المراحل التطويرية والمعالجات التقنية الهندسية لعمارة الهيكل الانشائي لمبنى الزقورة في مدن وسط وجنوب العراق القديم
(نماذج منتخبة)

منى عبد الكريم حسين القيسي[*]

تاريخ تقديم البحث: ٢٠٢١/٧/٢٤ تاريخ قبول النشر: ٢٠٢١/٨/١٥

الملخص:

دأب المعمار في العراق القديم على العناية بالهندسة العمارية لمبنى الزقورة وتجديد بنائها إذ تعد من أهم المباني الدينية ضمن العمارة الدينية التي تحتل مراكز المدن العراقية القديمة إذ حافظ عليها المجتمع العراقي القديم بشكلها وهويتها العمارية التي تعكس فكره الديني عبر الزمن. من هذا فقد تركز البحث على دراسة الهندسة العمارية والمعالجات الهندسية التي أصبحت كتقنية جديدة ضمن مراحل بناء الهيكل الانشائي لمباني الزقورات الجديدة بمراكز المدن العراقية القديمة.

الكلمات المفتاحية: الزقورة، الهندسة العمارية، المراحل التطويرية، المصطبة البنائية، الهيكل الانشائي.

Developmental Stages and Engineering Technical Treatments for the Architecture of the Structural Construction of the Ziggurat Building in the Cities of Central and Southern Ancient Iraq (Selected Samples)

Munah Abdel Karim Hussein Al – Qaisi

Abstract:

The architecture in ancient Iraq has been taking care of the architecture of the ziggurat building and the renewal of its construction، as it is one of the most important religious buildings within the religious architecture that occupies the centers of the ancient Iraqi cities، as the ancient Iraqi society preserved it in its form and architectural identity that reflects its

[*] استاذ مساعد دكتور في كلية الاثار / جامعة الكوفة.

Email: munaa.khalaf@uokufa.edu.iq

religious thought through time. From this، the research focused on the study of architecture and engineering treatments that became as a new technology within the stages of building the structural construction of the new ziggurat buildings in the centers of the ancient Iraqi cities.

Keywords: Ziggurat، Architectural، Development Stages، Mustaba Building، Structural Structure.

المقدمة:

الزقورة صرح عظيم وشاهق ميز حضارة وادي الرافدين ونبعت عمارتها من فكر عراقي أصيل لتحقيق غايته وطموحه الهندسي والعماري ببنائها لتكون عنواناً مميزاً للعمارة الدينية التي توسطت مراكز المدن القديمة ، اذ عكس تاريخها العماري جانبين مهمين أولهما فلسفة الفكر الديني ، والثاني تطور هندسة العمارة الدينية في المجتمع العراقي القديم لتأتي منها أهمية دراسة هذا البحث لتعد هذه الجوانب بمثابة مرحلتين تطويريتين أضافت لمبنى الزقورة جملة من الخصائص وأصبحت السمات الخاصة بهندسة عمارتها ، لذا هدف البحث إلى بيان أهمية المرحلة التطويرية الأولى التي عكست مفهوم الفكر الديني على الزقورة بتحديد شكلها وهويتها العمارية ، فضلا عن إبراز دور المعمار في العراق القديم وإمكانياته المتميزة بابتكار الجديد وإدخال تقنيات هندسية متطورة ضمن مراحل ببنائها لتكون مرحلة تطويرية ثانية. لتكون هذه التقنيات المعالجة ضمن دراسة البحث الإضافة الجديدة لدراسات كثيرة تناولت موضوع الزقورة وبشكل موسع بالكتب ورسائل الماجستير والبحوث العلمية التي اقتصرت على العرض والوصف والاستشهاد بآراء المنقبين لذلك جميعها افتقرت الى التحليل الهندسي ومعرفة كيفية تفكير المعمار آنذاك وتعامله مع نتائج المتغيرات البيئية الطبوغرافية على الزقورة ليقدم سلسة ابتكاراته ومعالجات هندسية وتقية بأسلوب علمي وعملي بحت لطرح مخرجات جديدة من أنظمة هندسية وانماط لعناصر عمارية التي أصبحت سمات وخصائص عمارية للزقورة ومقارنتها بالعلوم الحديثة للهندسة العمارية للأبنية. لذلك سوف ينهج البحث مناقشة الموضوع بعد المقدمة وفق محاوره بعرض تاريخ مبنى الزقورة ووصف نماذج مخططات لأمثلة منتخبة من زقورات ومقارنة عناصرها العمارية ومخططاتها الهندسية والتقنيات المضافة المعالجة ومنها اختياره أسس متينة للزقورة والتغير والوظيفي للطبقة البنائية الأولى منها فضلا عن ابتكار الجدران الاسنادية أو الساندة لدفع ضغط التربة والمدعمة بدعامات ، فضلا عن بيان قدرة المعمار على توازن المبنى عن طريق التوازن بين وزن البناء وجاذبية الأرض والإشارة إلى ظروف البيئية ومتغيراتها وتأثيرها في عمارة الزقورة. ولتغطية الموضوع مستعينة بالمصادر والمراجع العلمية التي تناولت جوانب من موضوع البحث ، كما تضمن خرائط وصور ومخططات لعمل الباحث ، وبالمقابل لأجل

استكمال هذه الدراسة هناك أسئلة عدة لابد من مراعاتها بدءا من كيفية بلورة الأفكار الهندسة العمارية وتطورها التي توصل اليها المعمار التي سبقت علم الهندسة المعماري الحديث لاكثر من ٤٠٠٠ سنة مضت وكيفية تبني أسلوب المعالجة لتلافي جوانب الضعف بالبناء وجعلها مكيفة مع البيئة بمواد أولية بسيطة وجعلها أكثر متانة وصمود أمام تقادم الزمن ومن ثم الخروج بأهم النتائج للبحث العلمي المدرجة بنهاية البحث.

أولا – مبنى الزقورة:

ورد أول ذكر لأسم الزقورة وبشكل صريح في العصر البابلي القديم بصيغة siq(q)urratu أو sequrratu وجمعها ziqqurretu أو siqqurratuالمشتق من المصدر (الفعل) zaqaru والذي يعني العلو و الارتفاع ، وهذه الصيغة الواردة مشتقة من الصيغة الاكدية ziqqurratu(m) والتي تعني برج المعبد أو المعبد العالي أو المدرج [١] ليقابلها بالمعنى باللغة السومرية بصيغة (U_6–NIR) والتي تعني أيضا المعبد العالي [٢]، كما وردت التسمية في النصوص الآشورية التي جاءت بصيغة (zi–iq–qu–ur–ra) [٣] ، ليأتي أسم الزقورة في العصر البابلي الحديث في كتابات الملك نبوبلاصر بصيغة zi–ik–ku–rat ، أما في كتابات الملك نبوخذنصر الثاني فقد وردت بصيغة zi–ku–ra–at [٤].

الزقورة عبارة عن مبنى ذي طبقات مدرجة يتراوح عدد طبقاتها ما بين (٢ – ٧) طبقات ذو قاعدة عريضة بأشكال هندسية منها ذات قاعدة مستطيلة الشكل التي شاع تصميمها بمدن وسط العراق القديم وجنوبه في العصر السومري القديم كما في زقورة أور ونفر والوركاء ، وأخرى بشكل قاعدة مربعة التي كانت منذ العصر البابلي القديم مدينة دوركوريكالزو (عكركوف [٥] ، قد يصل طول ارتفاعها ضلعها إلى (١٠٠ م) تقريباً ويتم بناء معبد أو حجرة (مزار) في قمة الطبقة الأخيرة العليا من الزقورة إذ تشكل الطبقة الأخيرة من الزقورة [٦].. ويتصف نظام الشكل الهندسي للزقورة بأن يكون كل طابق أضيق من سابقه باتجاه القمة وله شرفه يمكن الارتقاء إلى هذه الطبقات عبر سلم يبنى من الأجر أو اللبن المكسو بالقرميد و بالطوب الأحمر الأكثر صلابة وترتفع الزقورة إلى سبعة أو ثمانية طوابق [٧].

ثانيا – عمارة الزقورات أهم نماذجها المنتخبة في مدن وسط العراق القديم وجنوبه:

شيد مبنى الزقورة في المدن العراقية القديمة الرئيسة بوسط العراق القديم وجنوبه لتصبح من أهم المعالم الدينية للمدينة بل من أهم مرافق (العمارة الدينية) التي توسط مراكزها في ظل ظروف بيئية طبيعية واحدة للمنطقة متشابهة بعناصرها البيئية وطبوغرافية الأرض ومادة البناء التي أجاد بها هذه البيئة لتظهر مدى مقاومة وتأثير مباني الزقورات في ظل هذه الظروف البيئية للمنطقة التي خلقت بدورها ظروف بيئية عمارية متشابهة خاضعة لهذه الظروف أدت إلى تصدع وتلف

بهيكلية أغلب مباني الزقورات. ولأهميتها الكبيرة لدى المجتمع العراقي القديم من الناحية الدينية من جانب وكونها عنصراً رئيساً ضمن العمارة الدينية من جانب آخر مما حمل ملوك العراق القديم أن يوجهوا كل اهتمامهم صوب تجديدها وإعادة بنائها ومنهم الملك أورنمو إلى إعداد حملة لإعادة بناء وتجديد مباني الزقورات بالمدن العراقية القديمة لتصل أعداد هذه الزقورات لأكثر من ٣٠ زقورة بشكل مجموعات كبيرة في وسط العراق القديم وجنوبه وحتى مدنه الشمالية اعتمادا على ما كشفته أعمال لتنقيب في المواقع العراقية القديمة ، كما أثبتت التحريات بأن معظم هذه الزقورات قد تم بناؤها خلال حكم الملك أور نمو في العصر السومري الحديث أي نهاية الألف الثالث ق.م ومنها في مدينة أور والوركاء ودوركوريكالزو(عقرقوف) وغيرها من المدن وسط وجنوب العراق القديم [٨]. وبسبب الأعداد الكثيرة من نماذج مباني الزقورات المكتشفة بالمدن العراقية القديمة إذ لا يسعنا الأخذ بجميع أمثلتها في هذه الدراسة، لذلك سوف نأخذ بعض الأمثلة من زقورات هذه المدن التي شهدت تطورا تقنيا هندسيا بعمارتها إن كان عن طريق إعادة بنائها أو ترميمها أو تشيد زقورات جديدة وفق التقنية الهندسية الجديدة التي سوف يتم عرضها في مدن جنوب العراق القديم ووسطه وبحسب قدمها التاريخي. لذلك سوف يتم أولا بعرض عمارة الزقورة الكبيرة بمدينة كيش التي لم تكن ضمن حملة أعمار مباني الزقورات للملك أورنمو وذلك لإعطاء صورة أوضح لعمارة الزقورات قبل العصر السومري الحديث (عصر أور الثالثة) ومن ثم زقورة مدينة اريدو... الخ.

١- زقورة مدينة كيش:

كشف التنقيبات الأثرية في مدينة كيش (تل السنگرة)[٩] عن كتلتين كبيرتين متفاوتتين بالحجم كانتا مشيدتا من اللبن المستوي المحدب بالنظام ذاته الذي بنيت عليه مباني العصر السومري القديم لذا حددوا المنقبون تاريخها بأنها تعود إلى عصر فجر السلالات الثالث [١٠]. وتم ترقيم الزقورتين الصغيرة ب(Z_2) أما الكتلة الأكبر التي عرفت بالزقورة الكبيرة برقم (Z_1) التي أكدت أعمال التنقيب بالموقع بأن تم بناؤها فوق بقايا مستوطن قديم يعود إلى عصر فجر السلالات الثاني بعد فرش طبقة من التراب لتقوم فوقها بناء أسس الزقورة وبارتفاع (١،٣٠ م) المبنية من قطع اللبن المستوي المحدب ذات اللون الرمادي [١١]. ومن الجدير بالذكر فقد كشف على ارتفاع (٣م) تقريبا على طبقة من الرماد بسمك (١م) تتخلل بدن الزقورة [١٢].

٢- زقورة مدينة أريدو:

شيد مبنى الزقورة بمدينة اريدو[١٣] في الجهة الشمالية الغربية من المدينة إذ أكدت أعمال التنقيب بأن الملك أورنمو هو من قام بتأسيس هذه الزقورة بمدينة أريدو استنادا إلى ختم أجر الزقورة باسمه الذي تم الكشف عنها على الجانب الأيسر في درجات سلم الزقورة (على غرار بناء معابد مدينة أور). إلا أن أجر باقي أجزاء مبنى الزقورة كانت مختومة باسم حفيده الملك شوسين

الذي يعود له الفضل في بناء زقورة الإله انكي في المدينة [١٤]. شيدت الزقورة بشكل مستطيل بلغت أبعادها بنحو ٨،٦١×٥،٤٦ م ، بارتفاع ٩،٥م تقريبا ، بنيت من قطع اللبن بقياس ٢٧×١٦×٧ سم[١٥]. (الشكل رقم ١).

تم بناء مبنى الزقورة فوق أنقاض سلسلة من المعابد المتعاقبة التي يعود تاريخ أقدم معبد فيها يعود إلى عصر العبيد في الألف الخامس ق.م[١٦] كما كشفت أعمال التنقيب والتحري في المدينة وبالتحديد بالقرب من الزاوية الشرقية من الزقورة عن قطع من اللبن المستوي المحدب الشائع بالبناء في منتصف الألف الثالث ق.م مما يدل على مخلفات لأبنية تعود إلى عصر السلالات السومرية [١٧]. أما من الناحية العمارية فلم يعثر على معابد يعود تاريخها إلى العصر السومري القديم في المدينة ولربما ملوك سلالة أور الثالثة (٢١١٢ –٢٠٠٤ ق.م) قد هدموا ما هو قائم من الجدران معابد أو أبنية وتم تسوية ارض المدينة بأنقاضها لتكون مهيئة لبناء أبنيتهم الضخمة الجديدة ومنها الزقوره. وهذا قد أستنتج على ضوء ما كشف عنه من أعمال التنقيب التي باشرت أعمالها في زوايا زقورة المدينة ومنها الزاوية لشرقية والزاوية الجنوبية بالكشف عن أنقاض مباني ومنها جدران غرف معابد أقدم من زمن بنائها ومنها يرجع السبب في اختفاء معظم معالم مباني المعابد، وإن الملك اورنمو (٢٠٩٤– ٢١١١ ق.م) هو من قام بإزالة بقايا المعابد وتسويتها بالأرض لأجل بناء الزقورة اذ لا يفصل بين المعبد السادس والزقورة إلا الشيء القليل من حفرة المعابد بمدينة أريدو[١٨]. وهذا النمط من البناء على غرار الكثير من الأمثلة للزقورات بالمدن العراقية القديمة التي نالتها حملة الملك اورنمو بتجديدها وإعادة بنائها فوق زقورات أقدم أو مباني قديمة ومنها زقورة مدينة نفر التي تم بنائها على مباني أقدم[١٩].

٣– زقورة مدينة الوركاء:

أكدت البعثة التنقيبية في مدينة الوركاء [٢٠] بأن تم تشيد مبنى الزقورة في المنطقة الدينية الثانية وهي حارة (إي – انا) [٢١] الواقعة عند الجهة الغربية من المدينة التي تضم معبد الآلهة (إنانا – Inanna) [٢٢] وقد تم بناؤها على أنقاض طبقات هذا المعبد بعد إزالة الطبقتين الأولى وأجزاء كبير من الطبقة الثانية من المعبد التي يعود تاريخهما إلى العصر السومري القديم والمقامة فوق مصاطب بنائية على غرار معبد الطبقة الثالثة [٢٣]. وقد أمر الملك أورنمو بهدم الطبقة الأولى وتسويتها بالأرض إلى مسافة بعيدة من هذا المعبد لأجل تشيد الزقورة[٢٤]. لتشيد مصطبة جديدة بقياس (٦٢×٦٨) م لتكون قاعدة أرضية تستند فوقها الطبقة الأولى للزقورة بقياس (٤٩ × ٥٥) م ، أما الارتفاع المتبقي منها بنحو ١٤م تقريبا[٢٥] (الشكل رقم ٢). وبناءً على ما تقدم فأن هذه التقنية في البناء والتي أمر بها الملك أورنمو لتشيد زقورة مدينة الوركاء هي التقنية نفسها التي تم بنيت بها زقورة مدينة اريدو وهي تسوية منطقة بناء لمباني أقدم ذات قواعد

بنائية مؤلفة من عدة طبقات بنائية من مباني المعابد المتعاقبة الموجودة بالمدينتين وجعلها قاعدة قوية لأجل بناء زقورة جديدة.

كما أكدت أعمال التنقيب بأن هذه الزقورة كانت تتألف من طبقيتين بنائيتين. وقد تم استخدام تقنية جديدة بعمارة بناء الزقورة وهو إضافة طبقات الحصران بين صفوف قطع اللبن فضلا عن مجموعات من حزم القصب ولاسيما بالأجزاء العليا من الزقورة كما تم عمل قنوات أفقية تتخلل بدن الزقورة بين صوف اللبن تمرر خلالها حزم القصب لاجل امتصاص الرطوبة من خلال دخول الهاء عبرها [٢٦].

٤- زقورة مدينة أور:

أمر الملك أور نمو (٢٠٩٤- ٢١١١ ق.م) بتشييد زقورة أور وشرع ببنائها بمدينة أور[٢٧]، وهذا استنادا إلى أجر غلاف الطبقة الأولى للزقورة المختومة باسمه [٢٨] وأكمل من بعده مهام البناء ابنه الملك شولكي، والتي خصصت لعبادة آله المدينة الرئيس وحاميها إله القمر (نينا – سين). وكان أمر بنائها ضمن حملة الملك أورنمو لبناء وإعادة تجديد أبنية الزقورات في المدن العراقية القديمة ، إذ تعد أفضل زقورة في جنوب بلاد الرافدين من الناحية العمارية ومقاومتها للظروف البيئية ومن المباني الأروع والأشهر والأقدم ضمن الإرث المتبقي من العمارة الدينية في حضارة بلاد الرافدين[٢٩]. تم بناء الزقورة بالجانب الشمالي الغربي من المنطقة الدينية التي تمثل مركز مدينة أور والتي هي بالأساس مشيدة فوق مصطبة بنائية بارتفاع ١٧٥سم تقريبا[٣٠].

امتازت زقورة أور بشموخها وصمودها أمام تقادم الزمن مقاومة الظروف الطبيعية لاحتفاظها ببقايا طبقاتها ومنها الأولى وصممت بشكل مستطيل بنحو ٦٢،٥×٤٣ م وبارتفاع ١١م تقريبا ، وقد تم الكشف على أجزاء من الطبقة الثانية بنحو ٢٦×٣٦ م بأرتفاع ٥,٣٥ م ، ويعتقد بأن كان للزقورة طبقة ثالثة بقياس ١٠× ٢٠ م والارتفاع المتبقي ٢،٨٠م تقريبا ليعلوها معبد صغير خصص للإله عرف بالمعبد العلوي [٣١] (الشكل رقم ٣).

أكدت أعمال التنقيب بأن الملك أورنمو بنى زقورة مدينة أور فوق أنقاض زقورة أقدم يعود تاريخها إلى سلالة أور الأولى مما يؤكد هذا الأبراج أو الغرف المنفصلة المتبقية تحت السلم الأمامي أو الوسطي التي يعود بنائها لنفس هذا التاريخ، كان شكلها متميز في بدن الزقورة كما كانت بمثابة دعامات ساندة للسلم المركزي للزقورة[٣٢] (الشكل رقم ٣) التي تفتح عبر مداخل من الساحة الأمامية للزقورة ، شيد البرج الشمالي ليكون مطبخ للمعبد استنادا إلى كشف بقايا الرماد بالبرج. أما البرج الجنوبي فكان بمثابة مقام لإقامة الإله الرئيس [٣٣].

رافق بناء الزقورة الجديدة بمدينة أور إجراءات جديدة وهذا ما تم الكشف عنه بالطبقة الأولى للزقورة إذ شيدت وفق تقنية عالية من البناء وتصميم عماري هندسي متميز ومنها تغليف الواجهات الجدران الخارجية الأربعة للزقورة بالآجر (المفخور) وكان بسمك حوالي ثمانية

أقدام[٣٤]. تسندها دعامات بنائية تميل مع ميلان الجدار نحو الداخل بزاوية ميل بسيطة لتكتسب الزقورة بشكل جديد من خلال خلق امتداد وارتفاع أكثر لجدرانها فضلا عن إضفاء ضخامة للجدار[٣٥]، شيدت هذه الدعامات بعرض ٢،٦٠ م ، وتبرز عن متن الجدار بمسافة ٤٥ سم بشكل متسلسل بلغت المسافة المحصورة بينها بنحو ٤،٤م ، بعدها تم تغطية بدن الزقورة بشكل إزار بطبقة سميكة من مادة القار الهدف منه هو إسناده الجدار وجعله أكثر متانة وقوة فضلا عن فرش طبقات الحصران إلى جانب حزم القصب المحبوك لترصف بين صفوف اللبن إلى جانبها عمل ثقوب مستطيلة الشكل تخترق بدن جدار الزقورة بين صفوف اللبن لأجل التخلص من مياه الأمطار المتسربة إلى هيكل مبنى الزقورة ، المبني من مادة اللّبِن[٣٦]. وعلى ضوء ما تقدم فمن الأرجح قد تم بناء دعامات الزقورة وفق نظام شكل الطلعات والدخلات التي تتخلل جدران المباني الدينية المجاورة لها وهو نظام خاص بالأبنية الدينية بالعراق القديم لتضيف جمالية لهندسة العمارة الدينية عن طريق تنسيق عام للتحليات العمارية التي تكسو جدران الزقورة والمباني الدينية بمركز المدينة وجعلها على نسق واحد.

٥- زقورة مدينة دوركوريكالزو (عقرقوف):

أمر الملك كوريكالزو ببناء الزقورة بمدينة دوركوريكالزو[٣٧] وهذا استنادا إلى بعض الآجر المكشف ضمن تبليط سلالم الزقورة الذي ختم باسم هذا الملك فضلا عن أسم الإله إنليل والمعبد الذي شيد لأجله وأسمه (أي – يو – كال). أما الزقورة فقد سميت بأسم (أي – كي – نير (E–GI–NIR) والذي يعني البيت الطاهر ، ليتم تشيدها ضمن المنطقة الدينية التي تحتل مركز المدينة [٣٨].

اختلفت الآراء في ارتفاع الزقورة استنادا إلى عدد طبقات الزقورة التي اعتقد بأنها كانت ذات طبقات كثيرة ربما تصل إلى ست طبقات أي ما يصل ارتفاعها الحقيقي إلى ٧٨م تقريبا ، أما العلو المتبقي منها فيبلغ بنحو ٥٧ م تقريبا، إذ بلغ ارتفاع الطبقة الأولى من الزقورة بنحو ٣٣ م تقريبا المصممة بشكل مربع بقياس ٦٩ × ٦٧،٦م وبعد إضافة سمك الجدار الذي يغلف بدن الزقورة ليصبح القياس بنحو ٧٨ × ٧٨ م [٣٩] ، (الشكل رقم ٤) وكان هذا الجدار مبني من الآجر مع مادة القير المخلوط بكسر من حجر الكلس كمادة رابطة ويميل نحو الداخل بمقدار ١٠ سم لكل ٢م من ارتفاع الطبقة ليبلغ عند قمتها الميل بنحو ١،٦٥ م تقريبا. وتخللت الواجهة الخارجية لهذا الجدار ست دخلات وسبع طلعات بنائية للضلع الواحد من أضلاع الزقورة [٤٠] كما أكدت أعمال التنقيب التي أجريت بمنطقة الزقورة بأنه تم بناؤها وفق نظام خاص، ومنها؟ إجراء قبل تشيد الطبقة الأولى للزقورة تم فرش طبقة من التراب الأحمر ومن ثم أضيفت طبقة من الرمل الناعم ومن ثم فوقه فرشت طبقة أخرى من التراب الأحمر مرة أخرى، اعتقدت البعثة بأن

الغرض من هذه الطبقات منع تصدع البناء وإسناده على طبقة متساوية بمقاومتها للضغط [٤١]. ومن المرجح أيضا كان الغرض من هذه الطبقات المتكررة لمواد مختلفة كان لخلق طبقة سميكة متجانسة بالتماسك فيما بينها ولأجل خلق أرضية مستوية لسطح كلسي متعرج من الصعب تسويته ليكون قاعدة مستوية لبناء مسطبة الأولى للزقورة.

كما كشفت البعثة التنقيبية بأن زقورة كوريكالزو كانت طريقة بنائها غريبة عن التقنية المتبعة في بناء الزقورات السابقة، التي شيدت من اللبن والطين كمادة رابطة وبشكل صفوف من اللبن تفصل بين ٨–٩ من هذه الصفوف شبكة من الأنابيب (البواري) لتفرش عليها طبقة بسمك ٨ سم من الرمل والحصى فضلا عن لفات من الحبال بقطر ١٠ سم تنفذ بدن البناء لأجل تقوية البناء[٤٢].

عزز المعمار العراقي القديم مبنى الزقورة بفرش حزم من القصب (الحصير) من أسفل المبنى إلى الأعلى إذ تم وضع بين كل صف وآخر طبقة من القصب لتبلغ كل صف من هذه الصفوف مابين (٥ – ١٨) ساف من اللبن ليفصل بين صف وآخر طبقتين أو أكثر من طبقات القصب البردي وقد وضعت بشكل متعاكس على أن لا تتقاطع وكان الغرض منها إضفاء قوة أكثر بتماسك البناء ومقامته للرطوبة والتصدع. كما اخترق بدن مبنى الزقورة عدد من القنوات الأفقية تنفذ من جهة إلى أخرى إلى جانب حزم القصب لتنتهي إلى الخارج بشكل فتحات أو ثقوب مستطيلة الشكل تقريبا بقياس (٢٥×١٤ سم) و(٢٧×١٥ سم) وكانت بشكل شبكة غير متقاطعة وبشكل متناسق مع عرض البناء الغرض منها كشبكة تهوية للزقورة [٤٣].

ثالثا – المراحل التطويرية لعمارة مبنى الزقورة بتاريخ العمارة العراقية القديمة:

يعد مبنى الزقورة من أهم النتاجات العمارية للعمارة الدينية بالعراق القديم وقد دامت عامرة تحمل سمات خاصة بهويتها العمارية ببنائها الهائل لتكشف لنا عن تاريخ عمارتها الذي مر بمرحلتين تطويريتين أساسيتين في تاريخ عمارتها بالمدن العراقية القديمة ، بدأت المرحلة لتطويرية الأولى كمرحلة فكرية متأثرة بالفكر الديني للمجتمع العراقي القديم أعطتها شكلها وسماتها العمارية لتأخذ عنوان هويتها العمارية بالعمارة الدينية بالعراق القديم ، أما المرحلة التطويرية الثانية فتتجلى بطريقة تفكير المعمار العراقي نفسه عبر تجنب ضرورة بالبناء بمادة قابلة للاندثار مع تقادمها الزمني لذلك أضاف تقنيات هندسية جديدة على مراحل بناء الزقورة طورت من هندسة عمارتها. وهما كما يأتي:

١–المرحلة التطويرية الاولى: تأثير التطور الفكر الديني في السمات والهوية العمارية لمبنى الزقورة:

كان أول ظهور لمبنى الزقورة في تاريخ العراق القديم في عصر الوركاء ٣٧٠٠ ق.م[٤٤] وهذا استنادا إلى صور المشاهد الفنية المجسدة على بعض الأختام المنبسطة التي تعود إلى تلك

الحقبة تظهر صور لشكل الزقورات [٤٥] (الشكلان ٥ و ٦). ومن جانب أخر فقد أكدت الدراسات العمارية بمجال العمارة العراقية القديمة بأن مبنى الزقورة كانت بالأصل عبارة عن دكة بنائية صلدة التي تعرف بالمصطبة البنائية وذلك بعدما بدأ بتأسيس وبناء المعابد القديمة بشكل أكثر تعقيداً وذلك ببنائها على هذه المصاطب البنائية ، ليكون المعبد على الارتفاع المطلوب ليظهر بشكل واضح [٤٦] ليكون أول المعابد المشيدة فوق المصاطب الذي كشف عنه بمعبد الطبقة الحادية عشرة بسلسلة المعابد بمدينة أريدو في طور العبيد الرابع[٤٧] ولابد من هذه التحولات المهمة كانت ضمن سلسلة المتغيرات بأسلوب فن العمارة التي شهدتها العمارة العراقية القديمة في الحقبة الزمنية من الطبقة الخامسة والرابعة بمدينة الوركاء إذ تم الكشف عن أسلوب بناء معبد الإله آنو في مدينة الوركاء ببنائه معبدا عاليا يقوم على مصطبة (دكة) بنائية غير متناسقة وبناء على البحث عن تاريخ بناء هذا المعبد الذي رجح بأنه لابد من أنه قد تم بناؤه بتاريخ أقدم وبالتحديد من عصر العبيد أو بداية عصر الوركاء لكونه بقياسات هندسية أصغر من أبنية معبد الآلهة إينانا ضمن مركز مدينة الوركاء ولكن لاستمرار تهديمه وتسوية بقايا أنقاضه وإعادة بناؤه بنفس مكان الموقع للمعبد أصبح بالتدريج المعبد عالي يقوم على المصطبة (دكة)[٤٨]، ليزداد فيما بعد عدد هذه المصاطب البسيطة القديمة بالارتفاع لتصبح بطبقتين (مسطبتين بنائيتين) الواحدة تعلو الأخرى كما كشف في معبد جمدة نصر بموقع تل العقير ومن ثم تطورت الفكرة لتصبح عدد من المصاطب البنائية بشكل الطبقة الواحدة فوق الأخرى لتتجسد بشكل مدرج بنائي ليقترب من شكل الزقورات النهائي ذات الطبقات المتعددة كما ظهر في العصور التاريخية اللاحقة بهيئة مبنى مدرج هائل شاهق الارتفاع [٤٩]. وهنا تجلت لنا وبشكل واضح تطور المرحلة الأولى من تأريخ عمارة الزقورة ، وعلى مر تاريخ هذا التطور بعمارة الزقورة الذي بدأ منذ الألف الرابع كان تأثير المفهوم الديني للمجتمع العراقي القديم الذي انعكس بشكل مباشر على شكل مبنى الزقورة ولاسيما وجود مبنى المعبد العالي فوق اعلي طبقة وبحسب اعتقاد المختصين بأنه كان دار استراحة وسط طريق الإلهة التي تعرج إلى السماء أو عند هبوطها من السماء إلى المعبد الرئيس في الأرض[٥٠]. وان أكثر تفسير للزقورة هي إن هناك معبدين مرتبطين تماما، احدهما أعلى قمة الزقورة والآخر أرضي عند نهايتها بالأسفل. وهناك من يعتقد بأن المعبد العالي هو مكان استراحة مؤقتة للإله في طريقه بين السماء و المعبد السفلي. وان مدرجات الزقورة تفسر على أنها إما مجرد واسطة للصعود المناسب إلى المعبد العالي، أو إنها نوع من السلالم ترتفع إلى السماء من الأرض [٥١].

وعلى ضوء ما تقدم فقد أتت هذه التطورات العمارية ابتداء من بناء المصاطب البنائية وعلاقتها بمبنى المعبد الذي يعلوها ولو تتبعنا لهذه التطورات لوجدنا أن العنصرين (المعبد

والمصطبة البنائية) إنهما العنصران الرئيسان اللذان لا يغيبان عن مبنى الزقورة بل يشكلان هويتها العمارية منذ البداية ، إلا أن حدث هناك تغير في موقع المعبد وحجمه فضلا عن شكل وعدد وحجم المصاطب البنائية نتيجة المؤثرات للأفكار الدينية وتجسيدها بعدما اهتدى إليه المعمار العراقي القديم من معرفة بناء هذه المساطب البنائية لتقوم مقام أسس جدران المعابد القديمة فضلا عن رفع مبنى المعبد عن الأرضية المجاورة لأسباب ودينية إلى جانب الأهداف الوقائية ومنها حمايتها وتفادي جرفها بسبب فيضانات مياه الأنهار من جانب ، ووقايتها من الأملاح والرطوبة من جانب آخر ليصبح هذا المعبد (المعبد العالي) وذلك بعد تتطور فكرة بناء هذه المصاطب عبر تاريخ العمارة العراقية القديمة ليزداد عددها المصاطب البسيطة القديمة بالارتفاع لتصبح بطبقتين (مسطبتين بنائيتين) وفي هذا التطور حدث تغير جوهري في مصطبة المعبد التي كانت تؤدي دوراً بمثابة أسس المعبد لتكون اكبر من المعبد من حيث عدد المصاطب ذات الأحجام الكبيرة وبمساحة أوسع ، بينما يكون المعبد قد أصبح أصغر حجما أو بذات المساحة فوق هذه المصاطب الأكبر حجما والأوسع مساحة. ولابد لهذه المسيرة الطويلة لعمارة الزقورة ابتداء من ابتكار الفكرة حتى تطبيقها بالعمارة الدينية وترسيخها بالفكر العراقي لابد هناك من الحاجة إلى الوقت الطويل واللازم لتطبيقها حتى ظهرت لنا خلال عصر الوركاء لذلك من الأرجح انه تم تنفيذ كل هذه التطورات بوقت قد سبق تاريخ هذا العصر لتختمر الفكرة ويتم تطبيقها وتظهر بشكل واضح بالفكر العراقي القديم، لتصل لنا صور متكاملة مبنى الزقورة مجسدة بمشاهد الأختام الاسطوانية في هذا العصر.

٢- المرحلة التطويرية الثانية: التطور الهندسي المعالجات التقنية لعمارة مبنى الزقورة:

بعد العرض السريع للهندسة العمارية لمباني الزقورات في بعض المدن العراقية القديمة تم تسجيل سلسلة من المعالجات الهندسية لعمارة مبنى الزقورة لتكون بمثابة المرحلة التطويرية الثانية التي مرت على هندسة عمارة الزقورة التي جاءت نتيجة تظافر الجهود العمارية التي بذلها المعمار العراقي القديم في إدامة المباني العراقية القديمة ومنها ولاسيما مباني الزقورات بالمدن العراقية القديمة لتكون هذه المعالجات ابتكارات تقنية هندسية تمكن من ادخالها ضمن مراحل بناء الزقورة والتي جعلت من هندستها العمارية أكثر رصانة مما ساعدها في صمودها فأصبحت الأطول عمرا بتاريخ العمارة الدينية للعمارة العراقية القديمة شامخة تتصدر مبانيها بل أصبحت من أهم معالمها بمراكز المدن العراقية القديمة[٥٢] ولتأتي هذه التقنيات الهندسية بمتغيرات بنمط فن عمارة الزقورات ولاسيما الزقورات التي تم تشيدها في العصر السومري الحديث في نهاية الألف الثالث ق. م التي تعود لهذا التاريخ معظم مباني زقورات المدن بالعراق القديم لتأتي سلسلة من المعالجات الهندسية لعمارة مبنى الزقورة لتكون بمثابة المرحلة التطويرية الثانية التي مرت على عمارة هندسة الهيكل الإنشائي لمبنى الزقورة بعدما تمكن المعمار العراقي القديم من أجراء

دراسة مستفيضة مسبقة لمباني الزقورات ومن جوانب عدة نتج عن رصدها جميع السلبيات بمباني الزقورات القديمة من حيث طبوغرافية أرض المنطقة ونوع التربة ومدى تحملها لثقل البناء ونمط التخطيط الهندسي لمبنى الزقورة فضلا عن نوع مادة البناء التي هي من أهم المعوقات التي شاركت هذه العوامل بتصدع بدن المبنى وخسفها ، ومنها تمكن من تسجيل سلسلة من هذه المعالجات التقنية لهندسة عمارة الزقورة التي أدخلها المعمار العراقي القديم ضمن مراحل بنائها وبمهنية عالية ، ولذلك عن طريق دراسة مستفيضة وبشكل علمي وفق عمارة هندستها والبيئة المحيطة سوف يتم عرضها هذه المعالجات بشكل محاور متسلسلة تباعا مع مراحل عملية بناء الزقورة وكما يلي:-

أ- أختيار موقع مبنى الزقورة:

كان اهتمام الملك أورنمو بأعمار واعادة بناء زقورات المدن العراقية القديمة كبيرا إذ تم تجديد معظم مبانيها في مدة حكمه وكانت هذه الحملة على الأرجح ضمن حملته التي وجهها صوب أعمار مراكز المدن القديمة في وسط العراق القديم وجنوبه لذلك لابد من إعادة بناء وترميم مباني الزقورات ضمن العمائر الدينية بمراكز هذه المدن. وبسبب تهالك مباني الزقورات فلابد من أعمارها ثم إعادة بنائها وفق تقنية هندسية جديدة تضيف لها رصانة تجعلها أكثر قوة ومتانة والحيلولة دون تصدعها لأنها تعد من أهم مباني العمارة الدينية التي تتصدر هذه المراكز ، بدليل قيامه بهدم مباني زقورات قديمة وإعادة بنائها من جديد ، أو بناء زقورات جديدة فوق سلسلة معابد مشيدة مسبقا بمركز المدينة ، إلا إن قد أهملت الكثير من مباني الزقورات التي لم تكن ضمن هذه المراكز المدن مثل زقورة كيش (تل سنگرة) بدون اعمار ضمن هذه الحملة ، لذلك فلابد قد جاء اهتمام الملك أورنمو بإعمار مباني الزقورات ضمن اهتمامه بأعمار مراكز المدن. وعند بناء الزقورات بمراكز المدن العراقية القديمة ورد هنا أمرين هامين أولهما: هو بسبب تحديد مساحة المركز الذي تم أشغاله بمعظم المباني الدينية كان على المعمار العراقي القديم أن يتقيد ضمن هذه المساحة للعمارة الدينية بالمركز (بمنطقة المعابد) لذلك لم يكن أمامه إلا أن يختار موقع الزقورة القديمة أو التضحية بأبنية معبد ضمن المركز بحيث تكون مساحته الأرضية كافية لإنشاء وبناء مبنى زقورة جديدة. والأمر الهام الثاني والاهم: وهو لابد من بناء الزقورة الجديدة فوق مباني أقدم إن كانت أنقاض لزقورة كما في زقورة أور الشكل (٣) ، أو سلسلة معابد أو أبنية قديمة مثل زقورة اريدو والوركاء (الشكلان (١)،(٢)) ولا سيما كونها ذات طبقات قائمة في الموقع نفسه لتشكل أساس (ارضية) قوي للمبنى وهذه هي التقنية الجديدة التي ترتبط بالمحور الثاني التي أدخلها المعمار العراقي ضمن مراحل بناء الزقورة وذلك بعد إدراكه لهشاشة تربة الأرض التي تقام عليها مبنى الزقورة ومدى ضعف تحملها لأوزان ثقل مبنى الزقورة (وزن مادة البناء) وبسببها

تعرض معظم مباني الزقورات لهبوطها أو خسفها مما يعرضها للتصدع جراء الخسف وهو واضح كما كشفته أعمال التنقيب بتدمير أجزاء كبيرة من بمبنى زقورة مدينة كيش (تل أنغرة) بأن سطح الطبقة الأولى أصبح ساحة لمعبد يعود للعصر البابلي الحديث [٥٣].

ب – انشاء قاعدة قوية لإسناد مبنى الزقورة:

بعد تحديد موقع مبنى الزقورة الجديدة قام المعمار العراقي القديم بنائها على أنقاض مباني أقدم كما كشفت أعمال التنقيب في بناء زقورة مدينة الوركاء التي بنيت على سلسلة معابد الآلهة (إأنا) بعد تسوية الطبقة الأولى ومعظم الطبقة الثانية من المعبد لأجل بناء زقورة الالهة إانا [٥٤] اذ يعود تاريخ مبنى أول معبد في الطبقة السادسة الذي يعود تأريخه إلى منتصف (الألف الرابع ق.م) [٥٥]، وهذا على نمط بناء زقورة مدينة اريدو نفسه المبنية فوق أنقاض سلسلة من المعابد المتعاقبة ويعود تاريخ أقدم معبد لها إلى عصر العبيد في الألف الخامس ق.م [٥٦]. أو الشروع ببناء الزقورة على أنقاض زقورة أقدم مثل زقورة أور بدليل كشف على البرجين الشرقي والغربي الواقعين تحت سلم الزقورة المركزي إذ ميزت عمارتهم ببدن الزقورة بالنظام نفسه في بناء السلام والأبراج لبناء الزقورات القديمة وكانت وظيفتهما الأساسية دعامات لإسناد السلم المركزي للزقورة فضلا عن وضيفتهما الدينية (أحدهما كان معبد والآخر مطبخ استنادا للرماد الموجود بالبرج) ويعود تاريخهما إلى سلالة أور الأولى [٥٧] (الشكل رقم ١١). وهنا على الارجح لابد من ان مبناها قد تصدع وتعرض للهدم. وقد حدثت هذه العملية عندما أصبح وزن الزقورة أعلى من قوة تحمل الأرض ليكون هناك هطول (تخسف) في الزقورة ونتيجته حدوث شقوق في الجدران وتعتمد كبر وقوة هذه الشفوق على نسبة الهطول. وهذا ما فطن إليه المعمار العراقي القديم بالفطرة لكل هذه السلبيات وقدم بكل حرفية المعالجات الهندسية بعمارة الزقورة بما يناسبها مقارنة مع الدراسات الحديثة للهندسة العمارية المتطورة.

إذ أن من البديهي وقبل الشروع بأي عمل بناء والأساس للبناء أو عمل هيكل البناء الإنشائي لابد من حساب وزن هذا الهيكل مع قياس أساس المبنى فضلا عن مدى قوة تحمل تربة الأرضية (الأساس) بحسب وزن المبنى ومنها يتم حساب وزن الحمل من عن طريق حساب وزن المادة البنائية وثقل كتلة المادة البنائية بشكل بتناسب مع قوة قاعدة البناء ولاسيما الأرضية (ارض الدلتا ببلاد الرافدين) التي أثرت وبشكل مباشر على قوة ومتانة المبنى من جهة وتفاوت عدد طبقات الزقورة التي جاءت لأكثر من ٣ طبقات للزقورة بالمدن العراقية القديمة. كما لابد من حساب عرض القاعدة الأولى مع ارتفاع مبنى الزقورة ليكون متناسب لأجل ديمومتها لكل هذه الفترة الزمنية لو أجرينا بعض الحسابات التجريبية على قياسات زقورة أور لوجدنا كتلة الزقورة تشكل مقدار مادة بناء اللبن الذي يتكون منه مبنى الزقورة ولكن الافضل حساب وزن الكتلة وهنا نستطيع ان نعرف قوة المبنى مقارنة مع وزن مبنى الزقورة بتأثير جاذبيته

لنطبق تجربة حسابية مع الرسم كما موضح (الشكل رقم ٧) على زقورة مدينة أور في جنوب العراق التي تقدر المعدل العام لكثافة التربة بالمنطقة ١،٧٦ طن/م٢ [٥٨]، وحساب قياسات (قواعدها) طبقاتها الثلاثة لزقورة أور [٥٩] وفق

١- لحساب كتلة القاعدة الاولى (السفلى) من الزقورة تستخدم المعادلة الاتية..

(الطول × العرض × الارتفاع × كثافة التربية)

٦٢،٥م × ٤٣م × ١١م × ١،٧٦ طن/م٢ = ٥٢٠٣٠ طن زون الطبقة البنائية الاولى

٢-لحساب كتلة الطبقة الثانية من الزقورة بالمعادلة نفسها في اعلاه

٢٦ م × ٣٦ م × ٥،٣٥ م × ١،٧٦ طن/م٢ =٨٨١٣،٣٧٦ طن زون الطبقة البنائية الثانية

٣-ولحساب كتلة الطبقة الثالثة بذات المعادلة

١٠ م × ٢٠ م ×٣،٨٠ م × ١،٧٦ طن/م٢ = ٩٨٥،٦ طن وزن كتلة الطبقة البنائية الثالثة

إذن الكتلة الكلية للزقورة تساوي

٥٢٠٣٠ + ٨٨١٣،٣٧٦ + ٩٨٥،٦ = ٦١٨٢٨،٩٧٦ طن

٤-لأجل حساب الضغط المسلط على أرضية الزقورة يتم تقسيم كتلة الزقورة على مساحة تربة قاعدة الطبقة الاولى للزقورة..

الضغط المسلط على التربية = $\frac{٦١٨٢٨،٩٧٦}{٦٢،٥ \text{ م} \times ٤٣ \text{ م}}$ = ٢٣ طن/م٢

وهذا الرقم هو أكبر من قوة تحمل تربة طينية رخوة وهشة يتصف نسيجها بخواص فيزيائية وميكانيكية ضعيفة (تتخللها مسامات كبيرة وكثيرة) لها القدرة الكبيرة على امتصاص المياه[٦٠] لذلك تكون ضعيفة المقاومة للأوزان الكبيرة [٦١]. إذن كيف صمدت هذه الكتلة البنائية الضخمة لآلاف السنين ، نستنتج من هذه الارقام بأن قد تتحقق من هذه التقنية أمور ببالغ الأهمية هي:-

١- لأجل تفادي حدوث حالات هبوط في أسس المباني الكبيرة بسبب ضعف قدرة التربة على تحمل الاوزان الكبيرة يلجا عادة إلى زيادة مساحة قاعدة أساس المبنى [٦٢] وهذا ما عمله المعمار العراقي القديم اذ عمد على توسعة مساحة قاعدة أساس مبنى الزقورات بشكل واضح لتكون قواعدها ذات مساحة كبيرة.

٢- من المنطقي وجود قاعدة رابعة للزقورة تحت سطح الأرض (تحت الطبقة الأولى) الزقورة تكون مساحتها لا تقل عن مساحة الطبقة الثالثة العليا وذات أساس قوي متمثلة بأنقاض مباني اقدم مثل زقورة اور القديمة التي أصبحت قاعدة للزقورة الحديثة وزقورتي (اريدو والوركاء) عندما قام المعمار العراقي القديم تسوية مباني قديمة قائمة بشكل طبقات بنائية متعاقبة بعدما أخذت قرارها بالتربة واستقرت بأرض طبيعتها هشة بمنطقة وسط بلاد الرافدين وجنوبها (لتصبح هذه

الطبقات أشبه ما تكون كجذور للزقورة كما يكون للجبل جذور بالأرض لإسناده) كما مبين بـ (الشكل ٩) للحيلولة دون هبوط المبنى وتصدعها ويكون المبنى أكثر استقرار فوق قاعدة قوية ومستقرة ، ومما يؤكد كلامنا تشيد زقورة مدينة دوركوريكالزو الذي أختير موقعها على أرض بكر ذات طبيعة كلسية قوية وبهذه الحالة لم يحتاج المعمار إلى مباني أقدم[٦٣].

٣ – التغير الوظيفي لعمارة المصطبة الأولى المرتفعة التي تستند فوق الطبقات البنائية المستقرة بالأرض ، وبهذه التقنية قام المعمار العراقي القديم بتغير جنس بناء الطبقة الأولى لمبنى الزقورة ومنها يتم حساب الوزن للمبنى من الطبقة الثانية بدل من الطبقة الأولى ومنها ما جاء عن طريق تغير جنس مادة بناء الطبقة الأولى للزقورة وملء لب الطبقة بأنقاض وأتربة تأتي من دفن لمباني قديمة وتراب تم تسويتها لعمل المسطبة وهذا ما كشفته أعمال التنقيب بزقورات أور واريدو والوركاء ومن جانب كان الغرض من هذه العملية لتكون أقوى وذات قاعدة أصلب لأجل تفادي هشاشة الأرض ذات التربة الغرينية لدلتا وسط بلاد الرافدين وجنوبها المكونة من ترسبات الأنهار لتربة أرضية المدن العراقية القديمة الواقعة على حافة الأنهار[٦٤] ومن جانب آخر حققت هذه العملية من تخفيف الحمل وجعله ضمن الوزن المسموح لمقاومة التربة عبر تغير الجاذبية مع الحفاظ على كتلة البناء الكبيرة لمبنى الزقورة عن طريق المعادلة الفيزيائية الوزن = الوزن × تسارع الجاذبية. لذلك يتم حساب وزن المبنى بعد المصطبة الاولى ابتداء من المصطبة الثانية لان الأولى أصبحت قاعدة قوية تختلف بمادة بنائها عن مادة باقي المصاطب العليا لمبنى الزقورة ليتم رفع مبنى الزقورة الاكثر استقرارا فضلا عن تقليل عملية جذب الارض فيقل وزن الكتلة الكبيرة للزقورة.

ج – نظام (الجدار الاسنادي أو الساندة) للغلاف الخارجي للزقورة:

صممت الجدران الخارجية لمصاطب مبنى الزقورة وفق نظام الميلان نحو الداخل إذ يميل الجدار نحو الداخل بمقدار نحو ارتفاع المسطبة (الطبقة) ليبلغ عند قمتها لتكون قاعد المصطبة البنائية أعرض من قمتها التي صممت وفق هذا النظام الجدران الخارجية لزقورة مدينة أور التي تميل المصطبة البنائية مع ميلان الجدار نحو الداخل بزاوية ميل بسيطة لتكتسب الزقورة شكل جديد من خلال هذا الميل وخلق امتداد لجدرانها نحو القاعدة[٦٥] (الشكلان(٩) و(١٠) ، كما جاء تصميم جدران زقورة مدينة دوركوريكالزو لذات النمط إذ كشفت التنقيبات الاثرية عن ميلانه في الضلعين الشمالي الشرقي والشمالي الغربي نحو الداخل بمقدار ١٠سم لكل ٢م باتجاه ارتفاع المصطبة[٦٦]. وتمكن المعمار العراقي القديم منذ القدم من التوصل إلى هذه التقنية المتطورة للهندسة العمارية منذ أكثر من ٤٠٠٠ سنة مضت والتي تسمى حديثا هذه التقنية الهندسية الجدران الإسنادية أو الساندة (Retaining wall) التي تصمم وتبنى لمقاومة الضغط المائل على الجانبين للتربة (teral Earth Pressure) وبعدد من العوامل أيضا[٦٧] (الشكل رقم ٧)

فضلا عن التغير في ارتفاعات الأرض والتي تتجاوز زاوية الراحة للتربة في المنحدرات غير الطبيعية [٦٨] وهذا ينطبق على ارتفاعات الأنقاض والأتربة التي تكونت منها المصطبة الأولى أو الطبقة الأرضية للزقورة ، ويمكن استعمال هذه الحوائط لحمل الأسقف المائلة أو القبوات أو الأسوار ذات الأطوال الارتفاعات الكبيرة كما أنها تتحمل ضغط الرياح مجتمعة مع ضغط التربة ببدن المصطبة الأولى ووزن كتلة المبنى بطبقاتها متأثرة بجاذبية الأرض التي زادت من الضغط على الجدران مما يؤدي إلى تلفها وتصدعها (الشكل رقم ٨) ، لذلك تحتاج هذه الحوائط إلى أكتاف أو دعامات بارزة عن البناء يحدد شكل الحائط الساند بحيث يعطي أكبر مقاومة ممكنه مع أقل كمية من مواد البناء لتقف مقاومة هذه الضغوط الواقعة على هذه الحوائط [٦٩] وهذا ما قام به المعمار العراقي القديم بتغليف الواجهات الخارجية الثلاث لزقورة أور عدا جدار السلالم بجدار من الآجر بسمك ثمانية أقدام تسنده دعامات بنائية بعرض ٢،٦٠ م وببروز ٤٥سم متباعدة عن بعضها بنحو ٤،٤م وتميل مع ميلان الجدار نحو الداخل بزاوية ميل بسيطة فوق إزار من طبقة سميكة من مادة القار الهدف منه هو إسناده للجدار وجعله أكثر متانة وقوة [٧٠] ، وعلى النمط نفسه كانت زقورة دوركوريكالزو[٧١] إذ تمكن هذا المعمار العبقري من هذه التقنية من الحفاظ على سلامة الجدران الخارجية من التصدع وهنا تأتي التقنية الهندسية لعمارة الزقورة التي تم استبدال الجدران العمودية بجدران مائلة بزاوية بأسفل الجدار لتقاوم قوة الجاذبية الناتجة من (teral Earth Pressure) المتشكلة من زيادة أحمال وزن مبنى الزقورة. والجدار الرابع المواجه للسلالم التي تقوم مقام الجدران الساندة لإسناد الجدار ولأسيما السلم المركزي أو الوسطي بإسناده للجدرار على عكس زقورة مدينة أريدو التي صمت بشكل جدران شاقولية أو قائمة مما عرضها للتعرية الشديدة بجميع الجهات الجدران للزقورة ما عدا جدار السلم الذي ظل ساند الجدار[٧٢] وبسبب تصميم جدرانها الشاقولي مما عرض مقدمة الجدران إلى حمل أكبر أو جهد شاقولي يكون مؤثر بالضغط على الأسس أو القاعدة فيؤدي الضغط المؤثر الى كسر الجدران الجانبية من الوسط وتهديمها وهذا ما نراه أيضا بمبنى زقورة كيش التي تعرضت أجزائها أيضا للهدم [٧٣].

مما يشير إلى ان سبب التخطيط الهندسي لعمارة الزقورة مما عرض المبنى الى عوامل التصدع والانهيار وأهمها ضغط التربة ببدن المصطبة الأولى ووزن كتلة المبنى مجتمعة هذه العوامل مع جاذبية الأرض التي زادت من الضغط على الجدران مما أدى إلى تلفها وتصدعها. ليضيف المعمار في العصور اللاحقة ولاسيما في العصر البابلي الحديث قام بتغليف قمم جدران المصاطب بطبقة من الإسفلت (لتكون بمثابة تبليط للممرات ما بين طبقات الزقورة ليضيف تقنية جديدة تجتمع مع ميلان الجدار بسهولة للتخلص من مياه الأمطار من أسطح مصاطب (طبقات) الزقورة إلى الأرض المجاورة [٧٤].

د- نظام الفتحات (القنوات الهوائية) بمبنى الزقورة:

أضاف المعمار العراقي القديم تقنية بنائية جديدة ضمن مراحل بناء مبنى الزقورة لتكون أحدى أهم العوامل المعالجة لهندسة عمارتها إذ كشفت أعمال التنقيب بمبنى زقورة مدينة أور عن ثقوب أو فتحات سميت (العيون الباكية) التي تتخلل مبنى الزقورة التي رافقت عملية فرش طبقات الحصران وحزم من القصب بين صفوف اللبن بعمل ثقوب مستطيلة الشكل تفتح بجدران الزقورة الخارجية مخترقة بدنها وقد أعتقد الباحثون والمختصون بأن المراد منها هو التخلص من مياه الأمطار المتسربة إلى هيكل الزقورة [٧٥]. لتتطور هذه التقنية عبر تاريخ الهندسة العمارية لتأتي هذه الفتحات وفق نظام يتخلل بدن مصاطب زقورة كوريكالزو وبشكل شبكة من الأنابيب تتوزع بين صفوف اللبن[٧٦]. وبشكل متناسق غير متقاطعة مع بعضها ليتناسب مع عرض المبنى مكونة عدد من القنوات الأفقية ما بين الضلع الشمالي الغربي إلى الضلع الجنوب الشرقي ، وما بين الضلع الشمالي الشرقي إلى الضلع الجنوب الغربي) لتخترق بدن مبنى الزقورة وتنتهي إلى الخارج بجدرانها الخارجية بشكل فتحات مستطيلة الشكل تقريبا بقياس (٢٥×١٤ سم) و(٢٧×١٥ سم) وليأتي الرأي الآخر من قبل الباحثين عن هذه الفتحات بأن الغرض من هذه الشبكة هو تهوية للزقورة [٧٧].أنه بناء على ما تقدم فأن نظام الفتحات الخارجية المشار إليه فأن على الأرجح صممه المعمار العراقي القديم لتفادي ارتطام الهواء ببدن الزقورة الذي يعرضها للتصدع على مر الزمن لذلك تم مد شبكة من الأنابيب الهوائية تخترق بدن الزقورة وعلى ارتفاعات محسوبة بين صفوف اللبن غير متقاطعة وتفتح على جميع جهات الزقورة [٧٨] وعلى الأرجح الغاية منها ليسمح بدخول الهواء الجوي من هذه الثقوب إلى بدن مبنى الزقورة دون أي مصد بل يكون مسموح من إي اتجاه مع متغيرات اتجاه الهواء ، وهنا أصبح الهواء الجوي معبأ بشبكة القنوات ليأتي بفائدة أخرى وليشكل عامل معالج مساعد أخر بحسب علم الفيزياء الحديث إذ عمل على نقص وزن كتلة المبنى من مقدار الثلث إلى ثلثين وعندما يقل الوزن ينعكس بشكل طردي على قوة سحب الكتلة البنائية إلى الأرض التي تعمل بقوة الجاذبية والتي تقوم بتحديد الوزن الجديد[٧٩] عبر هذه العوامل المجتمعة بهندسة عمارة مبنى الزقورة التي تساعد إلى تفادي تصدع وخسف مبنى الزقورة بسبب هشاشة التربة الأرضية لمنطقة وسط العراق وجنوبه، مما يشير إلى أن المعمار العراقي القديم قدم معالجات هندسية بتصميم شبكة قنوات هوائية أدت وظيفة عمارية في مبنى الزقورة لتنتج معالجات فيزيائية استطاعت التوازن ما بين وزن الكتلة البنائية للمبنى مع جاذبية الأرض في ظل الكتلة الكبيرة لمبنى الزقورة. ومن جانب أخر ساعدت هذه الفتحات أو القنوات الهوائية في التدخل بتخفيف وزن المبنى (عن طريق اختلاف الوزن) بين الكتل (المصاطب) البنائية المتعاقبة التي تركز ثقل أوزانها في وسط كتلة مبنى الزقورة مما يجعل ضغط الوزن تتسارع مع جاذبية الأرض التي يتأثر بها الوزن المضافة على قاعدة المبنى أو

الأرض المشيدة فوق مبنى الزقورة [٨٠] مما يعكس مدى عبقرية عقل المعمار العراقي القديم عن طريق الافادة من علوم متعددة وتسخيرها لبناء الزقورة التي دام مبناها إلى آلاف السنين ، فضلا عن تخلص مبنى الزقورة من المياه التي تتسرب الى بدنها عبر الشقوق والتصدعات التي تحدث بين صفوف اللبن لذلك عمل المعمار العراقي القديم الفتحات بين صفوف اللبن وليس داخل قطعة اللبن لان الماء عندما يتسرب بين هذه الصفوف يعمل على إضعاف المادة اللاصقة بين الصفوف وبالتالي يؤدي إلى إضعاف المبنى برمته بعد تهالك صفوف اللبن لذلك تهالكت الكثير من الزقورات الأولى مما أدى إلى إعادة بناء جميع الزقورات في مدن العراق القديم.

الاستنتاجات:

١- جاء اهتمام الملك اورنمو بأعمار وبناء الزقورات عن طريق اهتمامه بمراكز المدن القديمة وإعمار المباني الدينية ضمن هذه المراكز.

٢- شهدت العمارة الهندسية لمبنى الزقورة مرحلتين تطويريتين كانت الاولى في الإلف الرابع ق.م متأثرة بالأفكار الدينية للمجتمع العراقي القديم التي انعكست على الهوية العمارية للزقورة. والثانية في نهاية الألف الثالث ق.م بعد أدخال سلسلة من التقنيات الهندسية ضمن مراحل بناء الهيكل الإنشائي لمبنى الزقورة لتكون خطوات علاجية لإدامة بنائها.

٣- تم بناء الزقورات على أنقاض مبان لطبقات معابد أو زقورات قديمة الغرض منها لتكون بمثابة أرضية قوية للمبنى فضلا عن تراكم الأنقاض وجعله بارتفاع اصطناعي لتكون المصطبة أو الدكة الاولى للزقورة.

٤- أضاف المعمار العراقي القديم جملة من الخطوات الإضافية كتقنيات هندسية معالجة لمبنى الزقورة لجعلها أكثر قوة ومتانة ليثبت أن هذا المعمار قد توصل إلى هذه التقنيات الهندسية قبل ٤٠٠٠ سنة مضت.

٥- عند أنشاء المصطبة الأولى للزقورة من أنقاض مباني قديمة تمكن المعمار العراقي القديم من تغير جنس بناء المصطبة عن باقي مبنى الزقورة ليتم احتساب وزن المبنى ابتداء من بداية المصطبة الثانية مما يقلل من وزن المبنى الثقيل بتغير قوة سحب الجذب الارضي لكتلة مبنى الزقورة (الموازنة بين الكتلة والوزن).

٦- بلطت الساحات المحيطة للزقورة لجعلها ارضا صلبة ولمنع تتسرب مياه الأمطار والفيضانات إلى أرضية الزقورة مما تساعد في زعزعة اسس المبنى وتزيد من هشاشة الأرضية ولاسيما بوسط وجنوب بلاد الرافدين.

٧- تم أكساء المصاطب البنائية لمبنى الزقورة بجدران مائلة (الجدار الإسنادي أو الساند) مدعم بدعامات على مسافات محسوبة لأجل تقوية الجدار وزيادة في دفع ومقاومة ضغط وزن المبنى متأثرا بقوة الجاذبية.

٨- صممت الدعامات التي دعمت الجدران الساندة المغلفة لطبقات الزقورة بالشكل نفسه في الطلعات والدخلات التي تخللت وزينت المباني الدينية المجاورة لها لتتوحد جمالية المباني الدينية وتكون على نسق واحد.

٩- أضاف المعمار القديم شبكة من الأنابيب تنتهي بفتحات مستطيلة الشكل تتخلل صفوف طبقات اللبن لتفادي قوة ارتطام الهواء الجوي ببدن الزقورة المرتفع لتأتي الفائدة من تغلغل الهواء بهذه الشبكة من تقليل وزن المبنى عن طريق تقليل سحب الجاذبة للمبنى.

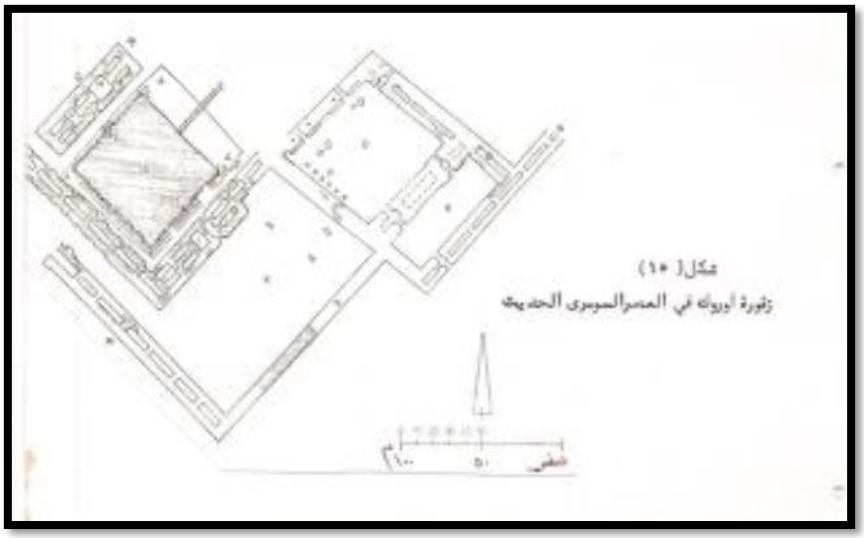
١٠- اضافة طبقات الحصير والاسفلت بين طبقات اللبن وعلى مسافات محسوبة لأجل تقوية الهيكل الانشائي لمبنى الزقورة.

الصور والمخططات:

الشكل (١)

مخطط زقورة مدينة اريدو

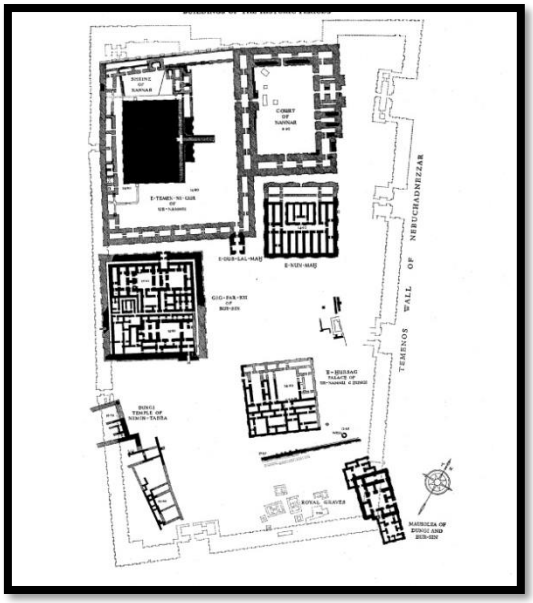
Safar,F,Mustafa,M,A. and Lloyd,S: ERIDU , Baghdad , 1981, p. 32



الشكل (٢)

مخطط زقورة مدينة الوركاء في العصر السومري القديم

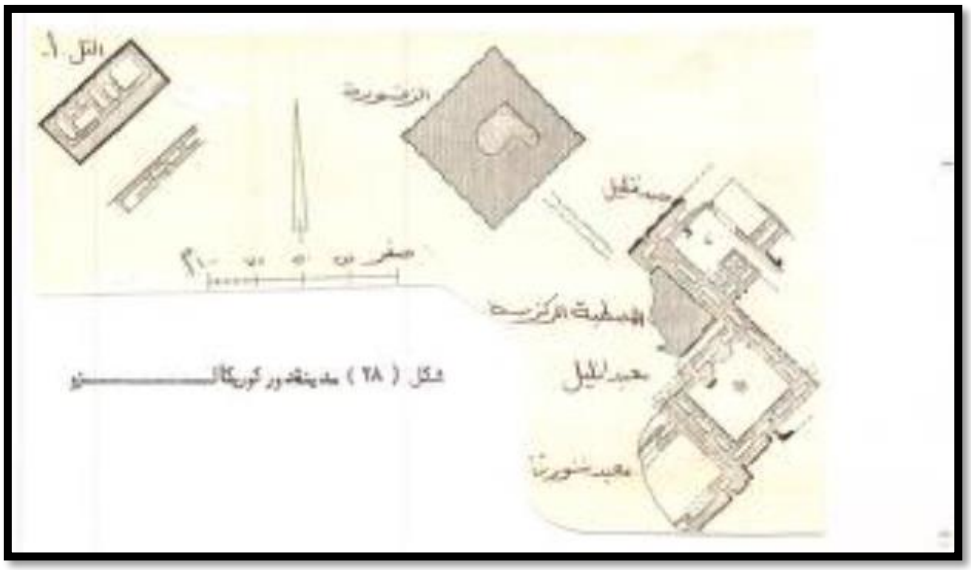
أوسام بحر جرك: الزقورة ظاهرة حضارية مميزة في العراق القديم ، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة بغداد كلية الاداب – قسم الاثار ، ١٩٩٨



الشكل (٣)

مخطط المنطقة المقدسة الكبرى في مدينة أور أبان العصر السومري الحديث

Woolley, L: UR Excavations –The Royal cemetery, vol. 2, New York, I934, PL.1



الشكل (٤)

مخطط زقورة مدينة دوركوريكالزو (عكركوف) الاثرية

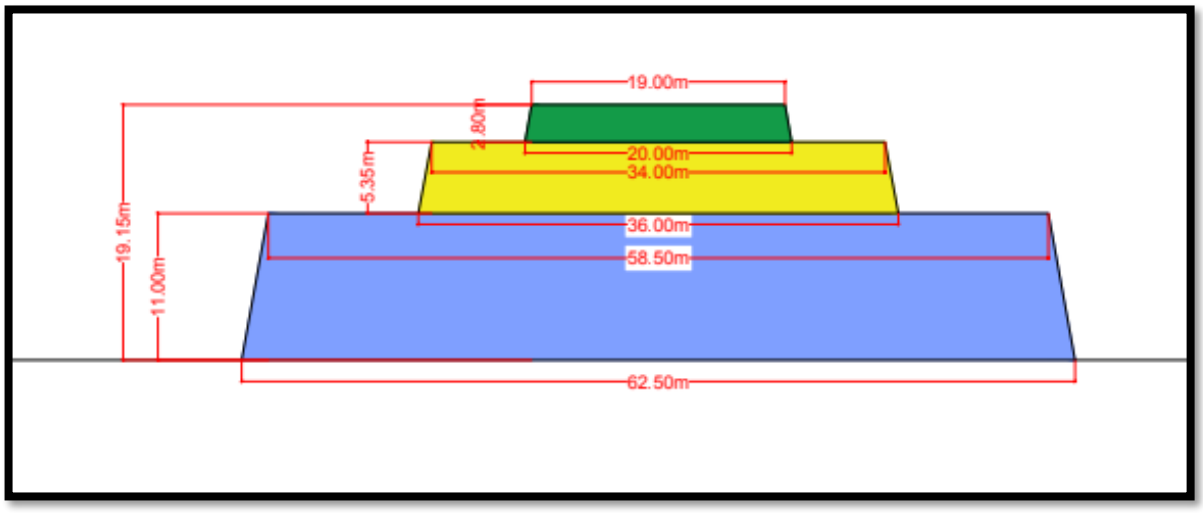
أوسام بحر جرك: الزقورة ظاهرة حضارية مميزة في العراق القديم، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة بغداد كلية الاداب – قسم الاثار، ١٩٩٨

الشكل (٥)

الشكل (٦)

مخطط ترسيمي لأختام أسطوانية من عصر جدة نصر من مدينة الوركاء

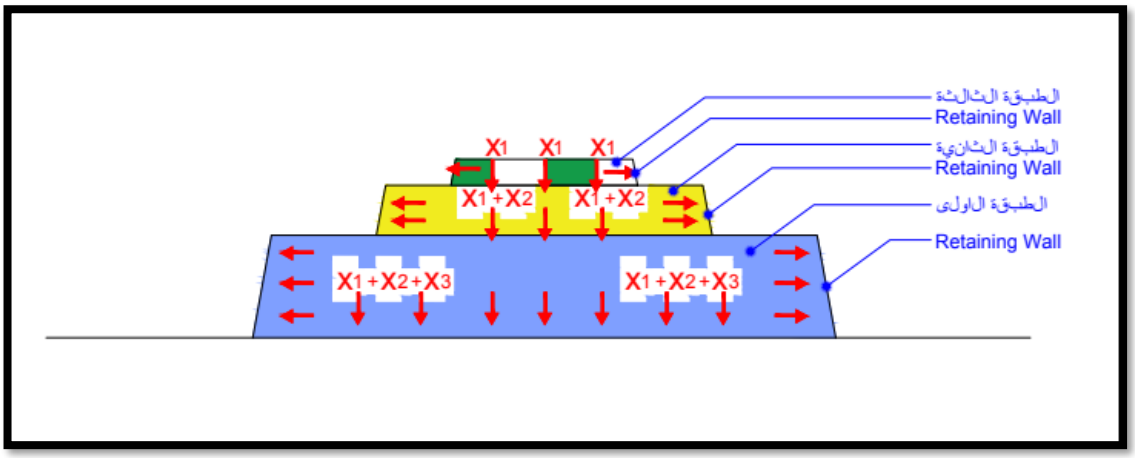
أوسام بحر جرك: الزقورة ظاهرة حضارية مميزة في العراق القديم ، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة بغداد كلية الآداب – قسم الآثار ، ١٩٩٨



الشكل (٧)

مخطط يظهر قياسات مصاطب زقورة أور الاثرية

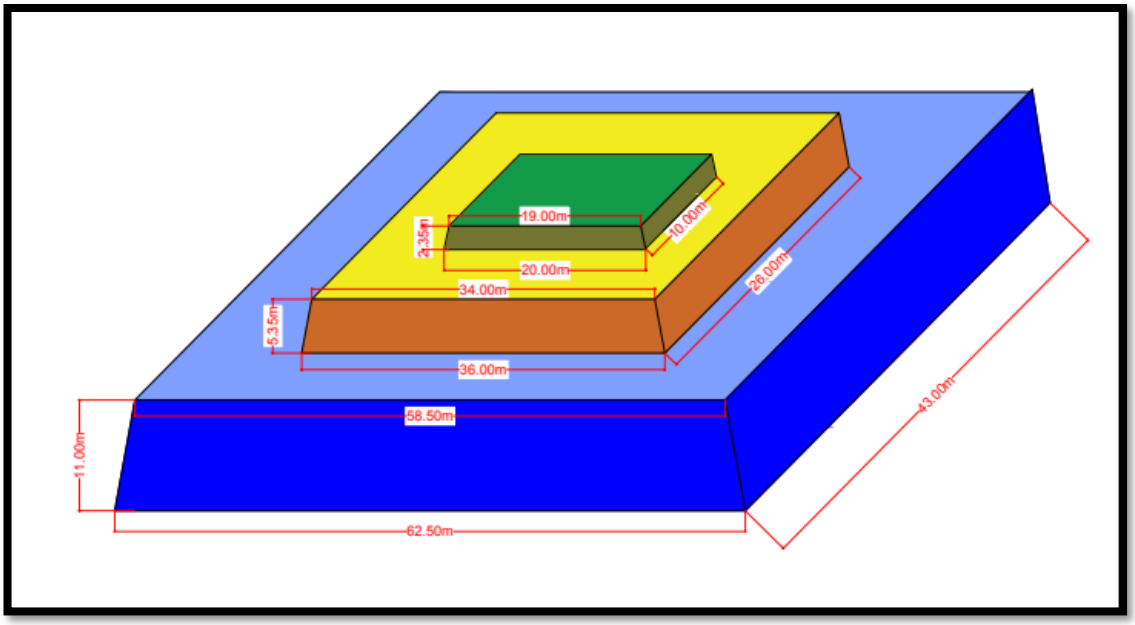
(عمل الباحثة)



الشكل (٨)

مخطط يظهر توزيع اتجاهات الضغط على جوانب مصاطب وأرضية زقورة أور الاثرية

(عمل الباحثة)



الشكل (٩)

مخطط يظهر قياسات المصاطب الثلاث والطبقة الرابعة المخفية في الأرض لزقورة أور الأثرية

(عمل الباحثة)

الشكل (١٠)

صورة تظهر الجدران الساندة أو الاسنادية والدعامات للغلاع الخارجي لزقورة أور الاثرية (عمل الباحثة)

الشكل (١١)

صورة تظهر الجدران الساندة أو الاسنادية والدعامات للغلاع الخارجي لزقورة أور الاثرية (عمل الباحثة)

الهوامش:

1- CAD:b,z,p 129.

٢- علي ، فاضل عبد الواحد: المعبد والزقورة: اثنان من أبرز السمات المعمارية في المدينة العراقية القديمة ، مجلة دراسات في التاريخ والاثار ، العدد ٥ ، بغداد ، ١٩٨٨ ، ص ٢٣-٢٤

٣- سليمان، عامر، اللغة االاكدية (البابلية والآشورية)، ط٢، الموصل، ٢٠٠٥، ص ١٤٥

4-Langdon،S: Die Neubabylonischen konig Sin Schriften، VAB،4،1912 ، pp 60 – 99

٥- كامل.ومحمد. هويدة أحسان ومحمد يوسف: سمات وأنماط العمارة الدينية في العراق القديم الزقورة أنموذجا ، مجلة الملوية ، مج ٣ ، العدد ٦، ٢-١٦ ، ص ١٦٧.

٦- فرانكفورت ، هنري: فجر الحضارة في الشرق الأدنى ، ترجمة ميخائيل خوري ، بيروت ، ١٩٦٧، ص ٦٥.

٧- علي. فاضل عبد الواحد: المعبد والزقورة ، المصدر السابق ، ص ١٥ ، ٢٣

٨- فرانكفورت: فجر الحضارة ، المصدر السابق، ص ٦٥

٩- مدينة كيش: وحديثا تعرف بعدة تسميات لتلولها الاثرية (تل الاحيمر وتل انغرة وتل البندر والغزنة) ، تقع على نحو ٢٣كم شمال شرق مدينة الحلة بمحافظة بابل ، ورد أسمها في جداول الملوك السومرية أنها مركز الملوكية بعدما هبطت الملوكية في مدينة (كيش)، بعد الطوفان وحكم فيها ٢٣ ملكاً وابرزهم الملك ميسلم. عملت بعثات أثرية مشتركة من متحف فيلد للتاريخ الطبيعي وجامعة أكسفورد وكتشفت مواقع أثرية تتوزع على أربعين تلة تمتد فوق مساحة تبلغ ٢٤ كيلومتر.. للمزيد ينظر:- مكاي ، دورثي: مدن العراق القديمة ، ترجمة يوسف يعقوب مسكوني ، ط ٣ ، بغداد ، ١٩٦١، ص ٣١ – ٣٧

10- Moorey، P. R. S.: Kish Excavations، 1923-1933، oxford،1978،p 87 ff

11- Moorey، P. R. S.:A Re-Consideration of the Excavations on Tell Ingharra (East Kish)، 1923-33، Iraq، Vol. 28، No. 1 (1966)، pp. 25-26

12- Lloyd،S:: Back to Ingharra: Some Further Thoughts on the Excavations at East Kish، Iraq، Vol. 31، No. 1 (Spring، 1969)، pp. 40-46

١٣- مدينة أريدو: وحديثا باسم (أبو شهرين) ووردت تسميتها بالكتابات المسمارية بصيغة (NUN.KI.GA= ERIDU) والتي تعني المدينة الطيبة. وتقع المدينة في منخفض ارضي واسع في أقصى الجنوب الغربي من بلاد الرافدين يبعد بنحو (٤٠ كم) غرب مدينة الناصرية وعلى بعد (٢٤ كم) إلى الجنوب الغربي من أور الأثرية ، أشتهرت بعبادة إله المدينة الرئيس وهو الإله (انكي – Enki) السومري (ايا – Aia) الأكدي ، ويزوره الناس من مختلف المدن مما اكتسبت المدينة المكانة الدينية المرموقة في العراق القديم ، وعملت بها أهم البعثات الالمانية والانكليزية باشراف المتحف البريطاني فضلا عن الهيأة العامة للاثار العراقية. للمزيد ينظر:-

Thompson ، R ، C: The British Museum Excavations at Abu shahrain in Mesoptamian in 1918 ، Archaeologia ، London ، vol ، LXX ،p. 106

سفر، فؤاد:(حفريات مديرية الآثار القديمة العامة في اريدو- الموسم الثالث، (١٩٤٨- ١٩٤٩) ، سومر ، مج ٥ ، ١٩٤٩ ، ص ٢٢٦

١٤- المصدر نفسه ، ص ٢٢٣

15- Safar، F ، Mustafa ، M ، A. and Lloyd ، S: ERIDU ، Baghdad ، 1982، p62ff

١٦- سفر ، فؤاد: (حفريات مديرية الآثار القديمة العامة في اريدو) ، سومر ، مج ٣ ، ١٩٤٧، ص ٢٢٦

١٧- سفر ، فؤاد: حفريات أريدو ، ١٩٤٧، المصدر السابق ، ص ٢٢٣

١٨- المصدر نفسه ، ص ٢٢٨

19- McCown ، D ، E @ Haincs ، R ، C: Nippur 1 ، 19-Temple of Enlil scribal quarter and soundings ، Chicago ، 1967، p26

٢٠- **مدينة الوركاء:** ورد أسمها في المصادر المسمارية بصيغة ^{ki}(UNUG) أو ^{ki}(URUG). تقع المدينة في جنوب بلاد الرافدين على بعد (٣٠ كم) تقريباً جنوب غرب مدينة السماوة في محافظة المثنى عند أطراف السهل الرسوبي وتقع على الضفة الغربية من مجرى نهر الفرات القديم ، وتعد أولى المراكز الحضرية في بلاد الرافدين وكان أهم ملوكها الملك كلكامش ، اتخذت الوركاء مركزاً دينياً لعبادة الإله (آنو–Anu) ومن ثم الآلهة (إنانا – Enanna). عملت بها الكثير من البعثات التنقيبية وأهمها البعثة الألمانية قبل معهد الآثار الألماني لأكثر من ٣٩ موسم إذ شملت التنقيبات معظم معالم المدينة. للمزيد ينظر:- الأحمد ، سامي سعيد: (المدن الملكية والعسكرية) ، المدينة والحياة المدنية ، ج ١ ، بغداد ، ١٩٨٨ ، ص ١٤٩

Diakonoff ، I ، M: The city states of Sumer ، in Diakonoff ، I ، M: Early Antiquity ، Chicago and London ، 1989 ، P.72

٢١- سعيد ، مؤيد: العمارة من عصر فجر السلالات الى نهاية العصر البابلي الحديث ، حضارة العراق ، ج ٣ ، بغداد ، ١٩٨٥، ص ١١٤

22- Afanasieva ; Sumerian Culture ، p.127 ff

23- Oelsneer ، J: Materialien Zur Babylonischen Geselschat und Kultur in Hellenisticher zeit ، Budapest، 1986 ، P.78

٢٤- بصمه جي ، فرج: الوركاء، سومر ، مج ١١ ، ج١، ١٩٥٥، ص ٥٣

25- Parrot ،1945، Paris، A: Ziggurets et Teur de Babel ،p168

٢٦- موركات. أنطوان: الفن في العراق القديم ، ترجمة عيسى سلمان و سليم طه التكريتي ، بغداد ، ١٩٧٩ ، ص ١٩٧

٢٧- مدينة أور: وحديثا باسم (المقير) وردت تسميتها بصيغة (UR) ، وأيضا باسم (أور الكلدانية) لولادة النبي إبراهيم (عليه السلام) ضمن أور الكلدانية ، تقع المدينة في جنوب بلاد الرافدين على مجرى نهر الفرات القديم وتبعد (١٧كم) جنوب غرب مدينة الناصرية قرب محطة قطار قديمة تعرف باسم (مفرق الطرق) ، وعلى بعد (٣٦٥ كم) جنوب بغداد. وتعد العاصمة السياسية والدينية للمملكة في العصر السومري الحديث مركزاً لعبادة الإله (ننار – سين) اله القمر الإله الرئيس للمدينة أهم البعثات الاثرية التي نقبت بالمدينة كانت من المتحف البريطاني الذي استمر من عام (١٩٢٢) الى عام (١٩٣٣ – ١٩٣٤) الذي قام بها وولي في أحد عشر موسما. للمزيد ينظر:- الأحمد: المدن الملكية والعسكرية ، المصدر السابق، ص ١٥١. كريمر ، صموئيل نوح: الأساطير السومرية ، ترجمة يوسف داود عبد القادر ، بغداد ، ١٩٧١ ، ص ٧٥. مكاي ، دورثي: مدن العراق القديمة ، المصدر السابق، ص ٧١–٧٢

28- Woolly ،L،: UR Excavations The ziggurat and its surroundings ، New york ، vol. 5، 1939، p 99

٢٩- مكاي ، دورثي: مدن العراق القديمة ، المصدر السابق، ص ٧٢

30- Woolley، L: UR Excavations –The Royal cemetery،vol.2، New York، I934، P2

31- Woolly: UR Excavations،The ziggurat،vol 5 ، p97-98

32- Ibid، p.102

33- Woolley: UR Excavations- The ziggurat and its surroundings ، opcit ، p. 18

٣٤- مكاي ، دورثي: مدن العراق القديمة المصدر السابق ، ص ٧٣

35- Giedion ، S: The beginning of architecture ، London ، 1969 ، p.225

36- Woolley، L: UR Excavations - The ziggurat ، vol. 5 ، p99

٣٧- دوركوريكالزو: واسمها الحالي عكركوف وهي مدينة أثرية تقع بالغرب من مدينة بغداد العراقية بنحو ٢٥ كم تقريبا، تم بناؤها في عهد الملك كوريكالزو الأول التي سميت بأسمه لتكون عاصمة جديدة للدولة الكاشية خارج حدود بابل في بداية القرن الخامس عشر ق.م في العصر الكاشي (١٥٣٠– ١١٦٠ ق. م). وأثبتت الأعمال الاستكشافية والأثرية بالمدينة بوجود العديد من المعابد الأثرية فيها. للمزيد ينظر:– باقر ، طه: نتيجة تنقيبات الحكومة العراقية في عكركوف – خلاصة نتائج الموسمين الاول والثاني ، سومر ، ج ٢، ١(١٩٤٥) ، ص ٣٦ وما بعدها

٣٨- باقر ، طه: نتيجة تنقيبات الحكومة العراقية في عكركوف، المصدر السابق، ص٣٩– ٤٥

George،A: House most high ، The temples of ancient Mesopotamia ،USA،1993، p92

٣٩- باقر ، طه: تقديم ، مجلة سومر ، ج ١ ١٧. (١٩٦١) ، ص ز

٤٠- الجميلي ، عبد الاله عبد الرزاق: أعمال نتائج الصيانة والتحريات والتنقيب في زقورة عقرقرف (الموسم ١٠–١٣) ، مجلة سومر ،ج١ ، ٢٧(١٩٧١) ، ص٧٠–٧١– ٧٤

٤١- المصدر نفسه ، ص ٧٠

٤٢- باقر ، طه: نتيجة تنقيبات الحكومة العراقية في عكركوف، المصدر السابق ، ص ٤٥

٤٣- الجميلي ، عبد الإله: أعمال نتائج الصيانة والتحريات ، المصدر السابق ، ص ٧٤

٤٤- باقر ، طه: نتيجة تنقيبات الحكومة العراقية في عكركوف ، المصدر السابق، ص٤٤

45- Frankfort ، H: Cylinder seals، London،1965، pp15-16

٤٦- فرانكفورت ، هنري: فجر الحضارة ، المصدر السابق، ص ٦٥

47– Frankfort ، H: The Art and Artchitecture of the ancient orient ، USA ، 1958، P. 4ff

٤٨- مرتكات ، أنطوان: الفن في العراق القديم ، المصدر السابق ، ص ١٩–٢٠

٤٩- علي. فاضل عبد الواحد: المعبد والزقورة ، المصدر السابق ، ص ٢٣- ٢٤. و: سفر ، فؤاد: حفريات تل العقير ، سومر ، ج١ ، ١٩٤٥ ، ص ٢٤

٥٠- فرانكفورت ، هنري: فجر الحضارة ، المصدر السابق، ص ٦٥

٥١- علي ، فاضل عبد الواحد: المعبد والزقورة ، المصدر السابق ، ص ٢٤

٥٢- فرانكفورت ، هنري: فجر الحضارة ، المصدر السابق، ص ٦٥

53– Moorey: A Re-Consideration (1966)،opcit، pp. 25-26

54- Oelsneer ، J: Materialien Zur Babylonischen Geselschat und Kultur in Hellenisticher zeit ، Budapest، 1986 ، P.78.

٥٥- بصمه جي ، فرج: الوركاء، المصدر السابق، ص ٥٢

٥٦– سفر ، فؤاد: (حفريات مديرية الآثار القديمة العامة في اريدو) ، ١٩٤٧، ص ٢٢٦

57- Woolley: UR Excavations- The ziggurat، opcit ، p.102

٥٨- الموسوس ونصار ، حسين عذاب خليف و وسن هلال خضير: التحليل المكاني للخصائص الفيزيائية لتربية سيد دخيل في محافظة ذي قار ، مجلة كلية التربية جامعة واسط ، العدد ٣٦، ج ١ ، ٢٠١٩ ، ص ٣٥٠ _ ٣٦٠

59- Ibid، p97-98

٦٠- الجبير والطائي ، حيدر سعد ولمياء نجاح: تخمين قابلية تحمل التربة لأسس شريطية متقاربة بأستخدام طريقة العناصر المحدودة ، مجلة القادسية للعلوم الهندسية ، مج ١ ، العدد ١ ، ٢٠٠٨ ، ص ٢٢ – ٢٣

٦١- الموسوس ونصار: التحليل المكاني للخصائص الفيزيائية لتربية سيد دخيل ، المصدر السابق ، ص ٣٥٣ وما بعدها

٦٢- الجبير والطائي: تخمين قابلية تحمل التربة لأسس شريطية ، المصدر السابق ، ص ٢٤

٦٣- الجميلي ، عبد الاله: أعمال نتائج الصيانة والتحريات والتنقيب في زقورة عقرقرف ، المصدر السابق ، ص٧٠-٧٤

٦٤- البدراوي ، عدنان مكي: المدينة العراقية – نشأة القرى العراقية القديمة ، موسوعة حضارة العراق ، ج٣ ، بغداد ، ١٩٨٥، ص ٣١٤

65- Giedion ، S: The beginning of architecture ، opcit ، p.225

٦٦- الجميلي ، عبد الاله عبد الرزاق: أعمال نتائج الصيانة والتحريات والتنقيب في زقورة عقرقرف ، المصدر السابق، ص٧٠-٧١- ٧٤

٦٧- تستعمل الحوائط الساندة Retaining walls لحمل الضغوط المائلة الواقعة من اختلاف مناسيب الأرض أو المياه سواءً الجوفية أو السطحية كما يمكن عدها سدودا أرضية يبين تفاصيلها هذا الحائط والقوى الرئيسة المؤثرة عليه. كما تؤثر في حسابات الحوائط الساندة عدة عوامل أهمها منها:الحمل الميت ، الحمل الحي ، ضغط الرياح ، ضغط التربة ، ضغط الماء ، ضغط الردم ، الاحتكاك ، وقوة الرفع و للمساعدة على فهم كيفية تصميم الحوائط الساندة وأنواعها إليك هذا المرجع البسيط الذي يساعدك على فهم بعض أساسيات الحوائط الساندة Retaining walls.أنظر :-

Leshchinsky،D and Han،J: Geosynthetic Reinforced Multitiered walls، Journal of Geotechnieal and Geoenvironmental Engineering USA، VOL.130 ،No12، ASCE، 2004،P1225-1235

68- Ambrose،J @ other: Simplified Design of Masonry Structures، New York، 1991. pp. 70-75

69- Herndon،VA: Design Manual for segmental retaining walls،3rd.Ed، TR.124B،National concret Masonary Association،(NCMA) 2009،P282

70- Giedion ، S: The beginning of architecture ، opcit ، p.225

٧١- الجميلي ، عبد الاله: أعمال نتائج الصيانة والتحريات والتنقيب في زقورة عقرقرف ، المصدر السابق ، ص٧٠- ٧٤

72- Safar، F ، and other: ERIDU ،opcit، p 62ff

73- Moorey،P، R،S:A Re-Consideration of the Excavations،opcit، pp25-26

-74- Woolley، L: UR Excavations - The ziggurat ، vol. 5 ، p99

75- Ibid ، p99

٧٦- باقر ، طه: نتيجة تنقيبات الحكومة العراقية في عكركوف، المصدر السابق ، ص ٤٥

٧٧- الجميلي ، عبد الإله: أعمال نتائج الصيانة والتحريات ، المصدر السابق ، ص ٧٤

٧٨- المصدر نفسه ، ص ٧٣-٧٤

٧٩- ميرزا، محمد قيصرون: مبادئ الفيزياء الجامعية الميكانيكية وخواص المواد ، USA ، ٢٠٠٦، ص ١٠٤-١٠٨

٨٠- المصدر نفسه ، ص ١٠٤- ١٠٨