الجـــــزء الثـــانى

مـــن

خلاصـــــة الأفكار فى فـــــن المعمار

تأليف

(حضرة محمد افندى عارف)

اللازم تدريســه لتلامذة مدرسـة المهندسخانه الخديوية بمصر حسب برو جرامها الصادر بقرار مجلس النظار فى جلسته المنعقدة فى ٢ جمادى الاولى سنة ١٣٠٤ و ٢٦ يناير سنة ١٨٨٧ الذى صدّق عليه أيضا بمعرفته

(حقوق الطبع محفوظة للمؤلف)

(الجـــزء الثـــانى)

مـــن خلاصـــــة الافكار في فـــنّ المعمار

(فى آلات العمارة)

(بسم الله الرحمن الرحيم)

مقـــدمة

بـــد وبيان آلات العمارة نقول ان الآلات المستعملة فى العمارة تنقسم إلى آلات أصلية لرفع الاثقال وآلات نزح ورفع للمياه وآلات دق الخوازيق وآلات الغواصة . ثم الى آلات تجهيز المون وعليه فيمكن حصرها فى بابين نتكلم عليهما فنقول

(البـــاب الاول)

(فى الآلات الاصلية . وفى آلات النزح وآلات رفع المياه وفى الكراكات . ومواشـــيل دق الخوازيق مـــع الثقائل .
وفى آلات الغواصة وفيه فصول)

(الفصل الاول)

فى الآلات الاصلية لرفع الاثقال وفيه مباحث

المبحث الاول

فى البكر

بـــد البكرة آلة بسيطة تستعمل لتغيير الحركة المستقيمة المستمرة الى حركة أخرى من

نوعها الأن اتجاهها مغاير لاتجاه الاولى . وهى قرص من الخشب أوالمعدن محيطه مجوّف وقطاع التجويف مستدير ويسمى هذا التجويف بقعر البكرة . ومحور البكرة الذى هو عادة من المعدن يرتكز بنهايتيه المسميين صياعان على سكرجتين ثابتتين أوعلى فرعى حامل من الحديد مصنوع عليه شنكل فى جزئه العلوى كما يتضح من (شكل ١ لوحة ٦) ويلتف على مقر البكرة حبل أوجنزير . وعوضا عن أن يكون المحور قطعة واحدة مع البكرة يمكن أن يكون مثبتا فى الحامل وفى هذه الحالة تكون البكرة مثقوبة بثقب مستدير يسمى عينا ويكون مسلحا بالمعدن متى كانت البكرة من الخشب

بـ٣ـد والبكرة البسيطة يمكن استعمالها بكيفيتين . (الكيفية الاولى) أن يرتكز المحور على حاملين ثابتين أو يكون الحامل مشنكلا فى نقطة ثابتة وفى هذه الحالة تسمى البكرة (ثابتة)

(والكيفية الثانية) أن يكون الحمل ح واقعا كما يشاهد فى (شكل ٢) من هذه اللوحة وتكون البكرة مرتكزة على الحبل الذى يكون أحد طرفيه مربوطا من جهة فى نقطة ثابتة والطرف الآخر واقع عليه قوة و وفى هذه الحالة تسمى البكرة (متحركة)

وتارة تستعمل بكرة واحدة وتارة أخرى تستعمل عدة بكرات كما يشاهد فى (شكل ٣) من اللوحة المذكورة

بـ٤ـد جودة البكر ـ تحسب جودة مجموعة البكر بهذا القانون

$$ج = ١ - (٢^{ن} - ١)\frac{و + و'}{و} + (٢^{ن} - ١)\left(\frac{و + و'}{٢}\right)^{٢} - \frac{ث_{ن}}{س_{ن}}(ن + ٢)$$

الذى فيه لـ المقاومة ، و ثقل البكرة ، و' ثقل الحامل ، ث معامل الاحتكاك ، س نصف قطر البكرة ، س' نصف قطر الصباع ، ن عدد البكر المتحرك وبيان أصل هذا القانون فى حساب الآلات (بعلم الميكانيكا)

مثلا اذا كان س = ٠٫٢ متر ، س' = ٠٫٠٣ متر ، ث = ٠٫١٣ متر ، لـ = ١٠٠٠ كيلوجرام ، و = ٤ كيلو ، و' = ٣٠ كيلو يكون ج = ١

تنبيه ـ يمكن استعمال القانون المتقدم لايجاد جودة بكرة واحدة بفرض فيه ن = ١

بـ٥ـد استعمال البكر ـ البكرة الثابتة لها استعمالات كثيرة فتستعمل لرفع الماء من الابار ولتشغيل الكبش فى دق الخوازيق وغير ذلك . وأما البكرة المتحركة فتستعمل كثيرا خصوصا فى الاشغال البحرية

المبحث الثانى

فى العيار

بـ٦ـد العيار هو اجتماع جملة بكرات فى حامل واحد والغالب أن تكون البكرات متساوية وتدور على محور واحد يكون قطعة واحدة مع الحامل وذلك كما هو مبين (بشكل ٤ من لوحـ٦ـه) وينـدر أن تكون البكرات غير متساوية وأن يكون لكل منها محور مخصوص وهذا الوضع مبين (بشكل ٥ لوحـ٦ـه)

بـ٧ـد جودة العيار ـ تعلم جودة العيار من القانون

$$ج = ١ - \frac{ن ر + ن ر}{ن ر} - \frac{١}{٢} ق \frac{ن ر}{ن ر} \left[(٢ ق + ١) \frac{و}{ل} + \frac{و^{٢}}{ل^{٢}} + ٤ \right]$$

وفى هـذا القانون الرموز هى عين المتقدمة فى جودة البكر و بيان أصله فى حساب الآلات كما تقدم آنفا

مثلا اذا كان ق = ٦ ، ث = ٠,١٣ متر ، س = ٠,٠٣ متر ، ن = ٢٠ متر ، و = ٤ كيلو ، و' = ٣٠ كيلو ، ك = ١٠٠٠ كيلو جرام يكون ج = ٠,٧١٤

بـ٨ـد استعمال العيار ـ يستعمل العيار لرفع الاثقال

المبحث الثالث

فى الملافيف

بـ٩ـد الملفاف آلة بسيطة أو عضو نقل للحركة يستعمل لرفع الاثقال . ويتركب من اسطوانة ا ا' (شكل ٦ لوحـ٦ـة) منتهية باسطوانتين أصغر منها الا أنهما متحدتان معها فى المحور وتسميان صباعين وبهذين الصباعين يرتكز الملفاف الذى يكون فى الغالب أفقيا على مسنديه المسميين سكرجتين المجوفين لهذا القصد على شكل نصف أسطوانة (كما يتضح من الشكل ٧ منها) وعلى محور الملفاف مركب طارة ب ب' مستويها عمود على هـذا المحور وتكون القوة المحركة و واقعة بالتماس لمحيط هـذه الطارة والقوة المقاومة ح تكون واقعة فى طرف حبل يلتف على سطح الملفاف ويكون طرفه الآخر مثبتا عليه

بـ١٠ـد ويتركب ملفاف الحجارة من اسطوانة أفقية من الخشب قطرها يتغير من ٠,١٠ متر الى ٠,٣٠ متر تقريبا ترتكز على حاملين بواسطة صباعين من الحديد والطارة

التى قطرها من ٤ متر الى ٦ متر هى طارة ذات أيد يحركها رجل أوعدة رجال راكبين على الايدى تحت المحور قليلا (شكل ٨ لوحة ٦)

بند ١١ د وملفاف الآبار (شكل ٩ منها) هو ملفاف من الخشب أيضا له صباعان من الحديد الا أنه يحرك بمنوبلة أعنى بقبضة ب م مثبتة بالتوازى للمحور فى طرف ذراع أ ب طوله من ٠٫٤٠ متر الى ٠٫٥٠ متر مركب على المحور فى نهاية أحد الصباعين . وأحيانا تعوض المنوبلة بطارة ذات أيد قطرها من ٠٫٨٠ متر الى ١٫٠٠ متر

بند ١٢ د وهنالك نوع من الملفاف يسمى بالملفاف الفرقى وهو جهاز مستعمل فى الصين والهند لرفع الماء من الآبار . ويتركب من اسطوانتين متحدتى المحور الا أن نصفى قطريهما مختلفان (شكل ١٠ من هذه اللوحة) وترتكزان أفقيا بواسطة صباعين على حاملين ثابتين ويحمل حبل ملفوف من جهة احدى الاسطوانتين ومن الجهة المعادة على الاخرى بكرة متحركة معلق فى حاملها الثقل ح المراد رفعه ويحرك الجهاز بواسطة طارة أو منوبلة و ا و بالتماس للمحيط الذى ترسمه نقطة ا تقع القوة المحركة ق

وقد استعمل الملفاف الفرقى بفرانسا جملة سنوات لتشغيل الآلة المسماة بالمعزة فى أشغال الطوبجية والملفاف الفرقى معروف أيضا باسم معزة لومبارد

بند ١٣ د جودة الملفاف — تحسب الجودة المذكورة من قانون مخصوص راجع حساب الآلات تأليف (حضرة أستاذنا الفاضل أحمد ذهنى بك ناظر مدرسة المهندسخانة حالا)

المبحث الرابع

فى المعزة

بند ١٤ د المعزة هى آلة تستعمل لرفع الاثقال . وهى تطبيق للبكرة والملفاف . والمعزة تتركب (شكل ١١ من لوحة ٦ المذكورة) من قطعتين من الخشب مائلتين منضمتين الى بعضهما بواسطة عوارض وفى الجزء العلوى توجد بكرة ثابتة ع وفى الجزء السفلى موضوع ملفاف والحبل ع المربوط فى الثقل ح المراد رفعه يمر على البكرة ويلتف على الملفاف الذى يحرك بواسطة روافع لل داخلة فى رأسى الملفاف المثقوبين لهذا القصد ثقوبا اسطوانية تتقاطع على زاوية قائمة . ولاجل أن لاتميل المعزة من تأثير الثقل المؤثر عليها يحجز بواسطة حبل ع مثبت من جهة فى طرفها العلوى ومن الجهة الأخرى فى حائط أومثبت بأى كيفية

ولاجل تشغيل الآلة يحرك الشغال أحد الروافع ومتى أدار الملفاف ربع دورة يدخل شغال آخر الرافعة الثانية فى النقب الذى يشغل تلك اللحظة الجزء العلوى ويجرى الحركة من أعلى الى أسفل ويصنع دورة أخرى وهلم جرا على التعاقب

المبحث الخامس

فى العفاريت

بند ١٥ العفريتة هى آلة بها ترفع الغربات الثقيلة وأحجار الآلة وما أشبه ذلك بكمية صغيرة . وتتركب (شكل ١٢ لوحة ٦) من ساق مسنن يتعشق بطرس وعلى محور هذا الطرس مركب طارة مسننة تتعشق بطرس آخر وعلى محور هذا الطرس الاخير مركب منوبلة . والطارات والجزء السفلى للساق داخلة فى تجويف مصنوع فى سمك قطعة من الخشب مغطاة بقرص من الحديد وتوجد المنوبلة فقط موضوعة فى النهاية والساق منتهه من جزئه العلوى برأس يوضع عليه الثقل المراد رفعه

ولاجل رفع ثقل بها توضع العفريتة على الارض أوعلى نقطة ارتكاز جيدة ويوضع رأس الساق تحت الشئ المراد رفعه مع الاهتمام بوضع دستور طوله من ٠٫٠٤ متر الى ٠٫٠٥ مترمتى أريد عدم تلف سطح الشئ المراد رفعه ثم تدور المنوبلة ويرفع الثقل ببطء

بند ١٦ الجودة — جودة العفريتة تعلم من قانون مخصوص (راجع حساب الآلات تأليف حضرة المحترم أحمد ذهنى بك ناظر وخوجة فرع الميكانيكا بالمهندسخانة بمصر)

المبحث السادس

فى الكابستانات أى المعاطيف

بند ١٧ الكابستان أى المعطاف هو ملفاف محوره رأسى يستعمل على الخصوص فى المين والسفن لاجل احداث قوى عظيمة لجر الاثقال فى الجهة الأفقية . وكابستان المين مبين (بشكل ١٣ لوحة ٦) والجهاز الذى يحمل الملفاف يتركب من جزأين أحدهما أ ب ج د مبين على الشكل وهما متعشقان بواسطة أربع عوارض احداها فى الجزء العلوى وثلاثة فى الجزء السفلى وفى العارضة العليا والعارضة السفلى المتوسطة مصنوع فتحتان يمر منهما صباعا الملفاف والصباع العلوى يمتد ويحمل رأسا ز

يخترقه قضبان و ه أفقية طويلة عددها زوجى ومتساوية الابعاد عن بعضها تؤثر عليها الاشخاص بالتعامد لاجل تدوير الكابستان أى المعطاف والتخشيبة موضوعة على الارض مثبتة بواسطة حبال مربوطة فى أوتاد ثابتة عددها كاف والحبل ح ح الذى يلتف على اسطوانة الملفاف ليس مربوطا فيه من طرفه ولكون المعطاف يحدث حركات كبيرة فى الغالب لايكون للاسطوانة الاالارتفاع الكافى لاجل أن يلتف عليها الحبل فتدار فقط بعض لفات حول الاسطوانة ويشد الفرع المطلق بواسطة شغال وتفك بمجرد مايلتف عليها الفرع الآخر من الحبل

بـ١٨ـد وهنالك نوع آخر من الكابستان يستعمل فى السفن تركنا شرحه منعا للتطويل فمن أراده فعليه بعلم الميكانيكا وليدرسه من كتاب معلم العلم المذكور ألا وهو حضرة أحمد بيك ذهنى الموحى اليه

المبحث السابع

فى الونشات

بـ١٩ـد الونش هو آلة معدة لرفع الاثقال الجسيمة ويستعمل فى المين وفى ورش انشاء الآلات والسكك الحديد وما أشبه ذلك ويمكن أن يتغير شكله بكيفيات مختلفة غير أن الشكل الاحسن هو الآتى

فتتركب الآلة (شكل ١ لوحة ٧) من هرميس (محور حركة رأسى) و ب يرتكز بطرفه السفلى على قائم ثابت ويوجد على الهرميس بالقرب من منتصف طوله نوع حلقة مكونة من أقراص تسمى جلبة فائدتها جعل الاحتكاك الذى ينشأ من دوران الهرميس المذكور حول محوره غير محسوس ونقطة الارتكاز ا تكون عادة فى موازنة الارض ونقطة و تكون فى قاع البئر المصنوع لوضع الجزء و ا من الهرميس وغير من نقطتى ا ، ب قطعتان مائلتان أولاهما ن ن تسمى كابولا والأخرى ت ت تسمى هدية (شدادا) وهذه الأخيرة أطول من الأولى وهى ضعفها وفى المسافة الكائنة بين القطعتين المذكورتين توجد بكرة فى د يمر عليها حبل يلتف على بكرة متحركة م ويكون مثبتا من أحد طرفيه فى الهدية والطرف الآخر من الحبل يتبع الهدية بالتوازى لطوله ويلتف على الملفاف ت الذى يحرك بواسطة مجموعة طارات مسننة تحرك بواسطة منويلة ث أو منويلتين مركبتين على محور واحد . والثقل المراد رفعه يعلق فى البكرة

المتحركة م وبتدوير المنويلتين يلتف الحبل على الملفاف وترتفع البكرة المتحركة مع الثقل ولاجل وضع هذا الاخير فى نقطة أخرى يدار الونش حول محوره ومتى وصل الى الوضع المطلوب ينزل الثقل بان لايؤثر على المنويلات الا لمنع سرعة حركة النزول

بـ٢٠ـد ويمكن بواسطة هـذه الآلة رفع ثقل جسيم جـدا الا أن حركته التصاعدية تكون بالضرورة بطيئـة جدا وفى الاستعمال المعتاد يكون من اللازم الحصـول على سرعة أزيد بدون اختلاف الحمـل المؤثر على المنويلتين فى الحالتين واستعمال الطارات المسننة يوفى هذا الشرط وقد بين الوضع اللازم استعماله فى شكل ٢ لوحـة ٧ مع حذف نقط ارتكاز المحاور المأخوذة على حمالات لـ ل (شكل ١ لوحـة ٧) مثبتة على الهرميس وهـذا الحذف لزيادة الايضاح ومركب على محور الملفاف طارة مسننة ا تتعشق مع طرس ع ومركب على محور هـذا الطرس طارة ب تتعشـق بطرس لـ ومركب على محور هذا الطرس لـ طارة ح تساوى ب وموضوعة على ارتفاع واحد ومحور المنويلتين موجود على الجزء السفلى لهاتين الطارتين ويحمل طرسين متساويين ر ى ط يمكن أن يتعشق أولهما مع الطارة ب وثانيهـما مع الطارة ح وتدار الآلة بواسـطة رافعة ل تتحرك حول نقطة ثابتة ے فاذا عشق ر مع ب فان محور المنويلتين يحرك الملفاف ت بتوسـط الطارات ر ى ب ى ح ى ا واذا عشق ط مع ح يتحرك الملفاف بتوسـط الطارات ط ى ح ى لـ ى ب ى ح ى ا

بـ٢١ـد وفى بعض الاشـغال يستعمل ونش ذو عربة متحركة ليس قابلا للحركة كالونش المعتاد حول نقطة ثابتة غـير أنه يمكن نقله الى محل الاشـغال اللازم لها و (شكل ٣ لوحـة ٧) يبين الجزء العلوى لاحد الونشات المستعملة لوضع المواسير المعـدة لجلب المياه الى باريس من دوى ففى الجزء العلوى للثقالة مصنوعة قضبان تسير عليها عربة مكونة من أربع عجلات يشاهد منها اثنان ا ى آ فقط على الشكل وهنالك حبل مثبت من طرفه على محور العجلتين ا ويلتف على بكرة ع ثم على بكرة عَ وتشاهد نهاية هذا الحبل فى إ ويوجد حبل آخر كالاول مثبت من طرفه على محور العجلتين آ ويلتف مباشرة على بكرة عً مخبأة على الشكل بالبكرة عَ وتشاهد نهاية هـذا الحبل الثانى فى إ فاذا شد الحبل إ تسير العربة جهـة الشمال واذا شد الحبل إَ تسـير العربة جهة اليمين ومثبت فى هـذه العربة بكرتان متساويتان ب ى بَ يلتف عليهما حبـل مربوط من أحد طرفيه فى نقطة ثابتة ث وهـذا الحبل يحمل بكرة متحركة ح وفى شنكلها معلق

الحمل ك وبعد أن يمر الحبل على البكرة ب يلتف على بكرة أخرى ء وتشاهد نهايته الاخرى ب ويلتف على ملفاف ذى طارة مسننة وسقاطة كما فى الونشات المعتادة فبتدوير الملفاف فى جهة معلومة يرتفع الحمل واذا أدير فى الجهة المضادة ينزل الحمل المذكور .

وبكيفية مشابهة يمكن بالاختيار التأثير على الحبل إ والحبل إ بحسب الجهة التى يحرك فيها الونش الملتف عليه هذان الحبلان فى الجهة المضادة وحينئذ يمكن بواسطة هذا الجهاز رفع الحمل من النقطة التى يوجد فيها لاجل نقله الى نقطة أخرى إما فى الجهة التى من ع الى ع' وإما فى الجهة التى من ع' الى ع

بـ٢٢ـد وفى أشغال العمارة الجسيمة يستعمل ونش من هذا النوع غير أن ثقالته متحركة على قضبان فى الجهة العمودية على حركة العربة وبواسطة هذه الحركة المزدوجة يمكن أخذ الحمل من نقطة حيثما اتفق فى الاشغال ونقله الى نقطة أخرى حيثما اتفق ونوع هذا الجهاز معروف بالونش المتحرك . والعربة تحمل الملفاف الذى يلتف عليه الحبل والجنزير الذى بواسطته يرفع الثقل وتوجد منويلات مخصوصة بتحريكها تتحرك طارة مسننة تدير أحد الدنجلين الحاملين لعجلات العربة وتستعمل لتقدمها أو تأخيرها على القضبان الموضوعة عليها وهناك تلويحة مصنوعة على الثقالة وليس بها سوى فتحة كافية لمرور الحبل أو الجنزير المستعمل لجر الحمل أو العربة

بـ٢٣ـد وهناك نوع من الونشات يسمى بالونش البخارى يرفع به الثقل بتأثير آلة بخارية . وأسطوانة البخار تستعمل محورا للونش ويمكن تدويرها على قاعدة . فبإتيان البخار من مولد موضوع فى أى محل يراد يدخل فى ملف للاسطوانة ومن هناك فى الاسطوانة نفسها بواسطة فتحة متحركة معه وساق المكبس يتعشق بسهم حركة أفقى يحرك بواسطة طارة مسننة جنزيرا معلقا عليه الثقل

بـ٢٤ـد ويوجد نوع من الونشات يسمى بالونش الايدروليكى يرفع به الثقل بتأثير آلة ايدروليكية وهذه الآلة تتركب من أسطوانة رأسية يتحرك فيها مكبس وتحتوى الاسطوانة على فتحات ومركب عليها علبة توزيع مشابهة لعلب توزيع الآلات البخارية ومربوط على ساق المكبس الحبل الذى يلزم التأثير عليه لرفع الثقل ويدخل ماء حوض عال فوق المكبس وبتأثير ضغط هذا السائل على المكبس ينزل مع رفع الثقل ومتى كان المكبس فى نهاية رجته تحرك علبة التوزيع فتنفتح حينئذ فتحة للماء الداخل وتنغلق فتحة قبول ماء الحوض فيرفع المكبس بالتأثير على جزء الحبل الذى كان حاملا

للثقل ويشاهد أن الآلة الايدروليكية تؤثر كآلة بخارية ذات فعل بسيط . وحركة دوران الونش حول هرميس تحصل بكيفية مشابهة بواسطة مكبس يتحرك فى اسطوانة أفقية موضوعة تحت الارض منظمة كآلة بخارية ذات فعل مزدوج وعلى ساق المكبس مربوط جنزير يمر على بكرة تنتقل حركتها الى الونش بواسطة طارة مسننة وينبغى التمييز بين هذا الجهاز والحوض ذى الانبوبة المزدوجة المستعمل فى محطات السكك الحديد لتغذية القطارات المسمى أيضا بالونش الايدروليكى

بـ٢٥ـد الجودة — تحسب جودة الونش بقانون مخصوص تركنا وضعه اكتفاء بما فى حساب الآلات تأليف أستاذنا حضرة المومى اليه آنفا فمن أراده فليدرسه هناك

المبحث الثامن

فى العدّات

بـ٢٦ـد العدّة آلة تستعمل لتشغيل الحصان فى أى شغل صناعى

والجزء الاصلى لهذه الآلة ينحصر فى هرميس ا ا (شكل ٤ لوحة ٧) يرتكز على قاعدة ومثبت عليه على بعد مّا فوق الارض جملة قضبان ب ب يمكن أن يجر من كل منها حصان وفى نقطة أخرى من الهرميس (المحور الرأسى) مركب طارة تنقل الحركة للاجزاء الأخرى . وفى الشكل المذكور يجرى النقل بواسطة طارة مسننة مخروطية وفى شكل ٥ لوحة ٧ يصنع بواسطة طارة بسيطة ذات أصابع تتعشق بفانوس . ثم إنه وان أمكن استعواض استعمال الحيوانات باستعمال البخار لكن استعمال الحيوانات جار كثيرا فى العدّات خصوصا فى الاشغال التى لاتحتاج لاستمرار مطلق . وفى السواقى المستعملة لرفع الماء من الآبار تكون الطارة المركبة على الهرميس مكوّنة من صينيتين مستديرتين يسمر على حروفها ألواح بالميل بحيث يكون شكلها مجسم قطع زائد تحركى وعلى هذه الطارة يلتف الحبل الذى طرفاه يحملان دلوين أحدهما يرفع مملوأ بالماء والآخر ينزل فارغا وكلما ارتفع دلو لزم ايقاف الآلة وتفريغ الدلو ثم تحريك الآلة فى الجهة العكسية ولاجل سهولة الشغل يمال قضيب الآلة بحيث يتيسر للحصان الدوران حول نقطة الربط

(الفصل الثانى)

فى آلات النزح وآلات الرفع للمياه والكراكات وفيه مباحث

المبحث الاول

فى آلات النزح

بـ٢٧ـد تجرى عملية النزح بآلات مختلفة ويختار منها الموافق بحسب كمية المياه المقتضى نزحها وبالارتفاع الواجب رفعها اليه وبالمسافة وبعدد الرجال الممكن تداركهم وبأحوال أخرى محلية

تابع بـ٢٧ـد والآلات البسيطة هى السطل (شكل ٦ لوحة ٧) والنثارة (المسماة عند العامة النطالة) (شكل ٧ منها) التى ليست الانوع ملعقة كبيرة من الخشب مسلحة بذراع طويل يمرّه الشغال فى وسط الطبقات العليا من الماء اللازم نزحه ليمتلئ ثم يقذف السائل على بعد ما فوق حروف الحفر والحاجز . ومتى وصلت النثارة الى أبعاد مخصوصة تربط بواسطة الاحبال فى حامل مركب من ثلاث قطع من الخشب مكوّنة لشكل مثلث كالمستعمل فى القبانة (شكل ٨ لوحة ٧) والبدالة التى تشغل بجملة شغالة مبينة بشكل ٩ من اللوحة ٧ المذكورة

المبحث الثانى

فى آلات الرفع

بـ٢٨ـد ان السطل والنثارة والبدالة لايمكن استعمالها الا فى النزح القليل الاهمية وحين لايجب رفع الماء الا لارتفاع قليل

وأما فى النزح المهم أى الرفع فتستعمل الآلات الآتية وهى السبحة (المائلة أو الرأسية) والناعورة وبريمة ارشميدس (التى تحرك باليد أو بالبخار) والطارات ذوات الأوانى أو ذوات الكفات والطلومبات وغيرها ولنشرع فى وصف هذه الآلات فنقول

فى السبحة

بـ٢٩ـد السبحة هى آلة تستعمل لرفع الماء فى أشغال النزح المهمة وهى نوعان السبحة المائلة والسبحة الرأسية (فالسبحة المائلة) هى نوع جنزير غير منته متكوّن من قطع متعشقة من الحديد ويحمل كل منها فى وسطه كفة معدنية مستطيلية عمودية على اتجاهه وتحرك هذه الآلة بطارة محورها أفقى تدخل أذرعتها بين تعاشيق السبحة والجنزير يحرك طارة أخرى مشابهة للاولى وموضوعة أسفل منها قليلا . والمسافة بين

الطارتين محسوبة بحيث يكون الجنزير مشدودا شدا كافيا والفرع السفلى للسبحة ينغمر فى مجرى مستطيلى مائل بزاوية تتغير من ٣٠° الى ٤٠° على الافق لتوصيل المياه الى الخارج . فيشاهد أنه بحركة الآلة تنغمر كفة فى المنزح وتصعد على قاع المجرى المائلة ويوجد الماء الموضوع فوقها محصورا بين هذه الكفة والكفة السابقة لها كما لو كان فى اناء متحرك ينقله الى أعلى المجرى ويصبه فى القناة غير أن حجم الماء المرتفع يكون دائما أقل من الحجم المحصورين الكفتين لان هنالك بين الكفات والجدران الرأسية للمجرى مسافة ضرورية قدرها نصف سنتيمتر من كل جهة وتكون كمية الماء الفاقدة أقل كلما كانت سرعة الكفات أكبر لكن من جهة أخرى يتسبب عن السرعة الكبيرة جدا فقد عظيم فى القدرة الحية من مصادمة الكفات عند انغمارها ومن زيادة السرعة التى لافائدة فى حفظها للماء عند وصوله الى أعلى السبحة . وقد علم بالتجربة أن السرعة الموافق اعطاؤها للكفات هى ١٫٥٠ متر وارتفاع الكفات يكون عادة مساويا للبعدين كفتين متتاليتين وعرضها ضعف ارتفاعها (وشكل السبحة المائلة بقاموس سونيه الرياضى ويغنينا عنه مشاهدتها فى بعض أراضى الزراعة أو الجنائن)

بـ٣٠د وأما السبحة الرأسية فانه يستعوض فيها القناة المائلة بما سورة رأسية قطاعها دائرة وكل كفة بقرصين من الزهر بينهما قرص من الجلد يستعمل لتنقيص كمية الماء الفاقد وأما التركيب فواحد (انظر قاموس سونيه لتطلع على شكل السبحة الرأسية)

بـ٣١د الجودة ـ جودة السبحة المائلة أى النسبة بين الشغل المفيد المحصل والشغل المنصرف لايصل كبرها الا لغاية ٣٨٫٠ أو ٣٩٫٠ وهذه الآلات لها ضرر لأنها تشغل مسافة عظيمة ووضعها صعب وتستعوض الآن على العموم بالطلمبات ذات البلانسيات (راجع علم الايدروليكا)

تابع بـ٣١د ـ وعلى حسب التجربة تصل جودة السبحة الرأسية الى ٦٤٫٠ أو ٦٧٫٠

ـ والسبحة الرأسية أو المائلة تحرك بالخيول المعلقة فى عدة بـ٢٦د

(فى الجنزير ذى الاوانى وهو المعروف (بالناعورة))

بـ٣٢د (الناعورة) هى آلة معدة لرفع الماء ولها مشابهة عظيمة بالسبحة ولاتختلف عنها الا بكون كفات السبحة المائلة أو أقراص السبحة الرأسية مستعوضة بأوان فتحتها نحو الاسفل فى النزول ونحو الاعلى فى الصعود

ويتركب الجنزير ذو الاوانى أى الناعورة تركيبا أصليا من حبلين غير منتهيين متوازيين

يلتفان على محور وأحيانا على محورين مربوط عليهما من مسافة الى أخرى أوان تمتلئ عند غمرها فى المنزح أوالبئر وتصب الماء فى قناة مصنوعة لهذا الخصوص متى وصلت الى أعلى الجهاز

والاصوب استعواض الاوانى الفخار السهلة الكسر بأوان منشورية أى قواديس طويلة من الخشب والاحسن أن تكون هذه القواديس من الصاج . وقد أعطى المهندس (جاتو) لهذه القواديس أغطية ذات مفصلات تنفتح متى وصل القادوس الى أعلى الجهاز وبهذه الاغطية يجتنب نوعا انصباب الماء الناشئ عن الاهتزاز الجانبى لكن لايمكن بها اعدام الانصباب المذكور بالكلية ولايعطى للقواديس الا سرعة قدرها ٠٫٦٠ متر

بند ٣٣ الجودة — لاجل اعتبار الانصباب والاحتكاكات وأسباب أخرى للفقد قد وضع المهندس نافي هذا القانون لحساب جودة الجنزير ذى القواديس وهو

$$ج = ٠٫٨٠ \frac{ر}{ر + ٠٫٧٥} \text{ متر}$$

الذى فيه ر رمز لفرق الموازنة بين المنزح والقناة التى تنصب فيها المياه والحد ٠٫٧٥ متر الداخل فى مقام الكسر أدخل لاعتبار لزوم رفع الماء الى ارتفاع أكبر من الارتفاع الذى يجب الرفع فى الحقيقة اليه (انظر قاموس سوانيه لتطلع على شكل الجنزير ذى القواديس ويغنيك عنه مشاهدته فى أراضى الزراعة)

فى بريمة ارشميدس

بند ٣٤ بريمة أرشميدس هى آلة تستعمل لرفع الماء واختراعها منسوب الى الرياضى الشهير المسماة باسمه وهى تتركب (شكل ١ من اللوحة ٨) من حاجز أوعدة حواجز برمية من الخشب أوالصاج محصورة بين حرف ظرف اسطوانى من الخشب وفى قلب اسطوانى من الخشب أيضا متحد مع الاول فى المحور غير أن قطره أقل من قطره ثلاث مرات واللفات المتتالية لهذا الحاجز تكون داخل الاسطوانة قنوات برمية تدور من أسفل الى أعلى وينمر أحد طرفى القلب فى ماء المنزح أوالبئر ويجعل للمحور ميل أقل قليلا من زاوية ميل المماس للمنحنى البرمى الخارج على مستو عمودى على المحور . وتدار البريمة حول محورها إما بواسطة طارة مسننة وإما بواسطة منوبلة تحركها جملة رجال فى آن واحد بواسطة قضبان تنعشق فى رأس القلب . والماء الذى يدخل فى قناة برمية من

النهاية السفلى للجهاز يرتفع بطول هذه القناة وينصب من النهاية العليا فى قناة معدة للتصريف

ويجعل لبريمة أرشميدس قطر من ٠٫٣٠ متر الى ٠٫٦٠ متر وطولا محصورا بين ١٢ ن ١٨ ن (ن القطر) بحسب كبر هذا القطر . وزاوية المنحنى البريمى الخارج مع المحور تكون ٦٠° والسرعة المعتادة للدوران هى ٤٠ دورة فى الدقيقة وبذلك يكون المحصل المتوسط ٠٫٧٥٠ مترا مكعبا مرفوعا الى مترين

بـ٣٥ د الجودة ـ الجودة الحقيقية لبريمة أرشميدس ضعيفة على العموم فهى ٠٫٦٤ على حسب تجارب (جولى) و (لاماندى) وهى ٠٫٥٠ على حسب تجارب بعض المهندسين الأخر . وقد تكون أحيانا ٠٫٤٠ فقط ومع ذلك فان هذه الآلة بسبب سهولة وضعها هى المستعملة فى عمليات النزح والرفع متى كان الارتفاع المتوسط ٣٫٥٠ متر فى الغاية

فى الطارات الرافعة

بـ٣٦ د الطارات الرافعة هى طارات محورها أفقى تستعمل لرفع المياه وهى نوعان وهما الطارات ذوات الكفات المحكمة على قاع مستدير أعدلك . والطارات ذوات الاوانى . (والاولى) تستعمل فى الحالة التى لا يزيد فيها الارتفاع عن $\frac{3}{4}$ متر أو متر وتكون الكفات مائلة بالنسبة الى نصف القطر لاجل سهولة جريان الماء الى أعلى القاع المستدير . (والثانية) تستعمل فى الحالة التى يزيد فيها الارتفاع عن ذلك (راجع علم الايدروليكا تأليف حضرة أستاذنا الفاضل أحمد ذهنى بك ناظر وخوجة فرع الميكانيكا والايدروليكا بالمهندسخانة الخديوية بمصر الآن)

فى الطلونبات

بـ٣٧ د الطلونبات هى آلات تستعمل لرفع المياه بالمص أو الكبس أو بهما معا ولذلك تنقسم الى ماصة وكابسة وماصة كابسة (وشكلا ٢ ٦ ٣ لوحة ٨) يبينان على التناظر صمامين أحدهما متكون من قطعتين منضمتين بقضيب من حديد وثانيهما الصمام القمى)

بـ٣٨ د (الطلونبة الماصة) ـ هى مبينة مقطوعة فى (شكل ٤ لوحة ٨) وتتركب هذه الطلونبة

(أولا) ـ من جسم طلونبة اسطوانى فى جزئه العلوى فتحة جانبية يسيل منها الماء مثقوب من قاعدته بفتحة مغطاة بصمام س ينفتح من أسفل الى أعلى

(ثانيا) - من أنبوبة مص ا مثبتة من أحد طرفيها فى جسم الطلونبة وطرفها الثانى مغمور فى المنزح أو البئر

(ثالثا) - من مكبس ب يحمل ساقا يتحرك حركة ذهاب وإياب بواسطة رافعة ب والمكبس فى مركزه ثقب مغطى بصمام صه ينفتح من أسفل الى أعلى

ولا يصعد الماء فى أنبوبة المص الا الارتفاع قدره تسعة أمتار وكسور وحينئذ فلا تكون أنبوبة المص على العموم أكثر من ٨ أمتار حيث يلزم صعود الماء بمقدار يسير فوق صمام س

(وفى الطلونبة) الماصة يصعد الماء ابتداء فى أنبوبة المص بتأثير الضغط الجوى ولا يتجاوز ارتفاعه حينئذ ٨ أمتار الى ٩ لكن متى مر اعلى المكبس فقوة صعود المكبس هى التى ترفعه والارتفاع الذى يصل اليه حينئذ متعلق بالقوة التى تحرك المكبس

بـ٣٩د (الطلونبة الكابسة) . هذه الطلونبة تؤثر بالكبس كما يدل عليه اسمها وهى مبينة مقطوعة فى شكل ٥ لوحة ٨ وتخالف السابقة بكون مكبسها مصمتا وليس لها أنبوبة مص حيث ان جسم الطلونبة يكون مغمورا فى نفس الماء الذى يقصد رفعه وبالجملة فوفق على جانب جسم الطلونبة أنبوبة د التى هى أنبوبة صعود الماء فى الجزء السفلى من هذه الانبوبة صمام ص ينفتح من أسفل الى أعلى وفى قاعدة جسم الطلونبة صمام س مشابه له

فمتى صعد المكبس انفتح صمام س وارتفع الماء وامتلأ جسم الطلونبة بالماء ثم بنزوله ينغلق صمام س ويفتح الماء المضغوط بالمكبس صمام ص ويصعد فى أنبوبة د الى ارتفاع ليس له حد الا الضغط الحاصل بالمكبس ومقاومة الجهاز

بـ٤٠د (الطلونبة الماصة الكابسة) - هذه الطلونبة ترفع الماء بالمص والكبس معا وهى موضحة مقطوعة فى شكل ٦ لوحة ٨ ومكبسها مصمت وفى قاعدة جسم الطلونبة صمام ينفتح من أسفل الى أعلى ويغلق أنبوبة المص ا وعلى جانب جسم الطلونبة أنبوبة الصعود د مع صمامها

. فمتى اشتغلت الطلونبة فالماء الممتص بأنبوبة ا عند صعود المكبس كل مرة يندفع فى أنبوبة د عند نزول المكبس فى كل مرة . وأما حد امتصاص وصعود الماء فكما فى الطلونبتين السابقتين

(وفى الطلونبة) الماصة الكابسة هذه يكون السيلان متقطعا لانه لا يحصل الا اذا

انخفض المكبس ويقف متى صعد ثانيا ويصلح هذا العيب بواسطة حوض هوائى كما فى طلونبة الحريقة المشروحة فى علمى الطبيعة والميكانيكا (وفى علم الميكانيكا موضع جودة الطلومبات)

المبحث الثالث

فى الكراكات

بـ٤١د تستعمل فى عملية التطهير تحت الماء الكراكة ذات اليد أوالكراكة البخارية فالكراكة ذات اليد هى نوع جرافة مجوّفة مثبتة فى نهاية يد طويلة متصلة بكبس ويلزم رجلان لتشغيلها والاول الموجود فى مؤخر الصندل يتكئ على الكراكة لتنزل فى القاع وتكون الفتحة موجهة فى اتجاه الصندل والثانى يحرك (متى ملئ الكبس) ملفافا مثبتا فى مقدم الصندل ويلتف عليه حبل مثبت فى الكراكة التى ترتفع حينئذ خارج الماء ويلقى ما بالكبس فى الصندل ثم يحرك الملفاف فى الجهة العكسية وتعاد العملية بالثانى وهذه الطريقة لايمكن استعمالها الا فى التطهيرات القليلة الاهمية

بـ٤٢د وهنالك أنواع كثيرة من آلات التطهير أشهرها مركب من طونس مائل موضوع فى جانب صندل حامل لجملة قواديس معدنية كل منها يخدم جرافة . والطونس المذكور يلتف على اسطوانتين أفقيتين والاسطوانة العليا تحرك بواسطة آلة بخارية أو بواسطة عدّة (بـ٤٦د) ذات حصانين أوثورين . فالقواديس بمرورها تحت الاسطوانة السفلى تحفر القاع المراد حفره وتمتلئ وترتفع بواسطة الطونس المعدنى المركب من جنزيرين وبوصولها الى الاسطوانة العليا تنصب فى مجرى مائلة واصلة الى الشاطئ أوالى الصندل ينقلها الى الشاطئ . والكراكة الواحدة يمكن أن يستخرج بها من ١٠٠ الى ٢٠٠ متر مكعب فى اليوم الشغل الذى مقداره عشرساعات وذلك على حسب طبيعة الارض . وصورة الكراكة البخارية مبينة بالشكل ٧ لوحة ٨ الذى اختياره يغنى عن وصفه

بـ٤٣د وأحيانا تستعمل فى أشغال المين فى فن الملاحة كراكات قوية جدا بها يستخرج لغاية عمق قدره ٨٫٥٠ متر تحت موازنة سطح الماء ويمكن أن ترفع الى ٩٥ مترا مكعبا من الرمل أوالزلط فى الساعة الواحدة

(الفصل الثالث)

فى المواشيل المستعملة لدق الخوازيق وفى الثقائل المعدّة لها وفيه مباحث

المبحث الاول

فى المواشيل المستعملة لدق الخوازيق

بـ٤٤ـد الماشولة هى آلة تستعمل لتشغيل الكبش فى دق الخوازيق وتتركب من قطعتين من الخشب (ا ١) شكلى ٨ و ٩ لوحة تسميان توأمين ارتفاعهما يتغير من ٩ أمتار الى ١٠ أمتار وبينهما مسافة تمر بها آذان الكبش ك شكل ١١ منها وهذان التوأمان يرتكزان على قاعدة مبينة (بشكل ١٠ لوحة) وهى مركبة من قطعتين من الخشب متعامدتين على بعضهما ا ا ، ب ب مرتبطين بواسطة مفوين حـ ، حـ والتوأمان مثبتان بواسطة (نهيز) ب ب شكل ٨ منها وذراعين د د شكل ٩ منها يرتكز الجميع على القاعدة ومرتبطة بالتوأمين بواسطة عوارض عديدة مم شكلى ٨ و ٩ منها وبين التوأمين موضوع بكرة ح محورها يرتكز على مخدتين مصنوعتين فى قة هاتين القطعتين وعلى هذه البكرة يلتف الحبل الحامل للكبش وتوجد فى النهيز ب ب أضراس خشبية تجعله سادا أيضا مسدسلم به يمكن الصعود الى البكرة

وأما الكبش فهو جسم جامد منشورى الشكل والمعتاد أنه متوازى المستطيلات من الخشب أو من الحديد الزهر شكل ١١ لوحة وشكل ٨ منها يقدر ثقله بحيث ان ثمانية أنفار أوعشرة يمكنهم رفعه بسهولة أعنى أنه يكون ثقله من ١٤٤ كيلو جراما الى ١٨٠ كيلو جراما وعادة يكون أثقل من ذلك حينما يكون عدد الانفار متغيرا من ١٨ الى ٤٠

بـ٤٥ـد وهنالك نوعان من المواشيل وهما المواشيل ذات الحبل المفرع والمواشيل ذات السقاطة (ففى المواشيل ذات الحبل المفرع) يكون الحبل مرتبطا مباشرة بالكبش ونهايته الأخرى يتفرع منها جملة فروع من الحبال يمكن أن يشد من كل منها رجل . وحينئذ يكون تشغيل الآلة بسيطا جدا . فكل رجل يمسك بيديه فرعا رافعا ذراعيه فوق رأسه وباشارة تعطى لهؤلاء الرجال ينحنون جميعا فى آن واحد ويرفعون الكبش لارتفاع ١٫٢٠ متر تقريبا ثم يتركونه حتى يقع برفع الايدى فى آن واحد وعدد الرجال ينظم بحسب ثقل الكبش بحيث ان كلا منهم لايحدث سوى حمل قدره يتغير من ١٥ كيلو الى ٢٠ كيلو جراما ويكون ١٨ كيلو على العموم . ومع ذلك حيث ان هذا

الشغل مهم فلا تكون العلقة إلا من ٢٥ الى ٣٠ دقة ويلزم لها ٨٠ ثانية تقريبا والرجال يستريحون مدة تساوى هذه المدة قبل العلقة التالية ويفقد هذا الزمن الذى لابد منه تكون مدة العلقة والاستراحة التى تعقبها من $\frac{3}{4}$ دقيقة الى $\frac{4}{4}$ دقيقة فى المتوسط ويومية الشغل تتغير من ٩ ساعات الى ١٠ ساعات لكن بالنظر للزمن المستعمل لوضع الآلة ونقلها لاتكون مدة الشغل الحقيقى الا خمس ساعات وهذا بفرض عمل علقات تتغير من ١٠٠ الى ١٢٠ فى اليوم الشغلى ويكون عدد الرجال المعدة لتشغيل الماشولة ذات الحبل المفرع معتبرا من ١٨ الى ٤٠ بحسب ثقل الكبش وعليه فيمكن معرفة عدد الدقات التى يمكن الكبش الواحد أن يدقها فى الدقيقة لانه بفرض أن مقدار الثقل والمقاومات الناتجة من الاحتكاكات ومن تقنيب الحبل ١٨٠ كيلوجرام وبما أنه ظهر من أحد النتائج العمومية المستخرجة من التجارب المعمولة فى شأن القوى المتحركة الحيوانية أن الشغال يرفع أثقالا بواسطة حبل وبكرة بجهد متوسط ١٨ كيلو وبسرعة قدرها ٠٫٢٠ متر فى الثانية فاذا فرضنا أن الارتفاع الواجب رفع الكبش اليه ١٫٣٠ متر يكون $\frac{\text{١٫٣٠ متر}}{\text{٠٫٢٠ متر}} = ٦٫٥$ هو عدد الثوانى اللازمة لكل دقة من دقات الكبش وخارج قسمة $\frac{٦٠}{٦٫٥} = ٩٫٢٣$ هو عدد دقات الكبش فى الدقيقة التى تطلب من الشغالة متى صار وضع الخازوق فى محله . وليلاحظ تحرير الخازوق فى محله واستراحة الشغالة

تابع بند ٤٠٨ وفى المواشيل ذات السقاطة يكون الحبل بدلا عن أن يكون مفرعا من طرفه المضاد للكبش ملتفا على ملفاف أ مثبت تثبيتا قويا على قاعدة وعلى توأمين كما يتضح من شكل ١٢ لوحة ٨ ومركب على محور هذا الملفاف طارة مسننة ب تنعشق بطرس ج تحركه جملة رجال بواسطة منويلات ج ء ولا يكون الكبش معلقا مباشرة فى الحبل بل يحمل من جزئه العلوى حلقة تربط بواسطة فكى كماشة أوسقاطة ك ك (شكل ١٣ لوحة ٨) مثبتة بمحورها على تسليح من الخشب مربوط فيه الحبل (وشكل ١٤ لوحة ٨) يبين وضع الكماشة ويرفع الكبش بتحريك المنويلات وعلى ارتفاع موافق مثبت فى التوأمين كتلة من الخشب يدخل فيها الفرعان العلويان للسقاطة بصعود الكبش واذ ذاك ينضم هذان الفرعان وبناء على ذلك يتباعد الفرعان السفليان المكونان للفكين ويتركان شنكل الكبش فيسقط على قمة الخازوق واذ ذاك تحرك المنويلات فى الجهة العكسية فتنزل السقاطة والتسليح بثقلها ويشنكل الكبش ثانيا لاجل اعادة الحمل

واحيانا

وأحيانا قد استعملت الخيول لتشغيل الكبش وكان الحصان يجر حبلا ملتفا على بكرة ذات قطر عظيم وهو ٣٫٣٠ متر مركبة على محور الملتاف غير أن ذهاب وإياب الحصان كان يفقد كثيرا من الزمن

بـ٤٦ـد وفائدة المواشيل ذوات الحبل المفرع والمواشيل ذوات السقاطة تتعلق بطبيعة الارض التى يجرى العمل عليها وعلى العموم يكون الانفع بدء دق الخوازيق بماشولة ذات حبل مفرع وتتميم الدق بماشولة ذات سقاطة

بـ٤٧ـد ومتى لزم دق خازوق فى زاوية حفر عميق فبما أن القاعدة المعتادة لايمكن أن يوجد لها محل تستعمل قاعدة زاوية بشكل ١٥ لوحـ٨ـة والتوأمان عوضا عن أن يكونا مثبتين فى نفس القاعدة يكونان موضوعين كما يشاهد فى ا قبل زاويتها بواسطة قطعتين أفقيتين مم ومم مثبتين فى القاعدة

وقد يتأتى أن يكون رأس الخازوق الواجب دقه تحت قاعدة الماشولة ففى هذه الحالة يكون التوأمان موضوعين بالكيفية المتقدمة أمام الزاوية وينزلان تحتها بكمية كافية ليستعملا دليلين للكبش

المبحث الثانى

فى الثقايل المستعملة للتأسيسات المائية

بـ٤٨ـد ثقايل التأسيسات يلزم أن تكون فى هذه الحالة مرتفعة حتى ان المياه حين ازديادها لاتغطى هذه الثقايل ولذلك يلزم فى أغلب الانهر أن تكون الثقايل مرتفعة بقدر ٢٫٠٠ متر فوق استواء المياه مدة التحاريق . وهى تصنع دائما من صفين من الخوازيق متباعدين عن بعضهما فى جهة الطول بقدر ٢٫٥٠ متر وبالاكثر ٤٫٠٠ متر وقطر الخوازيق دائربين ٠٫٣٠ متر و ٠٫٢٥ متر بحسب عمق الماء وكذا سمك الاخشاب الموضوعة فى جهة العرض المستعملة لاسناد الخوازيق ٠٫٣٠ متر و ٠٫٢٥ متر ويلزم دق الخوازيق المتقدمة حتى تغوص فى الاراضى بقدر ١٫٥٠ متر ولا تحاب بحلب من الحديد لانه يصعب خلعها . وموضوع فوق هذه الخوازيق أخشاب متينة بواسطة خابور من خشب أو معشقة ببعضها بلسان واحد أو بواسطة نقر فيه خشبة مسمرة . ويوضع من صف الى آخر من الخوازيق ألواح متحركة موضوعة بحسب الاثقال . ويلزم أن تكون خوازيق التأسيس موضوعة فى المربعات الكائنة بين خوازيق الثقايل وبين الاخشاب المتقاطعة حتى يسهل دق خوازيق التأسيس

(الفصل الرابع)

فى آلات الغواصة وفيه مباحث

المبحث الاول

فى قيص الغوّاص المسمى بالفرنساوية سكافندر

بـ٤٩ـد قيص الغوّاص (شكل ١ لوحـ٩ـة) هو كسوة من الصمغ المرن مكونة من قطعة واحدة وأساوره منضمة جدا ومرتبطة بقلنسوة كروية تقريبا وهذه القلنسوة متصلة بحذاء العينين بألواح قوية من الزجاج والرجل اللابس هكذا يحمل فى رجليه نعلين ثقيلين من الرصاص المربوط جيدا فى عرقوبيه لأجل امكان نزوله بسهولة فى القاع . وهنالك ماسورة من الصمغ المرن تتصل بالقلنسوة معدّة لادخال الهواء النقى المرسل من الخارج فى الكسوة على الدوام بواسطة طلومبة كابسة ويخرج بواسطة صمام صغير معدّ لذلك . ويوجد حبل مرتبط بالحزام ويوجه بواسطة جزء متصل بالقلنسوة لاجل تنزيل الرجل واخراجه

بـ٥٠ـد ولاجل عمل أشغال عمقها ٥ أمتار فى الغاية تحت الماء يمكن استعمال نظارات ولاجل التنوير للشغالة تحت الماء تستعمل اللمبات البحرية التى تغذى بطلومبة كابسة للهواء ويمكن استعمالها فى أعماق أكبر من ذلك . أما الضوء الكهربائى فانه يغشى أبصار الشغالة

المبحث الثانى

فى ناقوس الغواصـــــة

بـ٥١ـد هذا الجهاز يتركب كما فى الشكل ٢ لوحـ٩ـة من اناء من الزهر شكله متوازى المستطيلات تقريبا مفتوح من أسفل وأبعاده العرضية تتناقص قليلا من أسفل الى أعلى والوجه العلوى للناقوس يحمل جملة صمامات من الجلد تنفتح من أسفل الى أعلى وجملة عدسات معدة للتنوير . ويوجد ماسورة مركزية مبتدأة من القمة توصل الجهاز مع طلومبة كابسة للهواء . والناقوس يسع نفرين فيه كرسيان معدان لهما وزيادة على ذلك يوجد محل لآلاتهما وهو محمول بواسطة جنازير قوية مرتبطة بالقمة ومتى نزل تشغل الطلومبة الكابسة وحينئذ يتيسر للرجلين الشغل تحت الماء كما فى

الهواء المطلق غير أن هنالك ضرر الهواء المنضغط . وعرض الناقوس ٣٠ر١ متر وارتفاعه الخارج ٨٥ر١ متر وارتفاعه الداخل ٧٢ر١ متر وثقله الكلى ٤٠٠٠ كيلوجرام تقريبا

(الباب الثانى)

فى ترتيب الورش المعدة لصناعة المون واستعمال الاشخاص والحيوانات والبخار وفيه فصول

(مقدمة)

بـ٥٢ـد لاجل صناعة المون تجرى عملية اطفاء الجير وتحضير المون تحت سقائف لاجل حفظها من سرعة الجفاف الناشئ من أشعة الشمس القوية أو من فساد تركيبها بواسطة الامطار . ويمكن تحضير المون إما بواسطة أيدى الآدميين أو بمساعدة وسائط ميكانيكية وترتيب الورش يختلف فى كل من الحالتين

(الفصل الاول)

فى ترتيب الورش باستعمال الاشخاص وفيه مباحث

المبحث الاول

فى تجهيز المونة المصرية بطريقة الكسرات

بـ٥٣ـد أبسط ورشة هى طريقة الكسرات فتجهز المونة تحت سقيفة المسماة بالمونة المصرية فى حالة مايؤخذ من كل من الجير والطين والقصرمل الثلث بأن يختار قطعة من الارض يوضع فى جزء منها مقدار من الطين ثم يوضع عليه مقدار من الجير ثم عليهما مقدار من القصرمل فيتكون مايعرف عند البنائين بالكسرة الاولى ثم يوضع فوق هذه الكسرة كسرة ثانية ثم ثالثة ثم رابعة وهكذا ولاجل عدم انتشار الماء عند صبه على المواد يجعل حاجز من خشب بحيث لاتسيل المياه عليها ثم يوضع الماء بعد ذلك بين الحاجز والمواد وتقلب بواسطة الجرارات وهى فؤس ذات أيد طويلة ولابد من الاجتهاد فى أن يكون الجر من المواد الثلاث معا لاجل امتزاجها ببعضها والحصول على مونة جيدة الخواص وما يجهز من المونة لابد أن يكون قريبا من الحاجز لاجل تناوله بسرعة ولا بد أن يكون بين ماجهز ومالم يجهز من المونة محل خال لوضع الماء فيه

تابع بـ٥٣ـد وقد يجهز الملطم قبل استعماله بيوم فاذا آن وقت استعماله لزم رش الماء عليه لاجل سهولة استعماله ثم يقلب ببعضه حتى يتماسك ويكتسب اللين اللازم فاذا آن فراغ الملطم لابد من تجديده بالثانى وهكذا الى انتهاء العملية . ويجب على النفر المخصوص لمزج الملطم أن ينتقيه من الزلط والصرفان والطوب ونحو ذلك اذ أن بهذه المواد يحصل فى المونة تلف وعدم تماسك

بـ٥٤ـد الآلات المستعملة لتجهيز الملطم هى أولا المقاطف المعدة لمثال المواد وتحضير الكسرات ثانيا فاس للتعبية والتقليب ان لزم الامر ثالثا جرارة لمزج المواد ببعضها وتكوين المونة ورابعا كريك أو لوح من حديد لتعبية المونة فى القوارب خامسا قوارب من خشب لمثال المونة شكلها هرمى ناقص مستطيل القاعدة السفلى وليس له قاعدة عليا . وقد تزيد عدة هذه الآلات ويتغير بعضها بحسب أهمية العملية وكبرها وصغرها . ففى العمليات الجسيمة يستعمل بدل القوارب عربات لمثال المونة وذلك لسرعة التشغيل وسهولة العمل والحصول على الوفر

المبحث الثانى

فى ترتيب الورش بأيدى الآدميين فى العمليات المهمة

بـ٥٥ـد لاجل بيان تجهيز المون بأيدى الآدميين فى العمليات المهمة نقول انه فى هذه الحالة ترتيب الورش هو المبين فى أجزاء شكل ٣ لوحة ٦

وأما سير العملية فانه يتغير على حسب كل طريقة من طرق الطفى المستعملة فى الاجبار (بـ٦٦ـد جزء أول) مثلا اذا أطفئ الجير وتحول الى عجينة بالطريقة المعتادة فيؤخذ منه الكمية اللازمة لتجهيز $\frac{1}{3}$ متر مكعب من المونة تقريبا وهو أنه بعد احالته الى عجينة يفرد بواسطة الجرافة ويكبس بالدق عليه بواسطة مدقة شكلها قطع ناقص من الحديد الزهر وزنتها ٤ كيلوجرام الى أن تخرج المياه الموجودة فيه ويصير مبرولا ويحصل ذلك بدون اضافة مياه عليه . هذا ان كانت عملية الطفى جيدة ولم تمكن العجينة مكثت مدة طويلة فى الحوض ومتى تمت هذه العملية الأولى يفرد على طبقة الجير كمية من الرمل مناسبة للجير المطفأ ثم تمزج هذه الكمية مع طبقة الجير مزجا تاما بدون اضافة مياه وبهذه العملية يتحصل على مونة جيدة القوام يمكن وضعها فى القوارب واستعمالها فى البناء بسهولة

واذا أطفئ الجير حتى صار ناعما يوضع فى المنظم الجير والرمل بالنسب الموافقة ويخلطان بدون مياه بواسطة الجرافة ثم بعد ذلك يضاف المقدار اللازم من الماء ثم يبتدأ فى المزج شيأ فشيأ الى أن تحصل المونة المطلوبة . ومن الموافق أن نقسم من قبل الكمية اللازمة من الماء مثل المواد الأخر للمونة لانه بدون ذلك تأخذ الفعلة لاجل سهولة الشغل عليهم أكثر من المطلوب

بـ٥٦ـد وبهذه الطريقة يمكن الحصول على مونة عظيمة اذا كانت الانفار الموجودة فى الشغل متمرنة على مثل هذه الاعمال وفى الاشغال المهمة الموجود بها كثير من الانفار يمكن أيضا الحصول على مثل ذلك بقسمة الانفار الى ورش صغيرة تتركب من ثلاثة أنفار أوأربعة وكل ورشة تحت ادارة رئيس ماهر فى العمل

الفصل الثانى

فى ترتيب الورش باستعمال الطرق الميكانيكية وفيه مباحث

المبحث الاول

فى ترتيب الورش باستعمال الحيوانات

بـ٥٧ـد لاجل بيان تجهيز المون باستعمال الحيوانات نقول انه اذا كانت الانفار قليلة العدد فى طريقة ترتيب الورش باستعمال الآدميين (بـ٥٥ـد) فان تجهيز المونة وجلبها لمحل البناء يصير بطيئا فى الاستعمال وعلى هذا تزداد قيمة التكاليف فيلزم وقتئذ استعمال الطرق الميكانيكية لتجهيز المون وأبسط الطرق فى ذلك وأكثرها استعمالا هى الآلة ذات المدار التى تستعمل بالحيوانات

وتتركب هذه الآلة من عجلتين راكبتين على دنجل أفقى من الخشب يدور حول محور رأسى مثبت فى جسم من البناء كما فى أجزاء (شكل ١ لوحة ٨)

وتتحرك بواسطة حصان أوحصانين معلقين فى نهايتى الدنجل ويدور العجل فى قناة مستديرة نصف قطرها الاكبر فى القطاع ٢٫١٠ متر والاصغر ١٫٥٠ متر وعرض هذه المجرى من أسفل ٠٫٦٠ متر ومن الاعلى ١٫٠٠ متر وعمقها ٠٫٤٠ متر أو ٠٫٥٠ متر والبعد من العجل الى محور الدوران لايكون واحدا كيلا يدوران فى مدار واحد وقطر كل عجلة ١٫٨٠ متر مترتبان بحيث ان احداهما تدور قريبا من الشق الداخل

للقناة والأخرى تدور قريبا من الشوّ الخارج لها ومثبت على الدنجل فى نهايتيهما سلاحان أحدهما لتنظيف الشوّ الداخل للقناة والآخر لتنظيف الشوّ الخارج لها بحيث يجلبان مواد المونة فى طريق سير العجل . وفى العادة تجعل هذه القناة المصنوعة من البناء فوق فرش من الخشب مرتفع مفتوح فى قاعها باب مجرى يفتح بواسطة باب فى أثناء تجهيز المونة . ومن هذه المجرى تسيل المونة الممزوجة فى حوض أسفل يؤخذ منه بالقوارب للبناء وأجزاء الشكل (١) المتقدم توضح التركيب الذى ذكر

بند ٥٨ ولاجل حفظ المونة من حرارة الشمس والامطار يعمل فوق الآلة سقيفة مستديرة أو يعمل محل مشابه لورشة أيدى الآدميين المتقدمة (بند ٥٣) تتركب من مخزن عدد ومحلات للجير ومحلات لطفى الجير

المبحث الثانى

فى ترتيب الورش باستعمال البخار

بند ٥٩ وفى بعض الاحيان تستعمل فى العمليات الجسيمة براميل أسطوانية مثبت فى داخلها مسامير أفقية فى طبقات مختلفة من البراميل يدور فيها محور رأسى به مسامير كالمتقدمة فاذا وضع المخلوط داخل البراميل وأديرت المحاور امتزج هذا المخلوط ثم يخرج بعد ذلك من فوهات موجودة فى أسفل البراميل كما تقدم شرح ذلك فى تجهيز الخرسانة (بند ١٠١ جزء أوّل) وتحرّك محاور هذه البراميل بواسطة آلة بخارية تركنا شرحها هنا اختصارا

بند ٦٠ ولابد فى جميع العمليات أن يكون حجم المونة بعد الخلط أقل من الاجزاء المركبة لها وهذا النقصان يختلف باختلاف الانواع ولايمكن تعيينه الا بالتجربة وقد يختلف الثقل النوعى باختلاف المواد الداخلة فى التركيب واختلاف زمن حدوثها وقدمها وهو منحصر بين ١٫٢٦ و ٢٫٠٣٦

﴿ تم الجزء الثانى من خلاصة الافكار فى فن المعمار ﴾

(ويليه ان شاء الله تعالى ملحقات الجزأين الاوّل والثانى من هذا الكتاب) فى مقاومة المواد اجمالا مأخوذ من كتاب رياض الانفس فى تذكار المهندس تأليف حضرة الفاضل اسمعيل بك سرى أحد مفتشى الرى بالقطر المصرى الآن

ملحقات الجزأين الاول والثانى

من

خلاصة الافكار فى فن المعمار

(فى مقاومة المواد اجمالا)

(فى المقاومة على التمدد والكسر بواسطة التمدد أو التمزق)

تمدد حينما تؤثر قوة ساحبة أى شادة على جسم فى اتجاه طوله بشرط أن تأثير هذه القوة لا يتجاوز نهاية مرونة الجسم يتمدد هذا الجسم بتأثير هذه القوة ويكون تمدده فى المتر الواحد الطولى مبينا بالقانون

$$\text{التمدد فى المتر} = أ = \frac{و}{ع \times ح}$$

الذى فيه و هى قوة الشد الكلية مبينة بالكيلوجرامات ، ع القطاع العرضى للجسم مبينا بالامتار المربعة ، ح معامل ثابت يسمى مودول المرونة أو معامل المقاومة على التمدد . والنسب الكائنة بين الاحمال التى تحدث كسر المواد والاعمال التى تحمل بها فى المبانى والآلات بدون أن تنكسر هى ماتسمى بمعاملات الأمن أو الاحتراس فى مقاومة المواد ويلزم أن تكون أكبر من ٦ فى المعادن وأكبر من ١٠ فى الاخشاب . هذا اذا كان الحمل المؤثر ثابتا وأما اذا كان متحركا فتضاعف هذه المعاملات . والجدول الآتى يبين مقادير المقاومة على الكسر وهى المقاومة القصوى ت لجملة مواد مختلفة مبينة بالكيلوجرامات على الملليمتر المربع ومبين أيضا بهذا الجدول مقادير مودول المرونة ح لهذه الاجسام

(جدول الاحجار الطبيعية والصناعية)

الاردواز	٦٫٨ الى ٩٫٠٠	٩٫٢ × ١٠^٦ الى ١١٫٠ × ١٠^٦
الطوب الاحمر والاسمنت	٠٫١٠ « ٠٫٣٠	«
المونة الاعتيادية	٠٫٠٤	«
الزجاج	٦٫٦٠	٥٫٦ × ١٠^٦

جـــدول المعادن

قضبان صلب	٧٠٫٤ الى ٩١٫٥	٢٠٫٤ × ١٠^-٩ الى ٢٩٫٦ × ١٠^-٩
برونز وهو معدن المدافع (٨ أجزاء نحاس وجزء قصدير)	٢٣٫٣	»
نحاس سبك	١٣٫٤	»
صفائح نحاس	٢١٫٠	»
مسامير قلاووظ من نحاس	٢٥٫٣	»
سلوك نحاس	٤٢٫٠٠	١٢٫٠ × ١٠^-٩
قصدير صب	٣٫٢	»
صاج	٣٦٫٠	»
الجزء المشترك بين لوحين صاج مبرشمين بواسطة صفين برشام	٢٥٫٠	»
الجزء المشترك بين لوحين صاج مبرشمين بواسطة صف برشام	٢٠٫٠	»
قضبان حديد ومسامير قلاووظ	٤٢٫٠ الى ٤٩٫٣	٢٠٫٤ × ١٠^-٩
حلق من الحديد الجيد	٤٥٫١	»
سلوك حديد	٤٩٫٣ الى ٧٠٫٤	١٧٫٨ × ١٠^-٩
حبال من سلوك الحديد	٦٣٫٤	١٠٫٦ × ١٠^-٩
زهر حديد جيد	٩٫٤ الى ٢٠٫٤	٩٫٩ × ١٠^-٩ الى ١٦٫١ × ١٠^-٩
« « متوسط	١١٫٦	١٢٫٠ × ١٠^-٩
نحاس أصفر صب	١٢٫٧	٦٫٥ × ١٠^-٩
سلوك نحاس أصفر	٣٤٫٥	١٠٫٠ × ١٠^-٩
صفائح رصاص	٢٫٣	٥٫٠٠ × ١٠^-٩
تنك	٤٫٩ الى ٥٫٦	»

جدول الاخشاب ومواد عضوية اخرى

خشب السنديان	٥٫٦٠ الى ١٥٫٣	٩٫٠ × ١٠^-٩
الغاب الهندى	٤٫٠٠	»
حبال قنب	٤٫٠٨ « ١١٫٣	»
خشب شجر أبو فروه	٧٫٠٠ « ٩٫٢	٨٫٠ × ١٠^-٩
« الفروالاورو باوى	٧٫٠٠ « ١٤٫٠	٨٫٠ × ١٠^-٩ الى ١٫٢ × ١٠^-٩
« « الاحمر الامريكانى	٧٫٢٠	١٫٤٠ × ١٠^-٩
جلد الثور	٣٫٠٠	١٧٫٠ × ١٠^-٩
خشب اللبخ	١١٫٠	»
« الزان	٨٫١	»
« الغرغاج	٨٫٣	»
خيوط حرير	٣٦٫٦	٩٫٠ × ١٠^-٩
خشب الجميز	٩٫٢	٧٫٠ × ١٠^-٩

المعاملات التى من هذه الجداول المختصة بالمواد ذات الالياف كالاخشاب هى ناتجة من تأثير القوى الشادّة فى اتجاه الالياف وأما اذا كانت القوى الشادّة مؤثرة فى اتجاه عمودى على الالياف فتكون المعاملات أقل جدًا مما هو مبين بهذه الجداول وقد استنتج الجنرال مورن بالتجربة أن مقدار المقاومة القصوى ت هى

لخشب القرو اذا كانت القوة الشادّة عمودية على الالياف ١٫٦٠

« الحور « « « ١٫٢٥

وفى مقاومة الحبال المصنوعة من سلوك الحديد تؤخذ المقاومة على الكسر لكل كيلو جرام من ثقل حبل طوله ١٫٠٠ متر ٨٥٠٠ ويؤخذ معامل الأمن مساويا الى ٦ وفى مقاومة سيور الجلد تؤخذ الشدّة التى يمكن السيور أن تحملها بدون تعب ١٫٢٠ كيلو جرام على الملليمتر المربع

يستعمل فى مقاومة السلاسل أى الجنازير والحبال القنب — حينما يستعمل فى تركيب الجنزير حلقات بوسطها عارضة من معدنها لحفظ شكلها الاصلى تكون المقاومة فى القطاع العرضى لكل حلقة من حلقات الجنزير مساوية لمقاومة الحديد المصنوع منه الجنزير لو كان الحديد على شكل قضيب

(وهاك جدولا مبينا به مقادير مقاومة الجنازير الحديد والحبال القنب)

جنازير	احبال		الثقل الذى يتحمله الحبل أو الجنزير بدون تعب
قطر القضيب المصنوعة منه حلقات الجنازير	قطر الاحبال	محيط القطاع العرضى	
			طونولاته
٠٫٠٢ متر	٠٫٠٧٠	٠٫٢٢ متر	١٢
٠٫٠٣ «	٠٫٠٩٥	٠٫٣٠ «	٣٠
٠٫٠٤ «	٠٫١٣٧	٠٫٤٣ «	٥٢
٠٫٠٥ «	٠٫١٩٠	٠٫٦٠ «	٨٠

ولاجل حساب قطر القضيب المصنوعة منه حلقات الجنازير ذى الحلقات المطاولة يستعمل القانون

$$س = ٧ \sqrt{\frac{ق}{ط ق'}}$$

الذى فيه س هو نصف قطر القضيب المصنوعة منه الحلقات مقدرا بالملليمترات ق ق' الثقل الذى يتحمله كل ساق من ساقى كل حلقة وحينئذ فالثقل الكلى الذى يتحمله كل حلقة هو ٢ق ق' المقاومة العظمى التى يتحملها الجنزير بدون تعب على الملليمتر المربع من القطاع العرضى للقضيب المصنوعة منه الحلقات

ولاجل ايجاد القطر ء لحبل تكون فيه المقاومة هى ق يستعمل القانون الآتى الذى فيه يفرض أن الثقل الدائمى الذى يمكن الحبل تحمله نصف الثقل الذى يحدث قطع الحبل

القانون المستعمل فى حالة الثقل الذى يحمله الحبل بدون تعب هو ء = ٠٫٠٠١٣٢ √ ق

» » » وينقطع هو ء = ٠٫٠٠٠٦١ √ ق

اذا كان الحبل محملا بثقل يحدث قطعه فقبل القطع يتمدد بقدر سدس طوله والحبال المبللة تفقد ٢/٣ مقاومتها لو كانت بيضاء ومقاومة الحبال المقطرنة ليست الا ٣/٤ أو ٢/٣ مقاومتها لو كانت بيضاء

ولحساب سمك جدران المواسير المعدة لسير المياه يستعمل القانون

$$\text{لـ} = \frac{\text{ض} \times \text{ء}}{٢ \text{ ق}}$$

الذى فيه لـ هى سمك جدران الماسورة مقدرا بالملليمترات ، ض مقدار ضغط الماء الواقع على جدران الماسورة ، ء قطر الماسورة مقدرا بالامتار ، ق مقاومة المعدن على السحب فى الملليمتر المربع من القطاع العرضى لجدران الماسورة وحيث ان أعظم مقاومة لزهر الحديد هى من ١٣ الى ١٤ كيلوجرام فى الملليمتر المربع فلو أخذنا فى الحالة التى نحن بصددها ق = ٢ كيلوجرام يحدث القانون الآتى لحساب سمك جدران مواسير الزهر وهو

$$\text{لـ} = \frac{\text{ض} \times \text{ء}}{٤} = ٠٫٢٥ \times \text{ض} \times \text{ء}$$

وبتحويل مقدار لـ الى أمتار يحدث

$$\text{لـ} = ٠٫٠٠٠٢٥ \times \text{ض} \times \text{ء}$$

ولحساب سمك جدران المواسير التى من الرصاص يقال حيث ان أعظم مقاومة للرصاص هى ١٫٣٥٠ كيلوجرام فى الملليمتر المربع فلو أخذنا ق = ٠٫٣٢٥ يحدث

$$\text{لـ} = \frac{\text{ض} \times \text{ء}}{٢ \text{ ق}} = ١٫٥٣٨٤٦ \times \text{ء} \times \text{ض}$$

وبتحويل مقدار لـ الى أمتار يحدث

$$\text{لـ} = ٠٫٠٠١٥٣٨٤٦ \times \text{ض} \times \text{ء}$$

وفى الفابريقات يحسب سمك جدران المواسير بواسطة القوانين التجريبية الآتية بفرض أنها تقاوم ضغطا قدره عشر جوات

مواسير من زهر الحديد لـ = ٠٫٠١٠ + ٠٫٠٢٠ × ء

مواسير من الحديد لـ = ٠٫٠٠٣ + ٠٫٠٠٩ × ء

» النحاس لـ = ٠٫٠٠٤ + ٠٫٠١٥ × ء

» الرصاص لـ = ٠٫٠٠٥ + ٠٫٠٢٤ × ء

» السمنت لـ = ٠٫٠٤٠ + ٠٫٠٢٤ × ء

ولحساب سمك جدران القزانات البخارية يستعمل القانون

لـ = ٠٫٠٠١٨ × ض × ء + ٠٫٠٠٣

الذى فيه لـ السمك المطلوب ، ض عدد الجوات المكون للضغط داخل القزان ، ء قطر القزان (الضغط الجوى هو ثقل عمود من الماء ارتفاعه ٣٩٥ر١٠ متر)

(فى المقاومة على الضغط)

بعد تتلف الاجسام بتأثير الضغط عليها بكيفيات مختلفة . فاما أن تتجزأ الى جملة أجزاء منشورية منفصلة عن بعضها بأسطح مستوية أومنحنية كما فى المواد المتجانسة التركيب الصلبة التى قوامها زجاجى كالطوب المحرق للون الاسمر الغامق . واما أن تنزلق أجزاء الجسم على بعضها بحسب أسطح فاصلة لتلك الاجزاء مائلة على سطح الجسم الاصلى كما فى المواد المركبة من تجمع حبيبات دقيقة ملتحمة ببعضها كزهر الحديد وأكثر أنواع الاحجار والطوب . واما أن تنقطع بعد أن تتمدد كما فى المواد القابلة للطرق وتغيير الشكل كالحديد . واما أن ينفلق الجسم كما فى الاجسام ذات الالياف المؤثر عليها ضغط متجه فى اتجاه أليافها وفى هذه الحالة مقاومة المواد ذات الالياف على الكسر بواسطة الضغط أقل كثيرا من نهاية مقاومتها على التمدد خصوصا اذا كان تماسك الالياف ببعضها ضعيفا ولذلك كانت مقاومة أغلب أنواع الاخشاب على الكسر بواسطة الضغط فى حالة ماتكون جافة بتغيير بين $\frac{1}{2}$ ، $\frac{2}{3}$ المقاومة النهائية على التمدد وفى حالة ماتكون الاخشاب رطبة تنقص مقاومتها على الضغط بقدر النصف عما لو كانت جافة وكيفيات اتلاف المواد بتأثير الضغط هذه لاتنطبق الا على الحالات التى لايكون فيها طول الاجسام كبيرا كيلايحدث كسرها بالانحناء كما فى الحالات الآتية

أولا ـ العواميد التى من الحجر أومن البناء بالطوب التى تكون أبعادها اعتيادية

ثانيا ـ العواميد التى من زهر الحديد التى لايتجاوز ارتفاعها خمسة أمثال قطرها

ثالثا ـ العواميد الحديد التى لايتجاوز ارتفاعها عشرة أمثال قطرها

رابعا ـ العواميد التى من الخشب الجاف التى لايتجاوز ارتفاعها عشرين مرة قدر قطرها

والجدول الآتى يبين مقاومة بعض المعادن وجملة موادّ أخرى على الضغط

أسماء الاجسام	الثقل الذى يمكن أن يتحمله الملليمتر المربع من القطاع العرضى للجسم بدون تعب — نسبة الطول الى أصغر بعدى القطاع العرضى: أقل من ١٢	١٢	٢٤	٤٨	٦٠	الثقل الذى يحدث الكسر وقت الضغط على الملليمتر المربع من القطاع العرضى للجسم
	كيلو	كيلو	كيلو	كيلو	كيلو	كيلو
الحديد المطروق	١٠٫٠٠٠	٨٫٣٥٠	٥٫٠٠٠	١٫٦٧٠	٠٫٨٤٠	٥٠٫٠٠٠
زهر الحديد	٢٠٫٠٠٠	١٦٫٧٠٠	١٠٫٠٠٠	٣٫٣٣٠	١٫٦٧٠	١٠٠٫٠٠٠
معدن المدافع	٥٠٫٠٠٠	»	»	»	»	٢٥٠٫٠٠٠
النحاس الاحمر المصبوب	٢٣٠٫٠٨	»	»	»	»	٠٨٠٫٠٠٠
« « المطروق	٥٠٠٫٤٦	»	»	»	»	٢٨٠٫٠٠٠
« الاصفر	٦٠٠٫٥٠	»	»	»	»	٠٢٨٫٠٠٠
القصدير المسبوك	١٫٠٠٠	»	»	»	»	٠٠٦٫٠٠٠
الرصاص	٢٨٠٫٠٠	»	»	»	»	٠٠١٫٤٠٠
حجر الارزات	٢٫٠٠٠	»	»	»	»	٠٢٠٫٠٠٠
« الجرانيت الصلب	٧٠٠٫٠٠	»	»	»	»	٠٠٧٫٠٠٠
« « الاعتيادى	٤٠٠٫٠٠	»	»	»	»	٠٠٤٫٠٠٠
الرخام الجيد الصلابة	١٫٠٠٠	»	»	»	»	٠١٠٫٠٠٠
« الابيض ذو العروق	٣١٠٫٠٠	»	»	»	»	٠٠٣٫٠٠٠
الاحجار الجيرية الجيدة الصلابة	٥٠٠٫٠٠	»	»	»	»	٠٠٥٫٠٠٠
« « الاعتيادية	٣٠٠٫٠٠	»	»	»	»	٠٠٣٫٠٠٠
الطوب الاحمر الجيد الصلابة	١٥٠٫٠٠	»	»	»	»	٠٠١٫٥٠٠
« « الاعتيادى	٤٠٫٠٠	»	»	»	»	٠٠٠٫٤٠٠
الخشب	٦٠٫٠٠	»	»	»	»	٠٠٠٫٦٠٠
الخرسانة بعد مكثها ١٨ شهرا	٤٠٫٠٠	»	»	»	»	٠٠٠٫٤٠٠
المونة الاعتيادية بعد ١٨ شهرا	٢٥٫٠٠	»	»	»	»	٠٠٠٫٢٥٠

وفى الاشغال الاثقال التى يمكن أن تتحملها المواد الداخلة فيها بدون تعب لا يلزم أن تتجاوز

فى الاحجار $\frac{١}{١٠}$

وفى الاخشاب $\frac{١}{٥}$ } الثقل الذى يحدث الكسر بواسطة الضغط

وفى الحديد الصب أو المطروق $\frac{١}{٤}$

وفى العواميد التى من الخشب أو من الحجر لا يلزم أن يتجاوز ارتفاعها ٧٫٥ أمثال قطرها وقد شوهد أنه اذا كانت مقاومة شكل مكعب هى الوحدة تكون مقاومة الاسطوانة المرسومة داخله تساوى ٠٫٨٠ اذا كانت ترتكز على قاعدتها و ٠٫٣١ اذا كانت ترتكز على أحد رواسمها ومقاومة الكرة المرسومة داخل المكعب هى ٠٫٢٦

وقد شوهد أيضا أنه اذا كان هناك جسمان متساويا الارتفاع ومتكافئا القطاع العرضى وكان قطاع أحدهما مربعا وقطاع الثانى دائريا تكون النسبة الكائنة بين مقاومتيهما كنسبة ٨ الى ٩

وعلى

وعلى حسب تجارب المهندس لوف على الاعمدة التى من الزهر والتى من الحديد تستعمل القوانين الآتية لحساب أبعاد تلك الاعمدة بفرض د القطر

وفى هذه القوانين يفرض أن

ن = الثقل الذى يحدث الكسر

نَ = أعظم مقاومة للعمود على السنتيمتر المربع من القطاع العرضى

ل ، د = ارتفاع وقطر العمود مقدران بالسنتيمترات

ففى الاعمدة التى من الحديد التى ارتفاعها يتغير بين ١٠ ، ١٨٠ مثل قطرها يكون

$$ن = \frac{نَ \times \frac{١}{٤} ط د^{٢}}{١٫٥٥ \times ٠٫٠٠٠٥ \times (\frac{ل}{د})^{٢}}$$

وفى الاعمدة التى من الزهر التى ارتفاعها يتغير بين ٤ ، ١٢٠ مثل قطرها يكون

$$ن = \frac{نَ \times \frac{١}{٤} ط د^{٢}}{١٫٤٥ \times ٠٫٠٠٣٣٧ (\frac{ل}{د})^{٢}}$$

وفى الاعمدة التى من الحديد التى ارتفاعها يتغير بين ٥ ، ٣٠ مثل قطرها يكون

$$ن = \frac{نَ \times \frac{١}{٤} ط د^{٢}}{٠٫٨٥ + ٠٫٠٤ \times \frac{ل}{د}}$$

وفى الاعمدة التى من الزهر التى ارتفاعها يتغير بين ٥ ، ٣٠ مثل قطرها يكون

$$ن = \frac{نَ \times \frac{١}{٤} ط د^{٢}}{٠٫٦٨ + ٠٫١٠ \times \frac{ل}{د}}$$

يعتمد فى مقاومة الاخشاب على الضغط — فى الضغط المؤثر على قطعة خشب فى اتجاه طولها اذا فرضنا أن قوة الضغط المؤثرة على قطعة من الخشب أفقية مقدرة بمقدار عرضها تكون القوة الرأسية التى تؤثر عليها لو كانت موضوعة رأسية مبينة بطولها ولو كانت موضوعة مائلة تكون القوة الرأسية المؤثرة مبينة بطول الخط الرأسى ا ب (شكل ٢ لوحة ١)

فعلى ذلك يكون الثقل الذى يحدث كسر قطعة من خشب القرو أو من خشب التنوب طولها لا يتجاوز اثنتى عشرة مرة قدر عرضها أو سمكها هو

$$ن = [(٢٠٠٠ ب) - ل]^{٢} \text{ وسمك القطعة } ب = \frac{ل + ٧ ن}{٢٠٠٠}$$

$$ن = [(١٨٠٠ د) - ل]^{٢} \text{ وقطر القطعة } د = \frac{ل + ٧ ن}{١٨٠٠}$$

(وهاك جدولا يبين مقادير مقاومة الاخشاب على الضغط)

اسماء الاخشاب	النقل الذى يحدث الكسر بفرضه مؤثرا على المليمتر المربع من القطاع العرضى للجسم				
	نسبة طول الجسم الى أصغر بعدى قطاعه العرضى				
	اقل من ١٢	١٢	٢٤	٤٨	٦٠
	كيلو	كيلو	كيلو	كيلو	كيلو
خشب القرو الفرنساوى	٤٫٦٣ الى ٥٫٨٥	٣٫٨٥ الى ٤٫٢١	٣٫٣١ الى ٣٫٩٢	٣٫٣١ الى ٣٫٦٤	٠٫٣٨ الى ٠٫٣٣
« « الانكليزى	٢٫٧١ الى ٣٫٥٠	٢٫٢٦ الى ٢٫٨٠	١٫٣٥ الى ٢٫٢٥	٠٫٤٥ الى ٠٫٤١	٠٫٣٣ الى ٠٫٣٠
« التنوب الفرنساوى	٥٫٣٨ الى ٤٫٦٢	٤٫٠ الى ٣٫٨٥	٣٫٦٩ الى ٣٫٣١	٠٫٨٩ الى ٠٫٧٧	٠٫٤٤ الى ٠٫٣٨
« « الابيض الانكليزى	١٫٣٥ الى ١٫٣٠	١٫١٢ الى ١٫٠٨	٠٫٦٧ الى ٠٫٦٥	٠٫٣٣ الى ٠٫٣١	٠٫١١ الى ٠٫١٠
« الصنوبر الامريكانى	١٫١٨ الى ١٫١٠	٠٫٩٨ الى ٠٫٩١	٠٫٥٩ الى ٠٫٥٥	٠٫١٩ الى ٠٫١٨	٠٫٠٩٥ الى ٠٫٠٩
« الغرغاج	٠٫٩٠	٠٫٧٥	٠٫٣٧	٠٫١٢	٠٫٠٦
	النقل الذى يمكن أن تحمله الخوازيق على المليمتر المربع من القطاع العرضى				
	كيلو	كيلو	كيلو	كيلو	كيلو
خشب القرو الجيد الصلابة	٠٫٣٠ الى ٠٫٤٠	٠٫٢٥	٠٫١٥	٠٫٠٥	٠٫٠٢٥
« « الاعتيادى	٠٫١٩	٠٫٠٨٤	٠٫٠٥٦	«	«
« التنوب الاصفر والاحمر	٠٫٥٠ الى ٠٫٤٠	٠٫٠٣٥	٠٫٢٠٦	٠٫٠٧٥	«
« « الابيض	٠٫٠٩٧	٠٫٠٨	٠٫٠٥	«	«

(تنبيه) حينما تكون القزانات البخارية أو المواسير المستعملة كمجار للبخار أو للماء مضغوطة أيضا من الخارج للداخل فيزداد على سمكها المحسوب بفرض تأثير ضغط البخار أو الماء داخلها فقط قدر النصف ويلزم لزيادة المقاومة أن يثبت بداخل القزانات أو المواسير حلقات من الحديد المطروق متحدة معها فى المحور وقطرها مساو لقطرها الداخلى وعلى حسب تجارب المسيو فيربرن يلزم لزيادة مقاومة ومنع تبطيط المواسير التى من صاج الحديد الرقيق التى تكون طويلة ويكون مؤثرا عليها من الخارج ضغط أن يثبت داخلها حلقات من الحديد شكل قطاعها العرضى تاء افرنكية ومتحدة المحور معها وقطرها مساو للقطر الداخل للمواسير ودات تجارب هذا المهندس على أنه لتعيين أبعاد تلك المواسير يستعمل القانون

$$ض = \frac{ك}{ل \times ء} \times ٦٧٩٩$$

الذى فيه ض هو الضغط الخارجى الذى يحدث تبطيط الماسورة مبينا بالكيلوجرامات ك سمك جدران الماسورة ء قطر الماسورة ل البعد المحصور بين كل حلقتين متتابعتين من الحلقات المعدة لازدياد المقاومة وكل هذه الابعاد مقدرة بالميلليمترات

(ف

(فى المقاومة على الانحناء وعلى الكسر المقابل له)

بند ليكن جسم صلب منشورى الشكل متماثل بالنسبة لمستو وفرضنا قوة أو جملة قوى مؤثرة عليه بحيث تحدث انحناءه بالنسبة لمستوى التماثل وفرضنا أيضا فى الجسم قطاعا عرضيا عموديا على مستوى التماثل فى حالة التوازن

فالقوى الخارجية المؤثرة على أحد جزأى الجسم المنفصلين بهذا القطاع العرضى تؤل إما الى زوج قوى مستويه موازٍ لمستوى التماثل وإما الى قوة واحدة ق منجهة فى مستوى التماثل بالتوازى للقطاع العرضى المفروض

فعلى ذلك تنتج التأثيرات الواقعة بين أجزاء الجسم فى القطاع العرضى المفروض من اتحاد نوعين مختلفين من القوى وهما القوى التى تحدث فصل الاجزاء عن بعضها والقوى التى تحدث انحناء الجسم

ومقدار القوى التى تحدث فصل الاجزاء عن بعضها تساوى مقدار الجهد الفاصل أى الى مقدار القوة ق ويكون مقدار تلك القوى معدوما فى الحالة التى تؤل فيها القوى الخارجية المؤثرة على الجسم الى زوج قوى

وأما القوى التى تحدث الانحناء وهى العمودية على مستوى القطاع العرضى المفروض فعزمها يوازى عزم القوى الخارجية المؤثرة على الجسم أى عزم القوة ق فى الحالة التى تؤل فيها القوى الخارجية الى قوة واحدة أو الى عزم الزوج القوى فى الحالة العكسية

ويوجد فى القطاع العرضى المفروض خط مستقيم عمودى على مستوى التماثل فيه تكون القوى التى تحدث الانحناء معدومة وهذا الخط المسمى بالمحور الحر للقطاع المفروض يفصل الجزء المجذوب من القطاع عن الجزء المضغوط فيه ويبرهن بالسهولة فى الحالة التى نحن بصددها أن المحور الحر يمر بمركز ثقل القطاع العرضى المفروض

وحينئذ فباعتبار القوى التى تحدث الانحناء فقط اذا فرضنا أن ع يبين العزم[1] القصورى

---

(١) يطلق اسم العزم القصورى لسطح حيثما اتفق على مجموع حواصل الضرب ع × ر² التى فيها ع عبارة عن جزء صغير من السطح ، ر بعد هذا الجزء السطحى عن محور ثابت ويفرض فى مقاومة المواد أن هذا المحور يمر بمركز ثقل السطح بتمامه . فاذا فرض جسم وقطع بمستو عمودى على طوله يكون العزم القصورى لقطاعه العرضى بالنسبة لمحور مار بمركز ثقل هذا القطاع وموجود فى مستويه وعمودى على محور تماثله فى حالة ما يكون القطاع العرضى دائريا هو $\frac{\pi}{4}$ ط ر⁴ وفى حالة ما يكون هذا القطاع مستطيلا هو $\frac{1}{12}$ ب × ر³ ، ب هى قاعدة المستطيل ، ر ارتفاعه بفرض أن العزم القصورى مأخوذ بالنسبة لمحور موازٍ للقاعدة

والعزم القصورى للقطع الناقص هو $\frac{\pi}{4}$ ا × ب³ ، ا ، ب هما محورا تماثل القطع الناقص والعزم القصورى مفروض أنه مأخوذ بالنسبة للمحور ا

هذا العزم تكفى لحساب جميع عزم الاشكال الكثيرة الاستعمال وأما الاشكال المركبة فيمكن الحصول على عزمها بجمع أو طرح عزم أجزائها

للقطاع العرضى المفروض بالنسبة للمحور الحر وأن م تبين عزم القوى الخارجية المؤثرة على الجسم وموضوعة فى احدى جهتى القطاع العرضى فالشدة لـ للقوى التى تحدث انحناء الجسم فى نقطة من نقط القطاع العرضى المفروض متباعدة عن المحور بالبعد ﷺ هى

$$\text{لـ} = \frac{\text{و} \times \text{م}}{\text{ع}}$$

ومقدار نصف قطر انحناء الليفة الحرة للجسم (وهى خط طوالى ماز بمركز ثقل القطاع العرضى المفروض) هو

$$\text{س} = \frac{\text{ے} \times \text{ع}}{\text{م}}$$

ے هى مودول المرونة للمادة

يلزم دائما حساب أبعاد الاجسام التى يكون مؤثرا عليها قوى تحدث انحناءها بفرض أن أعظم شدة لقوى الاجزاء وهى التى يحدث عنها الانحناء لا يتجاوز $\frac{1}{6}$ المقاومة على الكسر بواسطة الانحناء فى المعادن ولا يتجاوز $\frac{1}{10}$ هذه المقاومة فى الاخشاب والمواد الاخرى وكل ذلك فى الحالة التى تكون فيها القوى المؤثرة على الجسم دائمية . وأما فى الحالة التى تكون فيها القوى المؤثرة متحركة فتكون أعظم شدة تستعمل هى نصف ذلك

(جدول يبين مقادير المقاومة على الكسر بواسطة الانحناء)

أسماء الاجسام	المقاومة على الكسر بواسطة الانحناء بالكيلوجرام على المليمتر المربع
(الأحجار)	
الاردواز	٣٫٥
حجر الطواحين	٠٫٧ الى ١٫٦
(المعادن)	
الحديد والكمرات المركبة من الصاج	٣٠٫٠٠
الزهر	١٢٫٠٠
قضبان زهر قطاعها العرضى مستطيلى جيدة	٢٣٫٠٠ الى ٣١٫٠٠
« « « « اعتيادية	٢٨٫٠٠
(الاخشاب)	
خشب السنديان	١٫٨٠
« أبى فروه	٢٫٥٠
« القرو الانكليزى والروسى	٠٫٧٠ الى ٩٫٦
« « الاحمر الامريكانى	٥٫٧٠

(الاخشاب)

خشب الأبنوس الهندى	١٩٫٠
« الزان	٠٦٫٣ الى ٨٫٤
« الغرغاج	٠٤٫٢ الى ٦٫٨
« الصنوبر الأحمر	٠٥٫٠ الى ٦٫٧
« التنوب	٠٧٫٠ الى ٨٫٧
« الصفصاف	٠٤٫٦
« الجميز	٠٦٫٥

يرى من هذا الجدول أن مقادير المقاومة على الكسر بواسطة الانحناء لاغلب المواد محصورة بين نهاية المقاومة على الكسر بواسطة التمدد والمقاومة على الكسر بواسطة الضغط

(تنبيه) مقاومة المواد على الانحناء هى مناسبة للبعد الواقع بين نقطتى الارتكاز ولعرض الجسم ولمربع سمكه ويلزم لحساب أبعاد الجسم أن تستعمل النسبة من ٥ الى ٧ بين عرضه وسمكه

ولنختبر الآن بعض الحالات التى تتصادف كثيرا فى الاعمال

بحث الحالة الاولى ـ اذا كان عتب مثبتا من أحد طرفيه وسائبا من الطرف الآخر وكان طرفه السائب محملا بثقل ث (شكل ٣ لوحة ٨) فأعظم شدة لـ مؤثرة على العتب توجد فى نقطة التثبيت ومقدارها يستخرج بواسطة القانون

$$\frac{\text{لـ ع}}{\text{ر}} = \text{ث} \times \text{ل}$$

وهنا ع هى كما تقدم العزم القصورى للقطاع العرضى للعتب بالنسبة للمحور الحر واذا كان العتب عوضا عن أن يكون محملا بثقل واحد فى طرفه السائب يكون محملا بثقل موزع بالتساوى على جميع طوله ويكون مقداره فى المتر الطولى هو ثَ يحدث القانون

$$\frac{\text{لـ ع}}{\text{ر}} = \frac{\text{ثَ ل}^{٢}}{٢}$$

وهاتان قوانين أبسط من السابقة كثيرة الاستعمال فى التطبيقات

(١) فى الحالة التى يعتبر فيها ثقل العتب تستعمل القوانين الآتية التى فيها

ث = الثقل الواقع على العتب عموديا على طوله

ل = طول العتب من نقطة التثبيت الى نقطة تأثير القوة ث

ثَ = ثقل المتر الطولى للعتب مقدرا بالكيلوجرامات

ا = عرض العتب عموديا على اتجاه القوة ث

ر = سمك العتب موازيا لاتجاه القوة ق

ء = قطر العتب فى حالة ما يكون اسطوانى الشكل

فى زهر الحديد $ا ر^{٢} = \frac{(ق + \frac{ق ـ ل}{٢}) ل}{١٢٥٠٠٠٠}$

وفى الخشب (القرو والتنوب) $ا ر^{٢} = \frac{(ق + ق ـ ل) ل}{١٠٠٠٠٠}$

وفى الحديد $ا ر^{٢} = \frac{(ق + ق ـ ل) ل}{١٠٠٠٠٠٠}$

(٢) وفى الحالة التى يقطع النظر عن ثقل العتب تستعمل القوانين

فى زهر الحديد $ا ر^{٢} = \frac{ق ل}{١٢٥٠٠٠٠}$

وفى الحديد $ا ر^{٢} = \frac{ق ل}{١٠٠٠٠٠٠}$

وفى الخشب $ا ر^{٢} = \frac{ق ل}{١٠٠٠٠٠}$

(٣) وفى الحالة التى يكون فيها الثقل الواقع على الجسم موزعا بالتساوى على جميع طوله يضاف على الثقل ق ك للمتر الطولى للجسم مقدار مايحمله هذا المتر الطولى من الثقل الموزع بالتساوى وبهذه تمحى القوة ق من القوانين السابقة وتؤول الى

فى زهر الحديد $ا ر^{٢} = \frac{ق \times ل^{٢}}{٢٥٠٠٠٠٠}$

وفى الحديد $ا ر^{٢} = \frac{ق \times ل^{٢}}{٢٠٠٠٠٠٠}$

وفى الخشب $ا ر^{٢} = \frac{ق \times ل^{٢}}{٢٠٠٠٠٠}$

(٤) وفى الحالة التى يكون فيها القطاع العرضى للعتب مربعا وقطعنا النظر عن ثقل العتب

فى زهر الحديد $ر^{٣} = \frac{ق \times ل}{١٢٥٠٠٠٠}$

وفى الحديد $ر^{٣} = \frac{ق \times ل}{١٠٠٠٠٠٠}$

(٥) وفى الحالة التى يكون فيها القطاع العرضى للعتب دائريا قطره ء يكون

فى زهر الحديد $ء^{٣} = \frac{ق ل}{٧٣٦٣١٢}$

وفى الحديد $ء^{٣} = \frac{ق ل}{٥٨٩٠٥٠}$

(ملحوظة) ـ القوانين التى وضعناها فى الخمس حالات السابقة لايمكن استعمالها لحساب أبعاد العتب إلا اذا كان يمكن انحناء هذا العتب بدون ضرر وأما اذا كان أقل انحناء يحدث فى العتب من تأثير الأثقال التى يحملها ضررا يلزم لحساب أبعاده أن تستعمل القوانين السابقة انما بدل المعاملات العددية الداخلة فيها يؤخذ نصفها

بـ ـ الحالة الثانية ـ اذا كان عتب موضوعا على حاملين ثابتين وكان حاملا ثقلا منفردا قدره ٢ ق (شكل ٤ لوحة) وكانت نقطة تأثير هذا الثقل متباعدة عن

الحامل أ بالبعد س . فأعظم شدة لـ للتأثيرات الحادثة بين أجزاء الجسم فى قطاع ح ب المتباعد عن الحامل أ بالبعد سَ يحسب بواسطة القانون

$$لـ = \frac{و \times ٢}{ع}$$

وبجعل و = $\frac{ح}{٢}$ يؤل الى

$$\frac{٢ لـ ع}{ح} = ٢ د (س - سَ) - \frac{٢ د س}{٢ ل} (٢ ل - سَ)$$

والقطاع العرضى الذى تكون فيه الشدة لـ نهاية عظمى هو القطاع المار بنقطة تأثير الثقل ٢ د

واذا كانت نقطة تأثير الثقل ٢ د فى وسط العتب تعين الشدة لـ بالقانون

$$\frac{٢ لـ ع}{ح} = \frac{٤ د ل}{٤} = د ل$$

ومقدار سهم الانحناء ف فى وسط العتب هو

$$ف = \frac{١٦ د \times ل^٣}{ع \times ح^٣ \times ٤٨} = \frac{د ل^٣}{ع ح^٣}$$

وهاك قوانين أبسط من السابقة كثيرة الاستعمال فى الحسابات

(١) فى الحالة التى يعتبر فيها ثقل الجسم وكان تأثير الثقل الموضوع على العتب فى وسطه وكان

٢ د = الثقل الواقع على الجسم عموديا على طوله

٢ ل = البعد الكائن بين الحاملين يكون

فى زهر الحديد　$ا_{ح}^٢ = \frac{(د + \frac{د ل}{٢}) ل}{١٢٥٠٠٠٠}$

وفى الحديد　$ا_{ح}^٢ = \frac{(د + \frac{د ل}{٢}) ل}{١٠٠٠٠٠٠}$

وفى الخشب هو عين القانون المختص بالخشب بنمرة (١) من الحالة الأولى

(٢) وفى الحالة التى يمكن فيها قطع النظر عن ثقل العتب القوانين المستعملة هى القوانين التى وضعناها بنمرة (٢) من الحالة الأولى

(٣) وفى الحالة التى يكون فيها الثقل المتحمل به الجسم موزعا بالتساوى على جميع طوله وكان يعتبر ثقل العتب فالقوانين المستعملة هى عين القوانين التى وضعناها بنمرة ٣ من الحالة الأولى

(٤) وفى الحالة التى يكون فيها قطاع العتب مربعا وكان الثقل الذى يحمله العتب واقعا على وسطه يكون

في زهر الحديد } كما بنمرة (٤) من الحالة الاولى
وفي الحديد }
وفي الخشب $ر^{٣} = \frac{ن ل}{١٠٠٠٠٠}$

(٥) وفي الحالة التي يكون فيها القطاع مستديرا أومضلعا منتظما وكان تأثير الثقل الذى يحمله العتب متباعدا عن الحاملين بالبعدين ح ، ح' يكون

في زهر الحديد $ر^{٣} = \frac{ن ح ح'}{ل \times ١٢٥٠٠٠٠}$
وفي الحديد $ر^{٣} = \frac{ن ح ح'}{ل \times ١٠٠٠٠٠٠}$
وفي الخشب $ر^{٣} = \frac{ن ح ح'}{ل \times ١٠٠٠٠٠}$

(تنبيه) — يلزم أن يتذكر دائما أن ن هي نصف الثقل الذى يحمله الجسم فقط

(٦) وفي الحالة التي يكون فيها القطاع مستديرا أومضلعا منتظما وكان الثقل الذى يحمله العتب مؤثرا في وسطه يكون

في زهر الحديد } كما بنمرة (٥) من الحالة الاولى
وفي الحديد }
وفي الخشب $ر^{٣} = \frac{ن ل}{٥٨٩٠٥}$

(٧) وفي الحالة التي يكون فيها القطاع مستديرا أومضلعا منتظما وكان تأثير الثقل الذى يحمله العتب متباعدا عن الحاملين بالبعدين ح ، ح' يكون

في زهر الحديد $ر^{٣} = \frac{ن ح ح'}{ل \times ٧٣٦٣١٢}$
وفي الحديد $ر^{٣} = \frac{ن ح ح'}{ل \times ٥٨٩٠٥٠}$
وفي الخشب $ر^{٣} = \frac{ن ح ح'}{ل \times ٥٨٩٠٥}$

(٨) وفي الحالة التي يكون فيها الثقل الذى يحمله العتب موزعا بالتساوى على طول ٢ ل من طول العتب وكان بعدا منتصف ٢ ل' عن الحاملين هما ه ، ه' وكان القطاع مربعا يكون

في الخشب $ر^{٣} = \frac{\left(\frac{ن ه ه'}{ل} - \frac{ل'}{٢}\right)}{١٠٠٠٠٠}$

(٩) وفي الحالة نفسها انما القطاع مستدير يكون

في الخشب $ر^{٣} = \frac{ن \left(\frac{ه ه'}{ل} - \frac{ل'}{٢}\right)}{٥٨٩٠٥}$

ولاجل تعيين أبعاد الأسهم الخشب التي تكون عرضة للصدم ويكون أقل انحناء فيها ينتج من تأثير القوى الواقعة عليها مضرا كأسهم الطارات المائية وهي التي بتأثير تيار ماء عليها تدور وتوصل الحركة أوالطواحين الخ تستعمل القوانين الاتية

(١) اذا كان قطاع السهم مربعا وكان الثقل الذى يحمله فى وسطه يكون

$$ق_{٣} = \frac{ب ح^{٣}}{٥٠٠٠٠}$$

واذا كان الثقل المؤثر على بعدى ح ، ح' من الحاملين يكون

$$ق_{٣} = \frac{ب ح ح'}{ل ٥٠٠٠٠}$$

(٢) وفى الحالة التى يكون فيها القطاع مستديرا وكان الثقل المؤثر فى الوسط يكون

$$ق_{٣} = \frac{ب ل}{٢٩٥٠٠}$$

واذا كان الثقل المؤثر على بعدى ح ، ح' من الحاملين يكون

$$ق_{٣} = \frac{ب ح ح'}{ل ٢٩٥٠٠}$$

بند ٨ (الحالة الثالثة) ـ اذا كان العتب مثبتا من طرفيه (شكل ٥ لوحة ٤) تكون المقاومة الضعف عما لو كان العتب موضوعا على حاملين . فاذا كان العتب حاملا ثقلا ق ب فى وسطه يكون مقدار الشدة العظمى لـ هو الذى يستخرج من القانون

$$\frac{ل ع}{ح} = \frac{٤ ب ل}{٨} = \frac{ب ل}{٢}$$

وأما مقدار سهم الانحناء فى وسط العتب فربع سهم الانحناء الذى يحدث لو كان العتب موضوعا على حاملين

(جدول يبين الثقل الذى يتحمله العتب من الحديد أو الزهر بدون تعب فى الثلاث حالات السابقة وهو يساوى $\frac{١}{٦}$ الثقل الذى يحدث الكسر)

عتب مثبت من أحد طرفيه		عتب موضوع على حاملين		عتب مثبت من طرفيه		سمك العتب بالسنتيمتر	عرض العتب بالسنتيمتر
الثقل الذى يتحمله المليمتر المربع من قطاع العتب							
حديد	زهر	حديد	زهر	حديد	زهر		
كيلوجرام	كيلوجرام	كيلوجرام	كيلوجرام	كيلوجرام	كيلوجرام		
١٫٠٠٠	١٫٢٥٠	٤٫٠٠٠	٥٫٠٠٠	٨٫٠٠٠	١٠٫٠٠٠	١	١
٠٫٥٠٠	٠٫٦٢٥	٢٫٠٠٠	٢٫٥٠٠	٤٫٠٠٠	٥٫٠٠٠	١	٢
٠٫٣٣٣	٠٫٤١٧	١٫٣٣٣	١٫٦١٧	٢٫٦٦٧	٣٫٣٣٣	١	٣
٠٫٢٥٠	٠٫٣١٢	١٫٠٠٠	١٫٢٥٠	٢٫٠٠٠	٢٫٥٠٠	١	٤
٠٫٢٠٠	٠٫٢٥٠	٠٫٨٠٠	١٫٠٠٠	١٫٦٠٠	٢٫٠٠٠	١	٥
٠٫١٦٦	٠٫٢٠٨	٠٫٦٦٦	٠٫٨٣٣	١٫٣٣٣	١٫٦٦٦	١	٦
٠٫١٤٣	٠٫١٧٨	٠٫٥٧١	٠٫٧١٤	١٫١٤٣	١٫٤٢٨	١	٧
٠٫١٢٥	٠٫١٥٦	٠٫٥٠٠	٠٫٦٢٥	١٫٠٠٠	١٫٢٥٠	١	٨
٠٫١١١	٠٫١٣٩	٠٫٤٤٤	٠٫٥٥٥	٠٫٨٨٩	١٫١١١	١	٩
٠٫١٠٠	٠٫١٢٥	٠٫٤٠٠	٠٫٥٠٠	٠٫٨٠٠	١٫٠٠٠	١	١٠

ملحوظة ـ من الموافق جعل النسبة بين عرض العتب وسمكه من ٥ الى ٧

(جدول يبين الثقل الذى يتحمله العتب من الخشب فى الثلاث حالات السابقة والثقل الذى يحدث الكسر)

النسبة طول / العتب الى سمكه		عتب مثبت من أحد طرفيه		عتب موضوع على حاملين		عتب مثبت من طرفيه	
طول	سمك	الثقل الذى يمكن أن يحمله بدون ضرر للمتر المربع من القطاع العرضى للعتب	الثقل الذى يحدث الكسر على المتر المربع من القطاع العرضى للعتب	الثقل الذى يمكن أن يحمله بدون ضرر للمتر المربع من القطاع العرضى للعتب	الثقل الذى يحدث الكسر على المتر المربع من القطاع العرضى للعتب	الثقل الذى يمكن أن يحمله بدون ضرر للمتر المربع من القطاع العرضى للعتب	الثقل الذى يحدث الكسر على المتر المربع من القطاع العرضى للعتب
كيلوجرام		كيلوجرام	كيلوجرام	كيلوجرام	كيلوجرام	كيلوجرام	كيلوجرام
١	١	٠ر١٠٠	٠ر٥٧٨	٠ر٤٠٠	٢ر٣١٠	٠ر٨٠٠	٤ر٦٤٢
٢	١	٠ر٠٥٠	٠ر٢٨٩	٠ر٢٠٠	١ر١٥٦	٠ر٤٠٠	٢ر٣١٢
٣	١	٠ر٠٣٣	٠ر١٩٣	٠ر١٣٣	٠ر٧٧١	٠ر٢٦٦	١ر٥٤١
٤	١	٠ر٠٢٥	٠ر١٤٤	٠ر١٠٠	٠ر٥٧٨	٠ر٢٠٠	١ر١٥٦
٥	١	٠ر٠٢٠	٠ر١١٦	٠ر٠٨٠	٠ر٤٦٢	٠ر١٦٠	٠ر٩٢٥
٦	١	٠ر٠١٧	٠ر٠٩٦	٠ر٠٦٧	٠ر٣٨٥	٠ر١٣٣	٠ر٧٧١
٧	١	٠ر٠١٤	٠ر٠٨٢	٠ر٠٥٧	٠ر٣٣٠	٠ر١١٤	٠ر٦٦٠
٨	١	٠ر٠١٢	٠ر٠٧٢	٠ر٠٥٠	٠ر٢٨٩	٠ر١٠٠	٠ر٥٧٨
٩	١	٠ر٠١١	٠ر٠٦٤	٠ر٠٤٤	٠ر٢٥٧	٠ر٠٨٩	٠ر٥١٤
١٠	١	٠ر٠١٠	٠ر٠٥٨	٠ر٠٤٠	٠ر٢٣١	٠ر٠٨٠	٠ر٤٦٢

ولحساب أبعاد عروق الخشب المستعملة فى تسقيف المنازل يستعمل القانون

$$ع = هـ \times ٧ \frac{ل}{ب}$$

الذى فيه ع هى ارتفاع العرق أى سمكه ، ب عرض العرق ، ل طوله ، هـ معامل متغير على حسب الحالات

ففى حالة التسقيف البسيط شرطا أن يكون ب > ٠ر٠٥ متر يؤخذ

هـ = ٠ر٠٣٦٣ فى خشب الغرغاج

هـ = ٠ر٠٣٧٦ فى خشب القرو

وفى حالة مايراد استعمال بستلات فى التسقيف شرطا أن تكون المسافة بين البستلات وبعضها لاتزيد عن ٣ر٠٠ متر يؤخذ فى حساب أبعاد تلك البستلات

لـ = ٠ر٠٦٨٨ فى خشب الغرغاج

لـ = ٠ر٠٧١١ فى خشب القرو

ولحساب أعناب الحديد التى شكلها تاء افرنكية مزدوجة المستعملة فى تسقيف المنازل وفى الكبارى المعدنية بفرض (شكل ٦ لوحة

$ك'$ = أعظم مقاومة لايلزم أن يتجاوزها الحديد ومقدارها يتغير من ٦ مليون الى ١٠ مليون كيلوجرام

ع = العزم القصورى للقطاع العرضى للعتب وهو الواقع فى نقطة التثبيت وهذا العزم مأخوذ بالنسبة للمحور الحر للقطاع

$ے$ = معامل المرونة للحديد = ١٨٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ كيلوجرام

ل = ذراع رافعة القوة ق

ق = الثقل الواقع على العتب

ف = سهم الانحناء الناتج من تأثير الثقل ق

د = بعد المحور الحر للقطاع العرضى المار بنقطة التثبيت عن أبعد نقطة من هـذا القطاع فيكون

$$د = \frac{ر}{٢} \text{ و } ع = \frac{ب ر^{٣} - ب' ر'^{٣}}{١٢} \text{ و}$$

$$ق ل = \frac{ك'(ب ر^{٣} - ب' ر'^{٣})}{٦ ر} \text{ و } \frac{ق ل^{٣}}{٣} = \frac{ے (ب ر^{٣} - ب' ر'^{٣}) ف}{١٢}$$

ومن هنا

$$ف = \frac{٤ ق ل^{٣}}{ے (ب ر^{٣} - ب' ر'^{٣})}$$

المقاومة على الكسر للاعتاب الحديد التى شكلها تاء افرنكية مزدوجة هى تقريبا ٣٥ كيلوجراما على المليمتر المربع من القطاع العرضى للعتب

اذا جعلت $ك'$ = ١٠ مليون كيلوجرام فالاعتاب الحديد التى تتحمل ثقلا يستوجب هذه المقاومة تنحنى ويكون سهم الانحناء فيها مساويا الى $\frac{١}{٣٠٠}$ من طولها واذا أريد زيادة المقاومة يجعل $ك'$ = ٦ مليون كيلوجراما

(جدول يبين ثقل المتر الطولى من الاعتاب الحديد التى شكلها ثاء افرنكية مزدوجة والثقل الذى يمكنها أن تتحمله حينما تكون موضوعة على حاملين بفرض ك = ١٠ مليون كيلوجراما)

أجناس الأعتاب	مقادير ص	مقادير ح	مقادير ب	مقادير ب′	ثقل المتر الطولى	ع/ن	الثقل الذى يتحمله العتب حينما يكون بعد الحاملين مساويا ٤٫٠٠ متر	٥٫٠٠ متر	٦٫٠٠ متر	٧٫٠٠ متر
	متر	متر	متر	متر	كيلوجرام		كيلوجرام	كيلوجرام	كيلوجرام	كيلوجرام
أعتاب حديد شكلها ثاء افرنكية مزدوجة اعتيادية مستعملة فى التساقف	٠٫٠٦	٠٫٠٣٠	٠٫٠٣٢	٠٫٠٠٤٥	٤٫٠٥	٠٫٠٠٠٠٠٩	»	»	»	»
	٠٫٠٧	٠٫٠٦٠	٠٫٠٤٠	٠٫٠٠٥٠	٦٫٠٠	٠٫٠٠٠٠١٥	»	»	»	»
	٠٫٠٨	٠٫٠٦٨	٠٫٠٤٣	٠٫٠٠٥٠	٧٫٠٠	٠٫٠٠٠٠٢٠	٣٩٥٫٠	»	»	»
	٠٫١٠	٠٫٠٨٨	٠٫٠٤٣	٠٫٠٠٥٠	٩٫٠٠	٠٫٠٠٠٠٢٨	٥٧٠٫٠	»	»	»
	٠٫١٢	٠٫١٠٨	٠٫٠٤٥	٠٫٠٠٥٠	١١٫٠٠	٠٫٠٠٠٠٣٨	٧٦٠٫٠	٦١٠٫٠	»	»
	٠٫١٤	٠٫١٢٦	٠٫٠٤٧	٠٫٠٠٦٠	١٤٫٠٠	٠٫٠٠٠٠٥٥	١١١٠٫٠	٨٩٠٫٠	٧٤٠٫٠	»
	٠٫١٦	٠٫١٤٦	٠٫٠٤٨	٠٫٠٠٨٠	١٦٫٠٠	٠٫٠٠٠٠٧٥	١٥٠٠٫٠	١٢٠٠٫٠	١٠٠٠٫٠	»
	٠٫١٨	٠٫١٦٣	٠٫٠٥٥	٠٫٠٠٨٠	٢٠٫٠٠	٠٫٠٠٠١١٢	٢٢٤٠٫٠	١٧٩٠٫٠	١٤٩٠٫٠	»
	٠٫٢٠	٠٫١٨٢	٠٫٠٦٢	٠٫٠٠٨٠	٢٣٫٠٠	٠٫٠٠٠١٤٢	٢٨٤٠٫٠	٢٢٧٥٫٠	١٩٠٠٫٠	١٦٢٠٫٠
	٠٫٢٢	٠٫٢٠٠	٠٫٠٦٤	٠٫٠٠٨٠	٢٦٫٠٠	٠٫٠٠٠١٧٧	٣٥٣٠٫٠	٢٨٣٠٫٠	٢٣٦٠٫٠	٢٠٢٠٫٠
أعتاب حديد شكلها ثاء افرنكية مزدوجة عريضة الاجنحة مستعملة فى التساقف وفى الكبارى العادية	٠٫١٢	٠٫١٠٢	٠٫٠٦٥	٠٫٠٠٦٥	١٥٫٠٠	٠٫٠٠٠٠٧٠	١٣٩٠٫٠	١١١٥٫٠	»	»
	٠٫١٤	٠٫١٢٠	٠٫٠٨٠	٠٫٠٠٠٨	٢٢٫٠٠	٠٫٠٠٠١١٣	٢٢٧٠٫٠	١٨١٠٫٠	١٥١٠٫٠	»
	٠٫١٦	٠٫١٤٠	٠٫٠٨٠	٠٫٠٠٠٨	٢٣٫٥٠	٠٫٠٠٠١٣٥	٢٧١٥٫٠	٢١٧٠٫٠	١٨١٠٫٠	١٥٥٠٫٠
	٠٫١٦	٠٫١٣٦	٠٫١٢٠	٠٫٠٠١٠	٣٥٫٠٠	٠٫٠٠٠٢٢٤	٤٤٧٥٫٠	٣٥٧٥٫٠	٢٩٧٥٫٠	٢٥٥٠٫٠
	٠٫١٨	٠٫١٥٨	٠٫٠٨٠	٠٫٠٠٠٨	٢٥٫٠٠	٠٫٠٠٠١٦٩	٣٤٠٠٫٠	٢٧٢٠٫٠	٢٢٦٠٫٠	١٩٤٠٫٠
	٠٫١٨	٠٫١٥٥	٠٫١٠٠	٠٫٠٠٠٩	٣٢٫٠٠	٠٫٠٠٠٢٢٦	٤٥٠٠٫٠	٣٦٢٠٫٠	٣٠٢٠٫٠	٢٥٨٠٫٠
	٠٫١٨	٠٫١٥٦	٠٫١٢٠	٠٫٠٠٠٩	٣٧٫٠٠	٠٫٠٠٠٢٦٢	٥٢٥٠٫٠	٤٢٠٠٫٠	٣٥٠٠٫٠	٣٠٠٠٫٠
	٠٫٢٠	٠٫١٧٦	٠٫٠٩٠	٠٫٠٠٠٨	٣٠٫٠٠	٠٫٠٠٠٢٢٧	٤٥٤٩٫٠	٣٦٣٩٫٠	٣٠٣٣٫٠	٢٦٠٠٫٠
	٠٫٢٠	٠٫١٧٥	٠٫١١٠	٠٫٠٠١٠	٣٧٫٠٠	٠٫٠٠٠٢٨٧	٥٧٢٥٫٠	٤٦٠٠٫٠	٣٨٠٠٫٠	٣٢٧٥٫٠
	٠٫٢٢	٠٫١٩٦	٠٫٠٩٠	٠٫٠٠٠٩	٣٤٫٠٠	٠٫٠٠٠٢٨٥	٥٧١٠٫٠	٤٥٧٥٫٠	٣٨٠٠٫٠	٣٢٧٠٫٠
	٠٫٢٤	٠٫٢١٤	٠٫١٠٥	٠٫٠٠١٠	٤٠٫٠٠	٠٫٠٠٠٣٦١	٧٢٢٩٫٠	٥٧٨٦٫٠	٤٨١٩٫٠	٤١٣١٫٠
	٠٫٢٥	٠٫٢٢٠	٠٫١١٠	٠٫٠٠١٠	٤٥٫٠٠	٠٫٠٠٠٤٣٢	٨٦٥٠٫٠	٦٩٢٠٫٠	٥٧٨٠٫٠	٤٩٥٠٫٠
	٠٫٢٦	٠٫٢٣٥	٠٫١٢٠	٠٫٠٠١١	٤٥٫٠٠	٠٫٠٠٠٤٤٥	٨٩٠٤٫٠	٧١٢٣٫٠	٥٩٣٦٫٠	٥٠٨٨٫٠
	٠٫٢٦	٠٫٢٣٦	٠٫١٠٠	٠٫٠٠١٢	٥٠٫٠٠	٠٫٠٠٠٤٧٥	٩٥٠٠٫٠	٧٦٠٠٫٠	٦٣٣٠٫٠	٥٤٣٠٫٠
	٠٫٣٠	٠٫٢٦٤	٠٫١٢٠	٠٫٠٠١٢	٦٥٫٠٠	٠٫٠٠٠٦٩٦	١٣٩٠٠٫٠	١١١٠٠٫٠	٩٢٧٠٫٠	٧٩٥٠٫٠

بند فى المقاومة على الالتواء ـ ليكن شكل ٧ لوحة ١٠)

ق = القوة المؤثرة على سهم متحرك بحركة دوران

س = طول ذراع الرافعة للقوة ق

ب = ضلع المربع اذا كان قطاع السهم مربعا

د = قطر الدائرة اذا كان قطاع السهم دائرة أو مضلعا منتظما

ءَ = القطر الداخلى للسهم اذا كان مجوفا ويلزم أن يكون ءَ = $\frac{٣}{٥}$ ء فيكون

اذا كان قطاع السهم مربعا
- فى الزهر والحديد ب^{٣} = $\frac{ن س}{١٥٧٥٠٠}$
- فى الخشب ب^{٣} = $\frac{ن س}{٢٦٢١٢}$

اذا كان السهم اسطوانيا أومنشورياقطاعه
- فى الزهر والحديد ء^{٣} = $\frac{ن س}{١٣١٠٠٠}$
- فى الخشب ء^{٣} = $\frac{ن س}{٢١٨١٩}$

مضلع منتظم

اذا كان السهم أسطوانيا أومنشوريا منتظما وكان ء > ءَ حيثما اتفقا
- فى الزهر والحديد ن س = $\frac{ء - ءَ}{ء}$ × ٢٦٢٠٠٠
- فى الخشب ن س = $\frac{ء - ءَ}{ء}$ × ٤٣٠٣٨

اذا كان السهم اسطوانيا أومنشوريا منتظما إنما ءَ = $\frac{٣}{٥}$ ء
- فى الزهر والحديد ء^{٣} = $\frac{ن س}{١١٣٥٩٠}$
- فى الخشب ء^{٣} = $\frac{ن س}{١٨٩٨٦}$

بنـــد أما مقاومة المبانى من حيثية ثباتها وانزلاقها . وحساب أبعاد حائط معد لخزن المياه وحساب العقود ودراسة ثباتها . وحساب الحيطان الساندة للاتربة . وسمك حيطان المنازل فقد شرحناها بالتفصيل فى محلاتها فى الجزء الثالث فضـلا عن أنها مذكورة اجمالا فى كتاب رياض الانفس فى تذكار المهندس تأليف حضرة الفاضل اسمعيل بك سرى المشار اليه سابقا

﴿ تمت الملحقات وسنتكلم ان شاء الله على الجزأين الثالث والرابع ﴾
من خلاصة الافكار فى فن المعمار

﴿ يقول خادم تصحيح العلوم بدار الطباعة الزاهره ببولاق مصر القاهره الفقير
الى الله تعالى محمد الحسينى أعانه الله على أداء واجبه الكفائى والعينى ﴾

بحمد الله قدتم طبع الجزء الاول والثانى مع ملحقاتهما من هذا الكتاب البهيج عطر العرف الاريج مهذب المبانى محرر المعانى الآتى من فنّ المعمار بما يبهر العقول ويحيط بالمعقول من ذلك والمنقول المسمى (خلاصة الافكار فى فنّ المعمار) تأليف الاستاذ الثقف اللقن الذكى اللبيب الفطن حضرة محمد أفندى عارف مدرس علم العمارة بمدرسة المهندسخانة الخديوية سابقا ومن أعضاء النيابة العمومية عن الحضرة الخديوية لاحقا ولما كان بغية الطالبين وهدية المهندسين والراغبين شرع مؤلفه حفظه الله فى طبعه رغبة فى عموم نفعه بالمطبعة الفاخره ببولاق مصر القاهره فتم والحمد لله على أجمل وضع وأبدع صنع ﴿ فى ظل الحضرة الفخيمة الخديوية وعهد الطلعة الداورية من بلغت رعيته من عدالته غاية الامانى أفندينا المعظم ﴿ عباس باشا حلمى الثانى ﴾ أدام الله أيامه ووالى على الرعية إحسانه وإنعامه ملحوظا هذا الطبع اللطيف والصنع الظريف بنظر من عليه أخلاقه بجميل الطبع تثنى حضرة وكيل المطبعة محمد بك حسنى وكان تمام طبعه وازدهاء ينعه فى أواخر شهر الله رجب الفرد الذى هو من شهور سنة خمس عشرة ثلثمائة بعد الالف من هجرة من خلقه الله على أكمل وصف صلى الله عليه وعلى آله وصحبه وسلم وشرف وكرم آمين

(فهرست الجزء الاول من خلاصة الافكار فى فن المعمار)

صحيفة	
٥	مقدمة
٥	الباب الاول فى الاحجار وفيه فصول
٥	الفصل الاول فى أنواع الاحجار ومحاجرها بالقطر المصرى وفيه مباحث
٦	المبحث الاول فى أنواع الاحجار
٨	فى الرخام
١٢	فى الاحجار السليسية
١٤	فى الاحجار الجبسية
١٥	فى الاحجار البركانية
١٥	المبحث الثانى فى المحاجر المختلفة الخ
٢٤	تتمـــــة
٢٩	الفصل الثانى فيما يتعلق باستخراج الاحجار من المحاجر المكشوفة وفيه مباحث
٣٠	المبحث الاول فى البارود
٣١	المبحث الثانى فى قطن البارود
٣٢	المبحث الثالث فى البالستيت
٣٢	المبحث الرابع فى الدينامیت
٣٦	تتمـــــة
٣٦	المبحث الخامس فى البليت
٣٨	الفصل الثالث فى الطوب وفيه مباحث
٣٨	المبحث الاول فى الطوب على العموم
٤٠	المبحث الثانى فى أبعاد الآجر
٤١	المبحث الثالث فى عمل الطوب
٤٩	المبحث الرابع فى الطوف
٤٩	الباب الثانى فى عناصر المون وفيه فصول
٤٩	الفصل الاول فى الجير وفيه مباحث
٤٩	المبحث الاول تعريفات وملاحظات
٥٢	المبحث الثانى فى عملية حرق الاحجار الجيرية واطفائها
٦٤	الفصل الثانى فى الجبس وفيه مباحث
٦٤	المبحث الاول تعريف الجبس وخواصه
٦٧	المبحث الثانى فى حرق الجص (أى الجبس)
٦٩	الفصل الثالث فى الرمل وفيه مباحث
٦٩	المبحث الاول فى تعريف الرمل وأنواعه وخواصه وحجم أخليته
٧١	المبحث الثانى فى تجاريب الرمل
٧٣	الفصل الرابع فى الطين النباتى
٧٤	الفصل الخامس فى القصرمل
٧٥	الفصل السادس فى الجير الايدروليكى (أى المائى) وأنواعه وفيه مباحث
٧٦	المبحث الاول فى الجير الايدروليكى على العموم
٧٧	المبحث الثانى فى جير التيل
٧٩	المبحث الثالث فى الاسمنت
٨١	المبحث الرابع فى البوزلانه
٨٢	المبحث الخامس فى الحمرة
٨٤	المبحث السادس فى الخرسان
٨٨	الباب الثالث فى تركيب المون وفيه فصول
٨٨	الفصل الاول فى مون العمارات الاهلية وفيه مباحث
٨٨	المبحث الاول فى مون اساسات العمارات الاهلية
٩٢	الفصل الثانى فى مـــون الاشغال الصناعية

صحيفة	
٩٥	الفصل الثالث فى الملون البحرية
٩٨	الفصل الرابع فى مون الطلاء وفيه مباحث
٩٨	المبحث الاول فى طلاء الحيطان الهوائية والمائية
١٠١	المبحث الثانى فى الملاف الصناعى وهو طلاء الارضيات والبربقة
١٠٢	الباب الرابع فى الاخشاب وفيه فصول
١٠٢	الفصل الاول فى التركيب العضوى للاشجار والتكوين الطبيعى للاخشاب والخواص المطلوبة لها وعيوبها وفيه مباحث
١٠٢	المبحث الاول تعاريف على التركيب العضوى للاشجار
١٠٣	المبحث الثانى فى التكوين الطبيعى للاخشاب
١٠٤	المبحث الثالث فى الخواص المطلوبة للاخشاب وعيوبها
١٠٥	الفصل الثانى فى الاخشاب المستعملة فى المبانى بمصر وفيه مباحث
١٠٥	المبحث الاول فى الاخشاب الواردة من أوروبا
١٠٧	المبحث الثانى الاخشاب الواردة من بر الترك
١١١	المبحث الثالث الاخشاب الطونية
١١٣	الفصل الثالث فى تجفيف وحفظ الاخشاب وفيه مباحث
١١٣	المبحث الاول فى تجفيف الاخشاب
١١٦	المبحث الثانى فى حفظ الاخشاب
١٢١	الفصل الرابع فى تحقيق طبيعة وخواص الاخشاب المستعملة فى العمارات وفيه مباحث
١٢١	المبحث الاول النوع الاول الاخشاب الصلبة
١٢٢	المبحث الثانى النوع الثانى الاخشاب اللينة
١٢٣	الفصل الخامس تعيين ثقل الاخشاب وتحضيرها للنجارة ومقاسها وأجر نقلها وتكاليفها وفيه مباحث
١٢٣	المبحث الاول تعيين ثقل الاخشاب
١٢٤	المبحث الثانى فى تحضير الاخشاب للنجارة ومقاسها
١٢٧	المبحث الثالث أجر نقل الاخشاب وتكاليفها
١٢٧	الباب الخامس فى تعاشيق الاخشاب وفيه فصول
١٢٨	الفصل الاول طريقة تعشيق العاشق والمعشوق وفيه مباحث
١٢٨	المبحث الاول الطريقة الاصلية
١٣٠	المبحث الثانى فى القطع أو فى الخدش
١٣٠	المبحث الثالث فى القطع المزدوج أو فى الخدش المزدوج
١٣١	المبحث الرابع فى القطع ذى اللحام المستوى أو اللحام الانجليزى
١٣١	الفصل الثانى فى تعشيق العاشق المثلثى والعاشق المقوى ولسان العصفور والتعشيق فى الزاوية والرباط المزدوج وفيه مباحث
١٣٢	المبحث الاول فى تعشيق العاشق المثلثى

صحيفة	
١٣٢	المبحث الثانى فى العاشق المقوى
١٣٣	المبحث الثالث فى التعشيق المعروف بلسان العصفور
١٣٣	المبحث الرابع التعشيق فى الزاوية
١٣٤	المبحث الخامس فى التعشيق المعروف بالرباط المزدوج
١٣٥	الفصل الثالث فى التعشقات الطولية والتعشقات الأفقية وتعشيق المشترى والاعتاب المسلحة وفيه مباحث
١٣٥	المبحث الاول فى التعشقات الطولية
١٣٦	المبحث الثانى فى التعشقات الأفقية
١٣٦	المبحث الثالث فى تعشيق المشترى
١٣٧	المبحث الرابع فى الاعتاب المسلحة
١٣٨	الباب السادس فى تحضير الخوازيق ودقها وفيه فصول
١٣٨	الفصل الاول فى تحضير الخوازيق وفيه مباحث
١٣٨	المبحث الاول فى الخوازيق والاطواق والركايز
١٣٩	المبحث الثانى فى البطاردات (أى الحواجز) والبلبلانش (أى الحافظ)
١٤٠	الفصل الثانى فى دق الخوازيق وفيه مباحث
١٤٠	المبحث الاول بيان دق الخوازيق
١٤٠	المبحث الثانى بيان دق الخوازيق لدرجة الامتناع
١٤٣	الباب السابع فى المعادن وفيه فصول
١٤٤	الفصل الاول فى الحديد وترتيب أنواعه التجارية
١٤٨	الفصل الثانى فى المعادن المختلفة وفيه مباحث
١٤٨	المبحث الاول فى الحديد الزهر
١٤٩	المبحث الثانى فى الصلب
١٤٩	المبحث الثالث فى الصفيح أو التنك
١٥٠	المبحث الرابع فى النحاس والبرنز ونحوهما
١٥٠	المبحث الخامس فى الخارصين
١٥١	المبحث السادس فى الرصاص
١٥٢	ملحوظة فى التعاشيق المعدنية

تمت

(فهرست الجزء الثانى من خلاصة الافكار فى فن المعمار)

صحيفة

٢ الباب الاول فى الآلات الاصلية الخ وفيه فصول
٢ الفصل الاول فى الآلات الاصلية لرفع الاثقال وفيه مباحث
٢ المبحث الاول فى البكر
٤ المبحث الثانى فى العيار
٤ المبحث الثالث فى الملافيف
٥ المبحث الرابع فى المعزة
٦ المبحث الخامس فى العفاريت
٦ المبحث السادس فى الكابستانات (أى المعاطيف)
٧ المبحث السابع فى الونشات
١٠ المبحث الثامن فى العدّات
١٠ الفصل الثانى فى آلات النزح وآلات الرفع للمياه والكراكات وفيه مباحث
١١ المبحث الاول فى آلات النزح
١١ المبحث الثانى فى آلات الرفع
١١ فى السيحة
١٢ فى الجنزير ذى الاوانى وهو المعروف بالناعورة
١٣ فى برمة أرشميدس
١٤ فى الطارات الرافعة
١٤ فى الطلونبات
١٦ المبحث الثالث فى الكراكات
١٦ الفصل الثالث فى المواشيل المستعملة لدق الخوازيق وفى الثقايل المعدة لها وفيه مباحث
١٧ المبحث الاول فى المواشيل المستعملة

صحيفة

لدق الخوازيق
١٩ المبحث الثانى فى الثقايل المستعملة للتأسيسات المائية
٢٠ الفصل الرابع فى آلات الغواصة وفيه مباحث
٢٠ المبحث الاول فى قميص الغوّاص
٢٠ المبحث الثانى فى ناقوس الغواصة
٢١ الباب الثانى فى ترتيب الورش الخ وفيه فصول
٢١ الفصل الاول فى ترتيب الورش باستعمال الاشخاص وفيه مباحث
٢١ المبحث الاول فى تجهيز المونة المصرية بطريقة الكسرات
٢٢ المبحث الثانى فى ترتيب الورش بأيدى الآدميين فى العمليات المهمة
٢٣ الفصل الثانى فى ترتيب الورش باستعمال الطرق الميكانيكية وفيه مباحث
٢٣ المبحث الاول فى ترتيب الورش باستعمال الحيوانات
٢٤ المبحث الثانى فى ترتيب الورش باستعمال البخار
٢٥ ﴿ملحقات الجزأين الاول والثانى﴾
٢٥ فى مقاومة المواد اجمالا
٢٥ فى المقاومة على التمدد والكسر بواسطة التمدد أو التمزق
٢٩ فى المقاومة على الضغط
٣٣ فى المقاومة على الانحناء وعلى الكسر المقابل له الخ