

مجلة المجمع العلمي العراقي



ربيع الأول ١٤٠٣ هـ
كانون الثاني ١٩٨٣ م

اساسيات الهندسة في العراق القديم

الدكتور جميل الملايكة

(عضو المجمع)

الاستاذ في جامعة بغداد

مقدمة :

ما الذي يحدونا لدراسة تاريخ الهندسة ؟ يجب أولاً ان لا ننظر الى تاريخ الهندسة وكأنه سلسلة أحداث ومنجزات خالية من المعاني والمغازي . فهي في الغالب تنحو مبدئياً نحو اهداف مثالية . وانما علينا ان نتحرى هذه الأحداث ومعانيها ونقرر أياً من أعمال الانسان الماضية هي المهمة التي تركت أثرها واتجهت نحو اهداف مثلى ، لنفيد منها في حاضرننا ونتخذ منها دليلاً في تحديد مستويات جهودنا وانجازاتنا وتعرف موقعنا في المسيرة . ومن هنا قيل ان المؤرخ لا يُعَدّ مستكملاً عُدتّه اذا وقف عند سرد الحوادث واقتصر على تعديد الحقائق من دون شرحها والحكم عليها واستنباط المعاني والدروس منها للتمكين من الاعتبار بها والسير على هدي ما يُستهدى به منها .

وللهندسة المكانة الاولى في توفير الوسائل والحاجات المادية للانسان ، وهي من ثم ذات أثر بعيد في تحديد الاحوال المعاشية ورسم المثل والاهداف الاجتماعية والاقتصادية لأيّ مجتمع انساني . ولقد استمرت الهندسة وما زالت على مدى يزيد على خمسة وخمسين قرناً تترك بتزايد سماتها الدائمة على طراز حياتنا ، وأسهم آلاف من المهندسين ، كل بقسط ، في اغناء الحضارة البشرية ورفد تقدمها على مرّ السنين والعصور . غير أن فضلاً كبيراً لا بدّ ان

يُعزى الى البناة الأوائل الذين مهدوا الطريق ووضعوا اللبنة الاولى في هذا المضمار . وستناول في هذا البحث بعض ما رسخه العراقيون من قواعد أساسية للهندسة منذ بدء نشأة الحضارات في عصور ما قبل التاريخ حتى أواخر زمن البابليين في القرن السادس ق . م .

لقد قدّم العراقيون القدامى منجزات هندسية متميزة وابتكارات رائعة مما كان له اعمق الآثار في التقدم الحضاري . غير أن المادة المدونة عن تاريخ الهندسة القديم محدودة جداً . وهي متناثرة في مصادر مختلفة ومقالات وكتابات متفرقة لا يمكن ان توجد الا في عدد محدود من المكتبات الكبيرة . الخاصة ولا تيسر بسهولة للقارئ الاعتيادي . وكلما أوغل الدارس في الماضي السحيق شحّت تلك المادة التاريخية المكتوبة حتى لا يكاد يصبح في امكان المتبع أو المؤرخ الحصول على اكثر من صورة باهتة عن بعض البدايات ومراحل التطور الباكرة التي مرّ بها اي فرع من فروع الهندسة خلال تاريخها الطويل . وفي حال عدم التدوين او فقدان المادة المدونة او تلفها على مرّ الزمن يتحتم على الدارس اللجوء الى المتبقي من الآثار لاستقراءه في تحديد ملامح الانجازات الهندسية في أي حقبة معينة من التاريخ .

ومن المعروف أنّ الحضارات الاولى كانت تنشأ في المناطق الرسوبية الخصبة على شواطئ الانهار ومصباتها كما في وادي الرافدين والنيل والاندوس والگنځز . وبسبب الضياع والاهمال الطويل لتاريخ الحضارات التي ازدهرت في الماضي السحيق كان الشائع حتى النصف الأخير من القرن الماضي ان أقدم الحضارات كانت قد نشأت في وادي النيل وتلتها حضارة وادي الرافدين . وكان المؤرخون قد استندوا في ذلك الى ما تبقى من الآثار المشيدة والادوات المصنوعة من الحجر او ما هو منحوت على الصخر مما لم يتوفر في وسط العراق وجنوبه حيث تتميز الارض بتربة رسوبية طينية تمتدّ في مساحات

شاسعة لا يكاد يجد المرء فيها اثرا لحجر أو صخرة ، فكان لزاما على مؤسسي الحضارات الاولى في العراق ان يكيفوا حياتهم لتلك الظروف البيئية فلم يمنهم عدم توفر الحجر من ابتكار اللبن الذي صنعوه من الطين المجفف بالشمس ، ثم الطابوق الذي صنعوه من الطين المحروق ، وبنوا بهما بيوتهم ومعابدهم ومنشآتهم . وهذه المادة البنائية ، على ما حققوه من مهارة في صنعها ، ما كان مُقيّضا للمنشآت المقامة بها ان تبقى لتتحدى آلاف السنين مثل تلك المبنية بالحجر . ومن هنا كان القسم الاكبر من آثار الحضارات العراقية الاولى الموغلة في القدم قد عفى عليه الزمن فاندثر ولم يبق ظاهرا منه الا القليل لينطق بالشأو الذي بلغته تلك الحضارات .

غير أن علم الآثار الحديث كان وما زال ذا فضل كبير ومتجدد على التاريخ . فان التنقيبات المستمرة خلال القرن الأخير ما زالت تكشف كل يوم عن آثار ومعلومات جديدة غيرت جذريا الكثير من المفاهيم التاريخية السابقة ، حتى بات من المسلّم به أن اقدم الحضارات نشأت في وادي دجلة والفرات في ازمة موغلة في القدم .

البدايات

كان العرب القدامى قد نزحوا عن جنوب الجزيرة العربية الى شمالي العراق واعالي الفرات منذ احد عشر ألف عام ونيف طلبا للخصب بعد حلول الجفاف في منطقة جزيرة العرب . وقد حلّ بعض هؤلاء جنوب العراق منذ نحو تسعة آلاف عام واستوطنوا السهول الخصيبة في دلتا دجلة والفرات . وكانوا قد بدأوا أولا بزراعة الاكتفاء الذاتي ، ولكن سرعان ما وسّعوا الزراعة وتوفّر لهم فائض كبير من المحصول الزراعي نتيجة لخصب الارض ووفرة المياه المحتملة بالغرين . فعمدوا الى تخزين المحصول لمقايضته بالسلع والبضائع المختلفة ، ومن ثمّ كان بدء نشوء فئة الصناع والحرفيين ، فظهر

صانعو الفخّار والنجارون وغيرهم منذ نحو ٧٥٠٠ عام . وهكذا وُضعت في تلك المنطقة اسس أُولى الحضارات الزراعية التي نمت في حقبة ما قبل التاريخ المشار اليها الآن بعصر العُبيد (٥٠٠٠ أو أكثر - ٣٥٠٠ ق . م .) نسبة الى تلّ العبيد قرب مدينة أور ، والتي بلغت أوجها في مطلع القرن الرابع ق . م . أي منذ نحو ٦٠٠٠ سنة .

وقد قدّم من بعد ذلك قوم دُعوا بالسومريين قبل إنهم جاؤوا من جهة الخليج ، وقيل بل أتوا من الشمال ، وامتزجوا بالعبيدين وأسهموا معا منذ نحو ٥٥ قرنا (اي نحو ٣٥٠٠ ق . م .) في اقامة الحضارة العظيمة التي رسخوا اسسها على حضارة العبيد واستقّوا منها الكثير من مقوماتها . وقد اشتهرت هذه الحضارة الجديدة باسم حضارة السومريين وزامن ازدهارها على وجه التقريب أُولى حضارات وادي النيل .

لقد كان اكثر المؤرخين يعتقدون أو يقررون خطأ حتى عهد قريب بأن حضارة السومريين لم تسبقها حضارة في العراق وانها الاولى فيه . غير ان التنقيبات الاخيرة كشفت عن بقايا كثير من قرى ومدن عهود مختلفة من حضارة العبيد . وقد وجدت بطبقات بعضها فوق بعض بأدواتها ، وآبئتها التي تفننوا في تلوينها وزخرفتها ، ومساكنها ، ومعابدها ، وهياكلها ، مطمورة تحت انقاض مدن السومريين ، كما في أريدو والوركاء واسكش واور ونُفّر .

في الهندسة الزراعية وهندسة الري

وتشير آثار تلك المستوطنات الى كثافة سكانية هائلة في وادي الرافدين في تلك الازمنة السحيقة مما لم يكن ممكنا من غير أنظمة دقيقة للري والزراعة يمكن لها ان توفر القوت للسكان ، ومن هنا عُنِي العراقيون منذ أقدم العصور بشقّ القنوات واستصلاح الاراضي . ولما كانت مياه دجلة والفرات تحمل سنويا في فيضانها كميات هائلة من الطمي الذي يترسب في القنوات وقد

يخففها ويعطّلها ، كان ازاما على السكان الاستمرار في تطهير قنوات الريّ والعناية بها . وتتميز فيضانات دجلة والفرات بأنها تأتي مداهمة سريعة لا يمكن التكهّن بها ، خلافا لما عليه الحال في نهر النيل ، فكانوا ملزمين ايضا باتخاذ ما يجب من اجراءات لدرء أخطار الفيضان ، ومن ذلك تقوية سداد الأنهار وتحويل فائضها الذي كانوا يستفيدون من مخزونه لاستعماله في زمن شحّة المياه . وقد ثبتّ من التنقيبات والدراسات ان الانتقال من زراعة الرقعة الصغيرة الى الحقول الكبيرة والتحول الى الريّ الفنيّ بشبكات القنوات والجداول وبدء المحاولات الباكرة لانشاء مشاريع الريّ وتوطّد أُولى الحضارات الزراعية حصل في سهول العراق الوسطى والجنوبية في أواسط دور العبيد اي منذ نحو ٦٣ قرنا او اكثر .

المحراث – وكان العبيديون اول من اخترع المحراث البسيط الذي يعدّ اهم اداة زراعية منذ ما قبل فجر التاريخ ، ففتّوا به التربة وقلبوها لذرّ بقايا المحاصيل وللحدّ من نموّ الاعشاب الضارة .

وقد طوّر السومريون والاكديون شؤون الريّ والزراعة من بعد العبيديين فاتبعوا طريقة الريّ المستديم اي المستمرّ طوال العام للحصول على غلّتين من المحصول الزراعي بدلا من الغلّة الواحدة ، واستصلحوا سباح الاراضي للزراعة ، وعرفوا سرّ التسميد الحيواني ، واستخدموا الحيوان لجرّ المحراث ، وبنوا السدود وأنشأوا الخزانات ، وحكّموا السداد للوقاية من الفيضان .

وقد ازدهرت الزراعة في زمن البابليين حتى اصبحت البلاد مغطاة بشبكة من أفنية الريّ والبزل والملاحة والاسالة المسيطر عليها بدقّة . واهتموا للمشاريع المتعددة الأغراض ، فحوّلوا مياه فيضان الفرات التي تنذر بالدمار الى منخفضي الحبانية وابي دبس واستفادوا من مخزونها لأغراض الريّ عند شحّة المياه . وأنشأوا سدّا حاجزا عظيما بطول ٥٠ كيلو مترا بين دجلة والفرات

محاذيا لمنخفض عقروق فكانوا يخففون به من أخطار فيضان دجلة والفرات بتحويل بعض مائهما الى المنخفض من خلفه ، ويتخذون من هذا الماء المخزون خطأ دفاعيا في وجه الاعداء المهاجمين من الشمال ، ويستفيدون من بعضه ايضا لأغراض الري .

وانشأوا على دجلة سدّا صخريا عظيما قرب سامراء أمكن به تحويل المياه الى مشروع النهر وان الذي يعدّ من اكبر الانهار الاصطناعية في العالم . وكان يروي اراضي واسعة تمتدّ مسافة ٣٠٠ كيلو متر بين سامراء والكوت على جانب دجلة الأيسر . ويبلغ عرض القناة نحو ١٣٠ مترا وعمقها نحو عشرة امتار ، وما زالت آثارها حتى اليوم تبهر الناظر اليها من الجو . ويمكن لسائق السيارة ان يتجول في قعرها الى مسافات بعيدة في الصحراء المجذبة بعد ان كان القدماء يسخرونها بسفنهم الشراعية الكبيرة .

وقد تضمنت شريعة حمورابي منذ اكثر من سبعة وثلاثين قرنا (نحو ١٧٥٠ ق . م .) بنودا تحدّد واجبات المالكين في الحفاظ على اقية الري التي تمرّ في أرضهم وتطهيرها واصلاح سدادها ، وما يترتب عليهم من غرامات وعقوبات عن الأضرار الواقعة عليها بسبب إهمالهم وتقصيرهم . وما زال بعض آثار شريعة حمورابي يلاحظ على قوانين المياه حتى هذه الايام . وعثر في نفّر على خرائط مفصّلة لتنظيم اقية الريّ والبزل مرسومة على الرقوم الطينية . ومن ذلك خريطة رسمت منذ نحو ٣٣ قرنا ، ويظهر من الكتابة المسمارية المدونة عليها انها تمثل حقلا اشير بكلمة (ريّ) الى قناته العليا التي تستقي من النهر ، وبكلمة (مجرى) الى كل من القنوات التي تحمل ماء البزل بعيدا عن الحقل .

هذه امثلة فقط مما رسّخه العراقيون الاوائل من اسس وقواعد متينة في هندسة الريّ والبزل والزراعة ، حتى أن ابا التاريخ هيرودوتس الذي زار العراق

منذ ٢٥ قرناً يكتب ، بعد ان يُطنب في وصف الترع والجداول في بابل ،
بانه لم ير بقعة في العالم تضاهي في انتاجها تلك الارض ، وانّ الحبوب
كانت تعطي مائتي ضعف من الغلّة ، وثلاثمائة في زمن الاقبال .

في هندسة اسالة الماء

وثمة نصوص على الرقوم الطينية مكتوبة في حقبة باكرة من عصور
البابليين تشير الى اسالة الماء الى المدن بالقنوات والخزانات . غير أنّ مشروع
عبارة جروانة الذي بدأ سنحاريب الآشوري تنفيذه في ٧٠٣ ق . م . واستغرق
انشاؤه ثلاث عشرة سنة يُعدّ اول وأهمّ مشروع من نوعه لاسالة الماء الى
المدن في التاريخ . وينقل هذا المشروع الماء النقيّ من نهر الكّومل رافد الزابّ
الكبير الى نينوى بمسافة ٨٠ كيلو مترا . ويتألف من سدّ حجريّ ببوابات
على نهر الكّومل قرب قرية باثيان وقناة قناطر وعبّارات مرفوعة لعبور
الوديان والنهيرات طولها خمسون كيلومترا تمدّ نهر الخوصر بماء الشرب والريّ
لينقله بمسافة ثلاثين كيلومترا الى نينوى والارض الزراعية المرتفعة بجوارها . وكان
من أبرز اقسام هذا المشروع العبّارة التي ما زالت آثارها قائمة قرب قرية جروانة .
وتتألف من جسر رائع من حجر الكلس طوله ٣٠٠ متر يحمل الماء فوق واد
ونهر ويبلغ مجموع ارتفاعه في بعض المواضع ١٥ مترا وفيه خمسة أقواس معقودة ،
وقد بني بمليونتي قطعة من الحجر طول ضلعها ١٥ متر تقريباً . ويبلغ عرض
القناة فوق الجسر ١٥ مترا وعمقها ١٥ متر .

وعبّارة جروانة هي المنشأ الوحيد الذي بقي من هذا النوع منذ العصور التي
سبقت عصور الرومان . وقد نهج الرومان فيما بعد على منوال عبارة جروانة في
انشاء قناطرهم ، غير أنّ ابعاد هذه العبّارة تبدو عملاقة بازاء الابعاد الصغيرة
لعبارات القناطر الرومانية التي جاءت بعدها بردح طويل من الزمن واشتهرت
بها مدينة روما القديمة خلال القرنين الثالث والثاني ق . م .

في هندسة البناء

الطابوق - وكان العراقيون الأوائل عندما استوطنوا جنوب العراق قد كَيّفوا طراز معيشتهم لظروف بيئتهم ، كما سبقت الإشارة اليه ، فأنشأوا مساكنهم اول الأمر بالقصب والبردي لعدم توفّر الحجر وخشب الاشجار القوي . ثم تحوّلوا الى بنائها بالطين كما كانت تبني اكراخ الفلاحين حتى عهد قريب . ولكنهم سرعان ما ابتكروا صناعة اللبن من الطين المجفف بالشمس . ثم طوّر فخّاريو أور اللبن فضاعفوا قوته باحراقه في الكورة المغلقة التي ابتكروها للحصول على الطابوق وكانوا اول من اتخذ لذلك ملاطاً غير الطين فاستعملوا الزيت او القار منذ اكثر من ٦٠ قرناً . ويعدّ الطابوق من المواد البنائية المهمة لاتسامه بالقوة ، وسهولة الانتاج ، وقلة الكلفة نسبياً . ومن المعروف ان العراقيين هم اول من اكتشف صناعة الطابوق . وقد وجد الطابوق المحروق في المستويات الواطئة من هيكل مدينة اور العظيم الذي اقيم باللبن منذ نحو ٦٠٠٠ سنة . وقد اصلحت سلالمه في زمن متأخر فجعلت من الطابوق ايضاً منذ نحو ٣٥٠٠ سنة .

وقد انتقل من العراق فنّ صناعة الطابوق غرباً الى مصر ومنطقة البحر المتوسط ، وشرقاً الى الهند ثم الى الصين التي بني فيها سور الصين العظيم من اللبن والطابوق في ٢١٠ ق . م .

والمشهور ان السومريين كانوا اول من بنى أعمدة من الطابوق . واشتهر البابليون باتقان صناعة الطابوق ، وكانوا يبذلون له عناية خاصة ويعملونه بحجوم كبيرة فكانت ابعاده نحو $33 \times 33 \times 10$ سم . وزينوا به واجهات أبنيتهم ، ورسفوا به بعض ساحاتهم وشوارعهم ، وبنوا به منشآتهم المهمة وهياكلهم ومعابدهم ومن ذلك برج بابل العظيم الذي جعلوه بهيئة هرم رباعيّ ضلع قاعدته ٩٢ متراً وارتفاعه ٩١ متراً ؛ وكان مدرّجاً بسبع طبقات لآلهتهم السبعة آنذاك ، وعلى قمته تمثال إلههم الأكبر المصنوع من الذهب .

ومن الجدير بالذكر ان طاق كسرى في المدائن كان قد انشىء بكامله في القرن الثالث الميلادي من الطابوق الأصلي الذي كان نبوخذ نصر قد استعمله في اعادة بناء مدينة بابل في القرن السادس قبل الميلاد ، اي قبل بناء الطاق بنحو ثمانية قرون .

الاقواس والعقود — وتعدّ الاقواس والعقود من بين اهم الاكتشافات وابرعتها في تاريخ هندسة البناء ، لأنها مكنت الأوائل من تسقيف الفضاءات الواسعة بكتل صغيرة من مادة البناء السهلة الحمل كالطابوق او الحجر . ولما كانت الحافة العليا للعقد أطول من حافته السفلى فلا بدّ ان يكون كل من هذه الكتل مع الملاط الذي يبنى به بهيئة أسفين ، ومن ثمّ تضغط الكتلة باحكام على الكتل المجاورة وتنقل اليها ثقلها وحملها بانتظام . ومن المعروف ان العقود الحقيقية تمتاز على الاعتبار والعقد الكاذبة(*) بإمكان استعمالها لفضاءات اوسع ورفعها أحمالا اكبر . وسبب ذلك ان كلاً من العتبّ والعقد الكاذب يحمل اجهاد عزم الانحناء في حين لا يحمل العقد الحقيقي سوى اجهادات الانضغاط التي ينقلها الى الجانبين . وكان العراقيون اول من ابتكر الاقواس المعقودة . وكانت في باكر عهدها تنشأ تحت مستوى سطح الأرض لحاجتها الى السند القوي من الجانبين ، ولكن سرعان ما طوروها بثقليل دعائماتها وتدعيمها ومن ثمّ استعمالها في مختلف المستويات وقد وجدت امثلة منها في نُسُفَر وأريدو مبنية بالابن منذ نحو ٦٠ قرناً (٤٠٠٠ ق.م) اما في وادي النيل فان اقدم الاقواس وجدت من الحجر في رفاقته ويعود تاريخها الى ما بين ٣٥٠٠ — ٣٠٠٠ ق . م . وقد تفنّن البابليون والآشوريون في بناء العقود بانطابوق أو الحجر وزججوا اقليد العقد ولوّنوه . وكثيرا ما كانوا يبنون العقود بشكل نصف الدائرة لحسن منظرها .

(*) يتكون العقد الكاذب من حيود افقية مترابك بعضها فوق بعض حتى تلتقي في الأعلى مؤلفة ما يشبه العقد .

وقد جاء في وصف القدماء للجنان المعلقة في بابل : وهي إحدى عجائب الدنيا السبع في العالم القديم . ان بعض سطوحها وشرفاتها كانت مرفوعة فوق عقود ضخمة . وكان من فوق تلك السطوح التربة السميكة الثقيلة التي كانت تكفي لنمو الاشجار المثمرة الكبيرة . وقد وجد من آثار قاعدة الجنائن المعلقة سبع غرف بستوف معتدة تشبه الأوصاف التي كتبها واصفو الجنائن الذين رأوها في تلك الأزمنة .

ولا يخفى ان القبة تطورت من السقف المعقود فهي نموذج هندسي بثلاثة ابعاد من العقد ذي البعدين . وقد وجد بناء القباب بمقياس صغير في تسقيف بعض الأضرحة في أور منذ نحو ٤٩ قرناً .

في هندسة الطرق والجسور

وكانت شدة الحركة التجارية وإزدحام الناس لها في العراق القديم مما دعا الى العناية بالطرق ، فكانوا هم اول من بذل الجهود الجادة في انشائها وصيانتها . ومن ذلك أنهم عملوا طريقاً امتد من الامبراطورية البابلية نحو الغرب فالجنوب الغربي حتى مصر .

وقيل إن اقدم طريق طويل كان قد أنشئ منذ أكثر من ٥٥ قرناً (أي قبل ٣٥٠٠ ق . م) وبقي مطروفاً نحو ٣٢ قرناً ، وهو الطريق الممتد من مدينة أفيسوس في أقصى غربي آسيا الصغرى ماراً في العراق بين نهايتيه الشمالية والجنوبية وعابراً ما يصادفه من انهار ومجار على جسور مبنية على عقود او محمولة على قوارب مشدود بعضها الى بعض ومنتهيا عند سوسة .

وكانت بابل القديمة اول مدينة رصفت شوارعها بالحجر في التاريخ . وقد استعملوا لتبليط شارع المواكب والاستعراضات الذي يربط بين الهيكل والقصور مربعات من حجر الكلس يبلغ ضلعها متراً أو أكثر وبلاطاً من الإسفلت ، وبلطوا بعض الشوارع بالطابوق المحروق . وقد اتبع هذا الأسلوب نفسه في

شوارع آشور وتل أسسر القديمة . واستعمل نظام الشبكة المتعامدة في تخطيط الشوارع لأول مرة في مدينة دور شروكين (خرسباد) التي بناها سرجون الآشوري في أواخر القرن الثامن ق . م .

وهكذا كانت شوارع العراق القديم وطرقه الخارجية النموذج الأصلي لما نهج عليه الرومان في طرقهم المشهورة فيما بعد .

اما عن الجسور فان اقدم جسر ذي شأن ورد ذكره في التاريخ هو الذي جاء فيما كتبه عنه المؤرخ هيرودوتس أنه أنشئ على الفرات في بابل . وقد ورد في وصفه أنهم حوّلوا مجرى النهر عند ضحائه في الصيف لبناء قواعده الجسر الحجري في قاع النهر . ويذكر هيرودوتس ان الطريق على الجسر كان مرصوفاً بالخشب فكانوا يزيلون في الليل جزءاً من الطريق الخشبي للأغراض الأمنية . والمعروف ان هذا الجسر العظيم كان قد أنشئ منذ نحو ثمانية وعشرين قرناً بالحجر والحديد والرصاص واقام على دعائم متينة انسيابية وكان طوله نحو ١٠٠٠ متر وعرضه عشرة أمتار . ويُعدّ تركيز اسس الدعائم في تربة النهر الرسوبية الرخوة في ذلك الماضي البعيد من الاعمال الهندسية الدالة على مهارة ومقدرة متميزتين .

في الهندسة الميكانيكية

ويعدّ الدولاب من اخطر الانجازات التكنولوجية التي اخترعها الانسان في العصور البكرة وأكثرها فائدة ، لأنه يجعل في الامكان حركة دورانية بمقدار ثابت ووجهة ثابتة ، وهذا مما لا توفّره الحركة الخطيّة التي تستلزم تغييراً في مقدار الحركة وانعكاساً متناوباً في اتجاهها . ولا يخفى ان الدولاب هو المولّد الأصلي للعجلة ، والبكرة ، والدولاب المائي ، والمضخة ، وكراسي التحميل الاسطوانية والكروية ، وللدوليب المسنّنة ، وعنقّات توليد الطاقة ، واجزاء كثير من الآلات والمحركات .

وتد ظهر اول استعمال للدولاب الدائر في وادي دجلة والفرات منذ اكثر من ستة آلاف سنة ، اذ كان العبيديون قد صنعوا بعض أوانيهم باستعمال نوع بدائي يدوي من دولاب الخزاف ، وهو الذي يدعى القرص ، ويعدّ من أقدم التطبيقات الميكانيكية للحركة الدورانية . وكذلك استعملت الدحارج الاسطوانية للدرجة الاجسام والاحجار الثقيلة منذ أزمنة بعيدة . غير أنّ اقدم صورة معروفة لعربة بسيطة على اربعة دواليب صلبة وجدت مرسومة على رَقْم طيني في هيكل اينانا في الوركاء ، ويعود تاريخها الى نحو ٣٥٠٠ ق . م . اي منذ بدء ما يسمى بالمعصر الشبيه بالكتابي (٣٥٠٠ - ٢٨٠٠ ق . م .) وهذا أول استعمال للدولاب في وسائط النقل .

وقد وجد دولاب الخزاف الحقيقي ايضاً في تلك الحقبة ، واعله زامن ظهور دولاب المحراث ودولاب العربة أو قد يكون سبقهما بقليل .

وسرعان ما تطورت العربة فظهرت نحو ٣٠٠٠ ق . م . العربات الخفيفة التي تجرّها الثيران والحمير . وتلتها في مطامع الالف الثالث قبل الميلاد ايضاً العربات الحربية الثقيلة بعجلتين أو بأربع عجلات ، وقد أطرّت أجسامها بالخشب وغُضِّيت بالجلد كما تشير الرسوم في اور وخفاجي . اما في وادي النيل فلم تظهر العربات الا في اواسط الألف الثاني قبل الميلاد (١٤٣٥ ق . م .) ، وكان الهيكسوس قد نقلوا معرفتها الى مصر بعد غزوها من جانبها الشرقي في ١٧٥٠ ق . م .

في المساحة والتخمين

وعمل السومريون جداول لحساب مساحات الحقول ، ولحساب حجوم اكدا س الطابوق يعرّد تاريخها الى نحو ٢٥٠٠ ق . م . وكانوا حتى تلك الحقبة يستعملون كلا النظامين العشري والستوني ، ثم اقتصروا بعدها على استعمال النظام الستوني الذي بقيت آثاره حتى الآن في تقسيم وحدات قياس الزمن وقياس الزوايا .

وعُثِرَ على رقوم طينية عليها كتابات بالخط المساري منذ ٤١ قرناً تبين طريقة حساب مقاطع السداد على جانبي القنوات والانهار ، وحساب مقاطع القنوات ، لتخمين مقادير الحفر والردم . وكذلك وجدت مسح الاراضي مرسومة على الرقوم وفيها تفاصيل لتقسيم الاراضي الى رقع مستطيلة ومثلثة مع الابعاد والحسابات الدقيقة المستعملة لذلك .

وتجدر الاشارة الى اخطر اختراع قدمه العراقيون في الرياضيات منذ نحو خمسة وثلاثين قرناً ، لا لأهميته في الهندسة فحسب ، بل لأثره الكبير في تقدم العلوم بوجه عام ، ذلك هو اكتشافهم طريقة تحديد قيمة الرقم بمرتبه في العدد ، وهي الطريقة التي ما زلنا نتبعها اليوم ، والتي يستر لهم اجراء عمليات الضرب والقسمة والرفع والجذر وتحويل الكسور الاعتيادية الى كسور ستونية (او الى عشرية فيما بعد) واعداد الجداول لكل ذلك وغيره مما كان يصعب اجراؤه بالطريقة التي كتبت بها الأرقام في وادي النيل . وكان المصريون القدماء يكررون رسم خطوط رأسية للرمز الى الارقام من الواحد الى التسعة ، واتخذوا للعشرة والمائة والألف رموزاً اخرى مختلفة . وقد نهج الرومان على طريقة مشابهة لطريقة المصريين في كتابة الارقام الرومانية التي ما زالت تستعمل لبعض الأغراض حتى الآن والتي بقي اجراء العمليات الحسابية بها صعباً كما هو معروف .

وكان البابليون قد عرفوا منذ اكثر من ٣٨ قرناً انه في المثلث القائم الزاوية يساوي مربع الوتر مجموع مربعي الضلعين القائمين ، وهي القاعدة التي نسبت خطأ فيما بعد الى فيثاغورس اليوناني مع أنها سبقته بأثنى عشر قرناً . وعرفوا في الآونة نفسها ان الزاوية المحيطية المقابلة لقطر دائرة هي زاوية قائمة .

وعثر في نقر على خرائط دقيقة رسمت على الرقوم الطينية منذ ٣٣ قرناً ، ومنها خريطة مفصلة لمدينة نقر اشير الى المرافق عليها بالخط المساري ، وهي

مرسومة بدرجة عظيمة من الدقة حتى بات المنقبون يستدلّون منها على بعض مواع تنقياتهم الآن .

في الهندسة العسكرية

وكان في استعمال العرب السرمية للاغراض الحربية في أور في مطاع الألف الثالث قبل الميلاد . أوّل ظهور الجيوش الآلية وتغير طرائق الحروب . غير أنه يمكن القول بأن الآشوريين كانوا منذ زمن تگلا ثلنر الاول اي منذ نحو ٣١ قرناً قد بدأوا بترسيخ القواعد الأساسية للهندسة العسكرية وتطوير فنونها بصورة جذرية .

كان الآشوريون أهل حروب وفتوحات . وسرعان ما استولوا على بابل وسورية وفينيقية وفلسطين ، فما ان حلت نهاية القرن التاسع قبل الميلاد حتى كانت امبراطوريتهم قد امتدت من الخليج العربي الى البحر المتوسط فكانت اوسع امبراطورية في تلك الأزمنة . ثم لم يلبثوا ان فتحوا مصر فسقطت عاصمتها منفس امام جيوشهم القوية ، وتبعها طيبة بعد زمن قصير . ولا بدّ أن امتداد الفتوحات الى بلاد تبعد اكثر من الفّي كيلو متر عن مركز الحكم يُعدّ من الانجازات العسكرية الرائعة في تلك العهود العريقة في القدم . فكان لزاما لتثبيت قواعد تلك الامبراطورية المترامية الأطراف ، ولتدعيم سيطرتها، ان تنشأ الطرق العسكرية الممهدة وتبنى المراحل المحصنة والمخافر والمحطات مما يعدّ السلف الأول للطرق العسكرية والمراحل الحصينة التي اشتهر بها الرومان فيما بعد .

وعُني الآشوريون عناية خاصة بتحصين عواصمهم مثل آشور ونيوى وكالّح (نمرود) ودور شروكين (خرسباد) بالاسوار العظيمة ذوات البوابات الضخمة والابراج العالية ، واحاطتها بالحصون والقلاع المنيعه وحفر الخنادق من حولها . وعملوا مثل ذلك في مدنهم الأخرى وقواعدهم العسكرية والمدن

التي يحتلونها .

وقد ترك الآشوريون رسوما ومنحوتات مفصلة ودقيقة تنبئ عما بلغوه من تطور في الفنون والاساليب العسكرية التي بقيت متبعة الى زمن ظهور البارود في اواخر القرون الوسطى . واتخذوا للمتطلبات الحربية السريعة في عبور الترع والانهار جسورا عائمة أو ارماتا من الجلود المنفوخة . وكان صنف المهندسين يشرفون على ردم الخنادق المحيطة بالمدن التي تحاصرها جيوشهم ، وعلى عمليات حفر الأنفاق تحت الأرض للوصول من خلالها الى تلك المدن . وكان أشدّ آلامهم الحربية فتكا الاكباشُ المطوّرة ذوات الأبراج العالية فكانوا يبدؤون بها الاسوار والحصون ويعملون فيها الثغرات للنفاذ منها الى القلاع والحصون والمدن المحاصرة . وقد طوروا عربة مدرعة خفيفة أو دبابة صغيرة تعدّ هي النموذج الباكر للدبابات التي استعملت في الحرب العالمية الاولى .

خاتمة

كانت هذه نبذة وملحات مما كان عليه اسلافنا في هذه الأرض الطيبة من القابلية للابداع والعبقرية في الكشف عن الحقائق ، والهمة في العمل والبناء ، والمثابرة في تطوير تجاربهم وخبراتهم الى فنون هندسية عملية . لقد كانوا بحق أساتيد البناء والعُمران في عصور كان فيها اكثر البشر يرزحون تحت وطأة البدائية والتخلف . وحققوا في فنون الهندسة ووضع الالبنت الاولى في بناء اسسها ما كان له الآثار العميقة في تغيير اساليب حياة الانسان وتحسينها واغنائها ، حتى قيل إنّ التقدم الهائل الذي حصل في العراق القديم في اساسيات الهندسة والعُمران ، فضلا عن الرياضيات والفلك واختراع الكتابة ، لم يحدث في التاريخ ما يضاهيه الاّ الطفرة الجبارة في العلم والتكنولوجيا التي حصلت في

القرنين او الثلاثة الاخيرة في العصر الحديث . فما أحرانا ان نفتدي بهؤلاء
البناء المبدعين فننهج على هدي همهم وعزائمهم ، ونعيد النظر في تقويم
جهودنا وانجازاتنا لنترفع بمستويات مراقعنا في مسيرة الزمن .

بعض المصطلحات المستعملة في البحث

keystone	الاقليد (حجر العقد)
pulley	بكرة
place value notation	تحديد قيمة الرقم بمرتبه
pontoon	جسر عائم
cantilever	حَبْد (ج : حيود)
potter's wheel	دولاب الخزّاف
water wheel	الدولاب المائيّ
cogwheel	الدولاب المسنّن
raft	رَمَث (ج : أرماث)
terrace	شُرْفَة
beam	عَتَب (ج : أعتاب)
chariot	عربة
proto-literate age	العصر الشبيه بالكتابي (٣٥٠٠ - ٢٨٠٠ ق . م)
false arch	عقد كاذب
turbine	عَنَفَة
dome	قُبّة
tournette	قرص الخزّاف
arch	قوس

vaulted arch	قوس معقود
battering ram	كبش الدكّ
block	كتلة
bearings	كراسي التحميل
plough	محراث
stages	مراحل الطريق
theodolite	ميزواة
sexagesimal system	النظام الستونيّ
grid system	نظام الشبكة المتعامدة
prototype	النموذج الأصلي
three - dimensional model	نموذج بثلاثة ابعاد
temple	هيكل

بعض المراجع

1. Bibby, Geoffrey - Four Thousand Years Ago, Penguin, London, 1965.
2. Biswas, Asit K. - Hydrologic Engineering Prior to 600 B. C., Journal of the Hydraulics Division of the Am. Soc. of Civ. Eng'rs., V. 93, No. HY5 Sept. 1967.
3. de Burgh, W. G. - The Legacy of the Ancient World, Penguin, London, 1965.
4. Canby, Courtland and Gross, Nancy E. (Editors) - The World of History, Mentor, New York, 1954.
5. Childe, Gordon - What Happened in History, Penguin, New York, 1946.
6. Cottrell, Leonard - Lost Cities, Pan, London, 1964.
7. Cottrell, Leonard - Wonders of Antiquity, Pan, London, 1964.
8. Encyclopaedia Britannica (15th Edition), New York, 1974 - 1980 [Entries : Aqueducts; Arch; Architecture; Brick; Bridges; Building Construction; Chariot; History of Mesopotamia; Irrigation; Masonry Construction; Mesopotamian Architecture; Roads; Technology of the Ancient World; Transportation; Urbanization; Wheel].
9. Finch, James Kip - The Story of Engineering, Doubleday, New York, 1960.
10. Mason, Stephen F. - A History of the Sciences, Collier, New York, 1962.
11. Neugebauer, O. - The Exact Sciences in Antiquity, Dover, New York, 1969.
12. Roux, George - Ancient Iraq, Pelican, London, 1966.

اساسيات الهندسة في العراق القديم

13. Sedillot, René - The History of the World, Mentor, New York, 1953.
14. Wells, H. G. - A Short History of the World, Pelican, London, 1951.
- ١٥- باقر ، طه - مقدمة في تاريخ الحضارات القديمة ، منشورات دار البيان . بغداد ، ١٩٧٣ .
- ١٦- دورانت ، ول - قصة الحضارة . الجزء الثاني من المجلد الأول (الشرق الأدنى) ، ترجمة محمد بدران . القاهرة ، ١٩٦١ .
- ١٧- سوسة ، الدكتور احمد - حضارة وادي الرافدين بين الساميين والسومريين . منشورات وزارة الثقافة والاعلام ، دار الرشيد للنشر ، بغداد ، ١٩٨٠ .
- ١٨- الملائكة ، الدكتور جميل - روائع الأعمال الهيدروليكية في العراق القديم ، مجلة آفاق عربية ، بغداد ، ايلول ١٩٧٩ .
- ١٩- الملائكة . الدكتور جميل - سبع عجائب الدنيا في العالم القديم ، مجلة المهندس ، السنة الثانية ، العدد ١ . بغداد ، ايلول ١٩٥٧ .
- ٢٠- الملائكة ، الدكتور جميل - الهندسة في العراق القديم ، مجلة المهندس ، السنة الاولى ، العدد ٢ ، بغداد ، كانون الثاني ١٩٥٧ .
- بغداد -- ٢٧ نيسان ١٩٨٣