 -----
- 108 ----- الصورة رقم 52: مظهر لإزار الحائط على السور MR011. -----
- 109 ----- الصورة رقم 53: تبين منظر علوي للحوض "ح7". -----
- 111 ----- الصورة رقم 54: يبين المنظر الجنوبي لجزء الصورة رقم 55: منظر عمودي لجزء من السور MR005 -----
- 111 ----- الصورة رقم 56: منظر شمالي لجزء من السور MR001 -----
- 112 ----- الصورة رقم 57: توضح توضع الطبقة الأولى من التلبيس للسور MR010 -----
- 112 ----- الصورة رقم 58: توضح توضع طبقتي التلبيس على السور -----
- 113 ----- الصورة رقم 59: توضح الطبقتين الصورة رقم 60: تبين توضع الطبقتين -----
- 113 ----- الصورة رقم 61: توضح توضع الطبقة الأولى من التلبيس للسور MR003 -----
- 115 ----- الصورة رقم 62: تُظهر السلم الغربي لقسم الأحواض الشمالية -----
- 115 ----- الصورة رقم 63: منظر جنوبي لموضع السلم الشرقي لقسم الأحواض الشمالية. -----

- 117 ----- الصورة رقم 64: منظر علوي لمنطقة الانتقال.
- 119 ----- الصورة رقم 65: يبين الخط الغربي لأعمدة منطقة الانتقال
- 120 ----- الصورة رقم 66: منظر جنوبي للعمود PL027
- 120 ----- الصورة رقم 67: منظر شرقي للعمود PL028
- 121 ----- الصورة رقم 68: منظر شمالي للعمود PL029
- 122 ----- الصورة رقم 69: تبين الخط الشرقي لأعمدة منطقة الانتقال
- 123 ----- الصورة رقم 70: منظر علوي لقاعدة العمود PL036
- 123 ----- الصورة رقم 71: منظر علوي لقاعدة العمود PL037
- 124 ----- الصورة رقم 72: مظهر علوي لقاعدة العمود PL036.
- 125 ----- الصورة رقم 73: منظر شرقي لحجرتي الترسخ.
- 126 ----- الصورة رقم 74: منظر علوي لقسم الأحواض الجنوبية، صورة مأخوذة سنة 2018.
- 127 ----- الصورة رقم 75: منظر شرقي لزاويتي تقاطع MR016 بـ MR019 و MR020.
- 128 ----- الصورة رقم 76: منظر علوي للسور MR016.
- 129 ----- الصورة رقم 77: منظر شمالي للسور MR020.
- 130 ----- الصورة رقم 78: يبين منظر جانبي لمقطع لركيزة الحوض "ح8"
- 132 ----- الصورة رقم 79: يبين منظر غربي لأرضية الحوض "ح8"،
- 132 ----- الصورة رقم 80: يبين مظهر لفتاة لتفريغ محتوى الحوض "ح8".
- 133 ----- الصورة رقم 81: يبين منظر شمالي للهيكل المبني SB050.
- 134 ----- الصورة رقم 82: يبين منظر علوي للسور MR017.
- 135 ----- الصورة رقم 83: توضح عدم تماسك الأسوار عند الزوايا
- 136 ----- الصورة رقم 84: يبين مظهر للسور MR018
- 136 ----- الصورة رقم 85: تبين طبقة تلبيس SB154.
- 137 ----- الصورة رقم 86: تبين موضع العمود PL161 - منظر غربي
- 138 ----- الصورة رقم 87: مظهر ركيزة أرضية الحوض ح10.
- 139 ----- الصورة رقم 88: يبين منظر شمالي للهيكل المبني SB051.
- 140 ----- الصورة رقم 89: منظر شمالي للسور MR019
- 140 ----- الصورة رقم 90: منظر غربي للسور MR019
- 141 ----- الصورة رقم 91: يبين منظر شرقي لمقطع في الحوض "ح9".
- 143 ----- الصورة رقم 92: مظهر لأرضية الحوض "ح9" SL048
- 145 ----- الصورة رقم 93: منظر علوي صورة للحوض "ح11".
- 163 ----- الصورة رقم 94: توضح سقوط الحجارة المكونة للأعمدة بتأثير الزلازل.

- 163 ----- الصورة رقم 95: توضح تأثير الزلازل على SB022
- 163 ----- الصورة رقم 96: توضح كسر في الحجرة الصورة رقم 97: توضح انتقال الحجرة
- 164 ----- الصورة رقم 98: مظهر للغطاء النباتي السائد على الموقع
- 173 ----- الصورة رقم 99: ممرات الفئران في أرضية منطقة الانتقال
- 174 ----- الصورة رقم 100: مجموعة من الموامد موضوعة على أرضيات الأحواض
- 175 ----- الصورة رقم 101: بقايا كسر الحجر الكلسي المصقول
- 176 ----- الصورة رقم 102: توضح إستغلال الموقع للنشاط الزراعي قبل الحفرية
- 180 ----- الصورة رقم 103: تأثر التلبيس لعامل الحرارة المفاجئ للسور MR020
- 181 ----- الصورة رقم 104: تأثر التلبيس لعامل الحرارة المفاجئ
- 182 ----- الصورة رقم 105: توضح تأثير التحرك الحراري على الهيئة المعمارية
- 187 ----- الصورة رقم 106: توضح إرتفاع المياه تحت سطحية بفعل الخاصية الشعرية
- 189 ----- الصورة رقم 107: صورة توضيحية لتأثير السيول على المعلم ككل
- 190 ----- الصورة رقم 108: جزء من السور MR003 تأثر بالسيول الجارفة.
- 190 ----- الصورة رقم 109: توضح تشقق SB019 على مستوى السور MR008
- 191 ----- الصورة رقم 110: توضح تشقق SL046 في المنتصف على مستوى الزاوية ج/ش
- 191 ----- الصورة رقم 111: توضح انفصال SB114 عن السور MR017
- 193 ----- الصورة رقم 112: توضح تأثير الأمطار المصاحبة للرياح
- 201 ----- الصورة رقم 113: سوابل افلات الحجر عن الملاط الجيري
- 203 ----- الصورة رقم 114: توضح فراغات أثناء التشكل للحجارة العلوية الثانية لـ SB027
- 203 ----- الصورة رقم 115: توضح تورق طولي للحجارة العلوية الثانية لـ SB028
- 203 ----- الصورة رقم 116: توضح فقدان الحجارة لأجزاء منها
- 218 ----- الصورة رقم 117: تبين عملية تقطيع العينات.
- 245 ----- الصورة رقم 118: تبين مناطق التدخل بمنظر على الموقع
- 248 ----- الصورة رقم 119: تظهر عينات طبقات الملاط التجريبية
- 252 ----- الصورة رقم 120: توضح تقنية علاج الشروخ العميقة
- 253 ----- الصورة رقم 121: فك وإعادة البناء الجزء العلوي من السور MR005
- 254 ----- الصورة رقم 122: توضح وصلات ربط تعمل على ربط
- 259 ----- الصورة رقم 123: تبين حالة المنشأة الصناعية الجنوبية بعد التدخلات.
- 259 ----- الصورة رقم 124: تُظهر تدفق الزوار للموقع خلال الأيام المفتوحة.

فهرس اللوحات

- 58 ----- اللوحة رقم 1: تبين موقع السور MR001 بالنسبة للمنشأة مع تكبير
- 67 ----- اللوحة رقم 2: تبين حالة حفظ السور MR003 - النصف الشمالي
- 70 ----- اللوحة رقم 3: صور للزاويتين ش/ش و ج/ش
- 71 ----- اللوحة رقم 4 : تبين حالة حفظ السور MR004.
- 74 ----- اللوحة رقم 5: تبين درجات السلم الشمالي الرئيسي
- 75 ----- اللوحة رقم 6: تبين السور MR014
- 76 ----- اللوحة رقم 7: تبين السور MR014 - منظر جانبي -
- 78 ----- اللوحة رقم 8: تبين تشققات عمودية للسور MR014 على مستوى ثلاث أماكن مختلفة
- 84 ----- اللوحة رقم 9: صور للسور MR006 - منظر شمالي -
- 86 ----- اللوحة رقم 10: صور موضحة للقناتين SB141 و SB142،
- 97 ----- اللوحة رقم 11: تبين جزء السور MR005 المحدد لـ"ح5".
- 97 ----- اللوحة رقم 12: تبين جزء السور MR005 المحدد للحوض ح4.
- 97 ----- اللوحة رقم 13: تبين جزء السور MR005 المحدد لـ"ح6".
- 104 ----- اللوحة رقم 14: صورتان تبينان موقع السور MR012
- 109 ----- اللوحة رقم 15: تبين مختلف أبعاد العناصر المعمارية المكونة للحوض "ح7".
- 166 ----- اللوحة رقم 16: صور لتأثير العامل البيولوجي في تلف الاثار
- 169 ----- اللوحة رقم 17: وجود الفطريات على سطح الأجزاء الظاهرة قبل الحفرية.
- 176 ----- اللوحة رقم 18 : صورتان من حالات استرداد لمواد البناء (الحجر المصقول)
- 212 ----- اللوحة رقم 19: صور فوتوغرافية العينات قبل أخذها من الموقع
- 214 ----- اللوحة رقم 20: تبين مختلف عينات الملاط الجيري الخامة
- 219 ----- اللوحة رقم 21: تبين شفرات الرقيقة.
- 232 ----- اللوحة رقم 22: العينة SAM SIS 1 كما تحت المجهر الضوئي
- 233 ----- اللوحة رقم 23: العينة SAMSIS3 كما تبدو تحت المجهر الضوئي
- 235 ----- اللوحة رقم 24: العينة SAMSIS2 كما تبدو تحت المجهر الضوئي
- 236 ----- اللوحة رقم 25: العينة SAMSIS4 كما تبدو تحت المجهر الضوئي

- 236 ----- اللوحة رقم 26: العينة SAMSIS5 كما تبدو تحت المجهر الضوئي
- 255 ----- اللوحة رقم 27: الجزء الشرقي من قسم الأحواض الجنوبية قبل وبعد التدخل
- 255 ----- اللوحة رقم 28: توضح السور MR019 قبل وبعد التدخل
- 256 ----- اللوحة رقم 29: توضح الجزء الشرقي من سلسلة الأحواض الشمالية قبل وبعد التدخل
- 256 ----- اللوحة رقم 30: توضح النصف الغربي للسور MR001 قبل وبعد التدخل
- 257 ----- اللوحة رقم 31: توضح للسور MR006 قبل وبعد التدخل
- 258 ----- اللوحة رقم 32: توضح للسور MR005 قبل وبعد التدخل.
- 258 ----- اللوحة رقم 33: تبين الجزء الأوسط من السور MR003 قبل وبعد التدخل

الفهرس

III	الإهداء.....
IV	كلمة الشكر.....
V	قائمة المختصرات:.....
XIII	قائمة المصطلحات:.....
15	مقدمة.....
21	الفصل الأول: عموميات حول الموقع الأثري ملاكو.....
22	تمهيد.....
22	I. الإطار الجغرافي:.....
22	I.1. الموقع الجغرافي :.....
23	I.2. طوبوغرافية الموقع:.....
24	I.3. تضاريس المنطقة:.....
25	II. الإطار التاريخي:.....
25	II.1. أهم المصادر التي تناولت الموقع:.....
26	II.2. لمحة تاريخية:.....
27	III. الإطار المناخي:.....
27	III.1. درجات الحرارة:.....
28	III.2. التساقط:.....
30	III.3. مخطط بيومناخي EMBERGER:.....
31	VI. جيولوجية منطقة الصومام:.....
34	V. مواد وتقنيات البناء :.....
34	V.1. مواد البناء :.....
35	V.1.1. الحجارة:.....
35	الركام Moellons:.....
36	الحجارة الكلسية المصقولة:.....
37	V.1.1.2. الملاط:.....
38	V.1.1.1. الملاط الجيري:.....

39	الجير:
40	الفرن العمودي أو الفرن المستقيم:
40	الأفران الدوارة:
44	1.1.1.V. 2. الملاط الطيني:
44	2.V. تقنيات البناء:
48	1.2.V. تقنية الدبش:
48	2.2.V. تقنية الانشاء المختلطة:
49	3.2.V. تقنية المزج بين الركام والحجارة المصقولة :
50	4.2.V. تقنية وإنجاز الأرضيات :
50	5.2.V. تقنية تطبيق التليسان :
50	الخلاصة:
53	الفصل الثاني: دراسة معمارية للمنشأة الصناعية الجنوبية" حالة حفظ"
54	تمهيد:
54	II. الوصف المعماري العام لمنشأة:
56	III. الوصف المعماري المفصل:
57	1. II. الجدار الخارجي :
58	1.1. II. السور Mr001:
60	1. II. 2. سور الدعامة Mr002:
63	1. II. 3. سور الدعامة Mr003:
67	1.3.1. II. سلم مدخل منطقة الانتقال Sb025 :
69	1. II. 3. 2. السور Mr015:
70	1. II. 4. السور Mr004:
73	II. 2. السلم الرئيسي الشمالي:
75	II. 2. 1. سور الدعم Mr087:
75	II. 2. 2. السور Mr014:
76	II. 2. 2. 1. التليسان الخارجي للسور Mr014:
76	II. 2. 3. ركيزة ودرجات السلم:
78	II. 3. قسم الأحواض الشمالية:
79	II. 3. 1. المستوى العلوي من أحواض القسم الشمالي:

105	أرضية الحوض "ح4" SI044:
105	أرضية الحوض "ح5" SI045:
106	أرضية الحوض "ح6" SI046:
107	إ. 3. 2. 8. إزار الحائط:
108	إ. 3. 3. حوض المستوى السفلي:
109	إ. 3. 4. التليس:
110	إ. 3. 4. 1. الوجه الخارجي:
111	إ. 3. 4. 2. الوجه الداخلي:
112	إ. 3. 4. 2. 1. الطبقة الأولى من التليس:
113	إ. 3. 4. 2. 2. الطبقة الثانية من التليس:
114	إ. 3. 5. سلمى قسم الأحواض الشمالية:
114	إ. 3. 5. 1. ركيزة السلم Sb035:
115	إ. 3. 5. 2. الدرجات، Sb033 و Sb034:
115	إ. 3. 6. حالة حفظ قسم الأحواض الشمالية:
116	إ. 3. 6. 1. عناصر معمارية في حالة حفظ مقبولة:
116	إ. 4. منطقة الانتقال:
118	إ. 4. 1. خطي الأعمدة:
118	إ. 4. 1. 1. الخط الغربي:
119	العمود PI027:
120	العمود PI028:
121	العمود PI029:
121	إ. 4. 1. 2. الخط الشرقي:
122	العمود PI036:
123	العمود PI037:
123	العمود PI038:
124	إ. 4. 2. أرضية منطقة الانتقال:
124	إ. 4. 3. حجرتا الترسخ:
125	إ. 5. قسم الأحواض الجنوبية:
126	إ. 5. 1. الحوض الغربي ح8:

127	.....:Mr016	السور	1.1	5.11
128	.....:Mr020	السور	2.1	5.11
128	.....	طبقة التلبيس	Sb153	
129	.....:PI167	العمود		
129	.....:"ح8"	ركيزة أرضية الحوض	3.1	5.11
130	.....:Sb115	الطبقة السفلى لركيزة الحوض	"ح8"	
131	.....	الطبقة العلوية لركيزة الحوض	Sb112	
131	.....:SI057	أرضية الحوض	"ح8"	5.11
132	.....:Sb050	الهيكل المبنى	5.1	5.11
133	.....:10	الحوض الشرقي	2.2	5.11
134	.....:Mr017	السور	1.2	5.11
135	.....:Mr018	السور	2.2	5.11
136	.....:Sb154	طبقة التلبيس		
136	.....:PI061	العمود		
137	.....:"ح10"	ركيزة أرضية الحوض	3.2	5.11
138	.....:Sb051	الهيكل المبنى	4.2	5.11
139	.....:9	الحوض	3.3	5.11
139	.....:Mr019	السور	1.3	5.11
141	.....:Sb113	ركيزة أرضية الحوض	"ح9"	5.11
142	.....:SI048	أرضية الحوض	3.3	5.11
144	.....:"ح11"	حوض المستوى الأدنى	4.4	5.11
145	.....:Sb153	ركيزة أرضية الحوض	"ح11"	5.11
145	.....:Sb052	حامل محور دوران الطواحن		
145	.....:Mr021	سور الحوض	"ح11"	5.11
146	.....:SI053	أرضية الحوض	"ح11"	5.11
146	.....:"Sb157"	طبقتي التلبيس	"Sb156"	5.11
146	.....	حالة حفظ قسم الأحواض الجنوبية		5.11
147	.....	خلاصة الفصل:		
150	.....	الفصل الثالث: عوامل وآليات تلف الهياكل المعمارية.		

151	تمهيد:
153	1. العوامل الخارجية:
153	1.1. تأثير الرياح:
155	1.2. الكوارث الطبيعية (الزلازل):
156	مقياس ريختر:
157	مقياس مركالي "Mercalli":
157	1.2.1. اسباب حدوث الزلازل:
157	1.2.2. توزيع نطاقات الزلازل في الكرة الأرضية:
158	1.3.2. الزلازل التي ضربت الضفة الجنوبية للبحر المتوسط:
160	1.4.2. تأثير الزلازل على الموقع الأثري ملاكو:
163	3.1. تأثيرات بيولوجية:
164	3.1.1. العامل النباتي:
164	3.1.1.1. الكائنات النباتية الكبيرة:
165	تلف بيوفيزيائي:
166	تلف بيوكيميائي:
167	3.1.2. الكائنات النباتية الدقيقة:
167	البكتريا:
167	بكتيريا الكبريت:
168	بكتيريا النيتروجين:
168	الفطريات:
169	تلف بيوفيزيائي:
169	تلف بيوكيميائي:
170	الطحالب:
170	الأشنة:
171	أشنة الحجارة الجيرية:
171	أشنة الحجارة السيليسية:
171	3.1.2. العامل الحيواني:
172	3.1.2.1. النمل:
172	3.1.2.2. القوارض:

173	3.1.3. التأثير البشرى:
173	3.1.3.1. المرحلة الأولى: ثورة فيرموس:
173	3.1.3.2. المرحلة الثانية: إعادة إستغلال الموقع:
174	3.1.3.3. المرحلة الثالثة: استعمال الموقع كمقبرة، وممارسة بعض الطقوس الجنائزية:
174	3.1.3.4. المرحلة الرابعة: وتعود الى الفترة الحديثة:
175	استرداد العناصر المعمارية:
176	النشاط الفلاحي:
176	نشاط الزوار:
177	3.1.4. عوامل التلف الفيزيوكيميائية:
178	3.1.4.1. تأثير الحرارة:
178	تأثير الارتفاع في درجات الحرارة:
179	تأثير الانخفاض في درجات الحرارة:
179	تأثير التغير المستمر في درجات الحرارة:
179	تأثير الحرارة على المباني الجيرية:
180	تأثير الحرارة على المباني المستخرجة من باطن الأرض:
181	تأثير الحرارة على المعالم الأثرية المكشوفة: كما هو الحال الموقع الاثري ملاكو.
183	3.1.4.2. تأثير الرطوبة:
184	الرطوبة النسبية:
185	المياه تحت سطحية (الرطوبة الأرضية):
186	المياه المتقطعة أو العرضية:
186	المياه الأرضية:
186	خاصية الامتصاص الشعري:
188	مياه الأمطار:
194	التكاثف:
194	تأثيرات فيزيائية:
194	تأثيرات كيميائية:
195	3.1.4.3. تأثير الأملاح:
196	تأثير غازات التلوث الجوي:
197	غاز ثاني أكسيد الكبريت (SO ₂):

198	غاز ثاني أكسيد الكربون (CO ₂):
199	مركبات النيتروجين:
200	II. العوامل الداخلية:
200	II. 1. مادة البناء:
200	II. 1. 1. حجارة الشيست:
201	II. 1. 2. الملاط الجيري:
202	II. 1. 3. الحجارة الكلسية:
203	خلاصة الفصل:
207	الفصل الرابع: التحاليل المخبرية
208	تمهيد
209	I. اختيار العينات:
209	II. أخذ العينات:
213	III. التحليل بالعين المجردة:
215	III. 1. العينات SAMSIS3 و SAMSIS4 و SAMSIS5:
215	III. 2. العينتان SAMSIS1 و SAMSIS3:
216	VI. التحليل المجهرى:
216	VI. 1. تحضير الرقائق:
216	التشريب:
216	طريقة التشريب في الفراغ:
217	التشريب تحت الضغط:
217	التشريب أسيتون + رودوباز:
217	التقطيع: تحقيق قطاعات رقيقة من مواد البناء:
218	تسوية سطح القطع:
218	تلصق الشرائح:
218	ضبط سمك الشفرة الرقيقة:
218	تنظيف الشفرات الرقيقة:
219	تغطية الشفرة الرفيعة:
219	VI. 2. اختيار التحاليل:
220	VI. 3. تقنيات التحليل:

220	VI .3 .1 . التحليل باستخدام المجهر الضوئي للإرسال (MOT):
221	تحديد خصائص الملاط:
221	لون المصفوفة بالعين المجردة:
221	نسبة الجير / الحصى:
222	نسبة المسامية الكلية (إذا كان من الممكن قياسها):
223	حجم المسافات بين الحبيبات لكل عائلة الحصى والفرز:
224	شكل الحبيبات:
224	VI .3 .2 . الإسهامات النوعية للملاحظة بالمجهر الضوئي المرسل:
224	أهم معايير تحديد أصل الحصى:
226	تحديد "الروية"، طبيعة الحجارة الكلسية:
227	تنوع شظايا الأجر والقرميد:
227	وجود المادة العضوية (التبن والفحم):
227	وجود شظايا الملاط:
228	هيكل المادة اتجاه الركام والفراغات:
228	المسامية، أشكالها وملأها:
229	طبقة التلبس والأرضية:
229	VI .3 .3 . التحليل بالمجهر الإلكتروني الماسح (MEB) والأشعة السينية:
229	VI .3 .4 . التحليل بالامتصاص الذري:
230	VI .3 .5 . الفحص المبدئي:
231	VI .3 .6 . الفحص المجهر الضوئي للإرسال والأشعة السينية لعينات الملاط:
231	VI .3 .6 .1 . العينة SAMSIS1 :
232	VI .3 .6 .2 . العينة SAMSIS3 :
234	VI .3 .6 .3 . العينة SAMSIS2 :
235	VI .3 .6 .4 . العينة SAMSIS4 :
236	VI .3 .6 .5 . العينة SAMSIS5 :
238	الخلاصة:
241	الفصل الخامس: التدخلات الاستعجالية واقتراح رسم ثلاثي الأبعاد للمعلم:
242	تمهيد:
243	I . التدخلات الاستعجالية :

- 243 1. 1. إشكالية الحفاظ وتقديم الموقع:
- 243 2. 1. السياق التراثي وحالة حفظ الموقع:
- 244 3. 1. أهمية التدخلات الاستعجالية:
- 246 4. 1. تقوية الهياكل المعمارية:
- 246 1. 4. 1. المبادئ العامة:
- 247 2. 4. 1. تجارب إختيار الملاط المناسب:
- 249 1. 2. 4. 1. تحضير الملاط:
- 250 تحضير الملاط الجيري الهوائي:
- 250 2. 2. 4. 1. التدخلات المطبقة على الهياكل:
- 252 علاج شقوق أرضية الحوض ح6:
- 253 التفكيك وإعادة البناء:
- 255 التدخل على الجزء الشرقي لقسم الأحواض الجنوبية:
- 255 التدخل على السور Mr019:
- 256 التدخل على الجزء الجنوبي لقسم الأحواض الشمالية:
- 256 التدخل على السور Mr001:
- 257 التدخل على السور Mr006:
- 257 التدخل على السور Mr005:
- 258 التدخل على جزء من السور Mr003:
- 260 3. 4. 1. كمية المواد المستعلة في عمليات التدخل:
- 260 11. 1. اقتراح رسم ثلاثي الأبعاد للمعلم
- 260 11. 1. حفر خنادق القواعد للجدار الخارجي:
- 260 11. 2. وضع القواعد و الأساسات:
- 261 11. 3. تقنية بناء الجدار الخارجي:
- 261 11. 3. 1. السورين Mr001 و Mr004:
- 262 11. 3. 2. السورين Mr002 و Mr003:
- 265 11. 4. 1. مراحل بناء السلم الرئيسي الشمالي:
- 265 11. 4. 1. وضع القواعد و الأساسات:
- 266 11. 4. 2. تشييد الأسوار:
- 266 11. 4. 3. وضع ركيزة السلالم والدرجات:

267	.....	5. مراحل بناء قسم الأحواض الشمالية:
267	.....	1. 5. بناء السورين Mr005 و Mr006:
268	.....	2. 5. وضع ركائز أرضيات الأحواض:
269	.....	3. 5. الأسوار المحددة لأحواض:
269	.....	4. 5. تهيئة الأرضيات:
270	.....	5. 5. التليس:
270	.....	6. 5. ازار الحائط:
271	.....	7. 5. الحوض السابع:
271	.....	8. 5. سلمى قسم الأحواض الشمالية:
272	.....	6. 6. مراحل بناء هياكل منطقة الانتقال:
272	.....	1. 6. الأعمدة:
273	.....	2. 6. مراحل بناء حوض الدهس:
273	.....	7. 6. مراحل تشييد قسم الأحواض الجنوبية:
277	.....	الخلاصة:
279	.....	الخاتمة:
281	.....	التوصيات
282	.....	قائمة المراجع:
282	.....	I الرسائل الجامعية.....
282	.....	1.اللسان العربي:
283	.....	2.اللسان اللاتيني:
284	.....	II. المقالات:
284	.....	1.II.اللسان العربي:
284	.....	2.II.اللسان اللاتيني:
288	.....	III. المراجع:
288	.....	1.III.اللسان العربي:
289	.....	2.III.اللسان اللاتيني:
295	.....	IV المواقع الالكترونية:
295	.....	V. النصوص القانونية:
296	.....	فهرس الخرائط والأشكال

296	فهرس المخططات
298	فهرس الصور
302	فهرس اللوحات
304	الفهرس