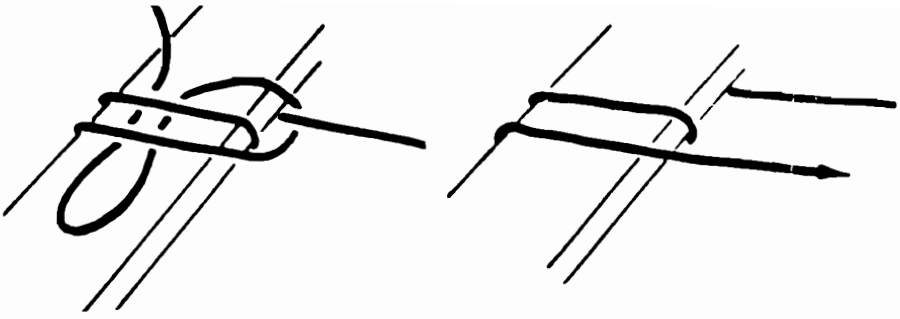


١ـ لف الحبل مرتين حول الجسم مع الاحتفاظ بجزء كاف من الطرف القصير لعمل الخطوة التالية .

٢ـ لف الطرف القصير حول طرف الحمل ثم أدخل طرفاً مزدوجاً منه تحت اللفتين فكلما زاد الشد فى طرف الحمل ضغط على الطرف القصير مسبباً عدم انفلاته . أما إذا جذبنا الطرف القصير فإن العقدة كلها تنفك .

* القوة عن طريق الحبال :

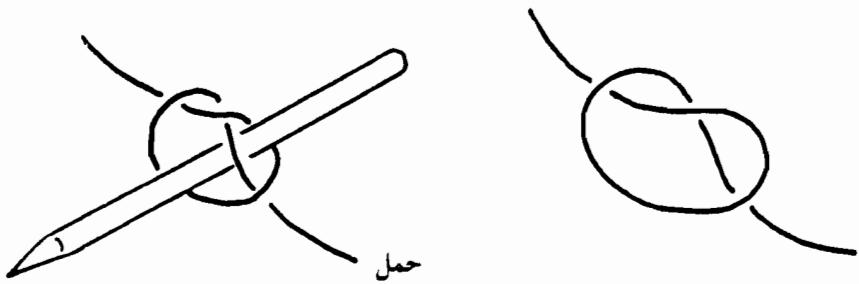
كلنا يحتاج إلى الحبال فى حياته اليومية بدءاً من ربط صندوق ما وانتهاء برفع الأحمال الثقيلة وتثبيتها فى أثناء النقل. وفى كل هذه الأحوال نلجأ إلى عملية الشد سواء لتوثيق العقدة أو لجذب الحمل أو لربط الأشياء بقوة فوق السيارة أو ماشابه ذلك. ومن الطبيعى أننا نلجأ إلى زيادة الشد فى الحبل وتظهر هنا مشكلة القبض على الحبل باليد لزيادة الشد فيه إلى الحد الأقصى ، فإذا نحن نجحنا فى القبض بقوة على الحبل فإن الشد سيكون قوياً فإذا أخذنا الدوبار الرفيع كمثال نجد أن القبض عليه غير سهل لقلة سمكه ... إذن فمن الطبيعى أن نلجأ إلى عمل لفة بالحبل حول كف اليد ..... ولكن ذلك أيضاً يؤلم اليد عند الشد القوى للخيط ... وحتى الحبل السميك نسبياً والذى يصل قطره إلى ١٢ ملليمتراً نجد أنه أيضاً صعب فى القبض عليه باليد إذا نحن شرعنا فى جذبه بكل قوتنا .

لكن إذا نحن استعملنا ذراعاً خشبياً فإن قبضتنا على الحبل أو على الدوبار الرفيع ستكون أفضل وسيمكننا ذلك من جذب الحبل أو الدوبار بقوة أكبر دون أن نحس بألم فى كف اليد .

فكيف نربط هذه القطعة الخشبية المساعدة فى الحبل المراد شده بقوة ؟

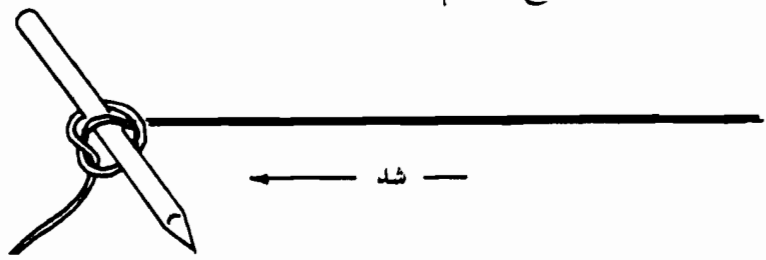
هناك عقدة سهلة ومؤقتة تستخدم فى هذا الخصوص وبمجرد سحب قطعة الخشب من داخل العقدة تنفك تماماً ويعود الحبل لسابق استقامته.

وخطوات هذه العقدة البسيطة نوضحها فى الرسم التالى :



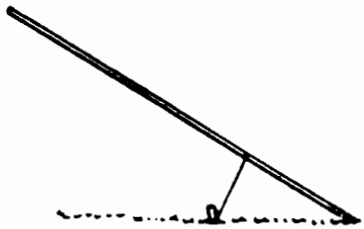
١ـ ابدأ فى عمل طية فى الحبل كما لو كنت تشرع فى عمل عقدة بسيطة .

٢ـ وبدلاً من دفع الحبل خلال الحلقة ادفع العصا المساعدة داخل الحلقة كما هو موضح بالرسم .

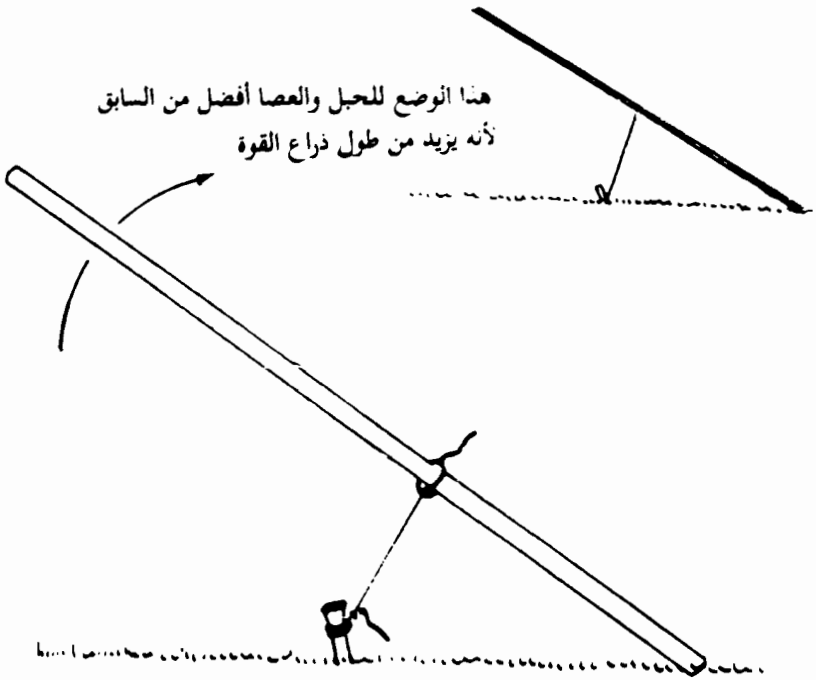


٣ـ ثم استخدم العصا فى جذب الحبل أو الخيط المراد شده بقوة كما بالشكل .

وبجانب الجذب المباشر بالعصا ... فإن هذه العقدة يمكن استخدامها فى عمل رافعة ، فمثلاً إذا كنا نقضى إجازة فى البر ونصبنا خيمة للمبيت فيها وعند الرحيل وجدنا أن أحد الأوتاد المثبتة بالخيمة يصعب خلعه من الأرض فما عليك إذن سوى عمل رافعة بسيطة باستخدام عصا طويلة (يمكن استخدام أحد دعائم الخيمة نفسها) لعمل تجهيزة بسيطة كما هو موضح بالرسم التالى .

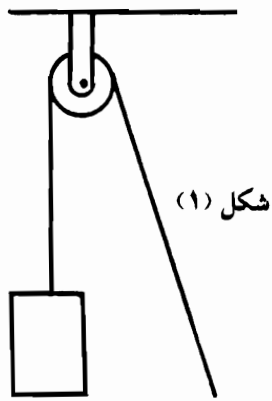


عمل رافعة بسيطة باستخدام عصا طويلة وحبل لإخراج وتد من الأرض .. يراعى هنا أن تكون المسافة من نقطة الارتكاز إلى الوتد قصيرة حتى نستفيد من القوة الناتجة من طول ذراع القوة عن طول ذراع المقاومة

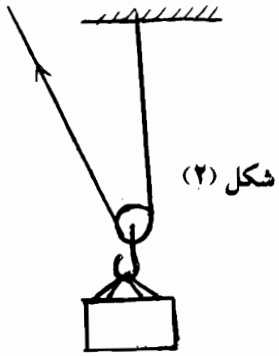


عملية نزع وتد من الأرض باستخدام حبل وعصا طويلة

من المعروف أن استخدام البكرات مع الحبال يضاعف من قوة الشد وبالتالى يقلل من الجهد المبذول ، فمثلاً إذا نحن ثبتنا بكرة فى أعلى جسم ثابت ومررنا حولها حبلاً بأحد طرفيه حمل وجذبنا ذلك الحمل ، فإن الجهد المبذول فى الرفع يساوى ثقل الجسم المرفوع ، وما فعلناه هنا لا يتعدى عكس اتجاه الحركة .. انظر الشكل (١) أما إذا غيرنا من الوضع قليلاً بحيث ثبتنا نهاية الحبل ثم ربطنا البكرة نفسها فى الجسم المراد رفعه أو تحريكه بحيث تكون البكرة حرة ثم جذبنا طرف الحبل المار حول البكرة فإننا فى هذه الحالة سوف نبذل نصف الجهد الذى بذلناه فى الحالة الأولى ... انظر شكل (٢) .



شكل (١)



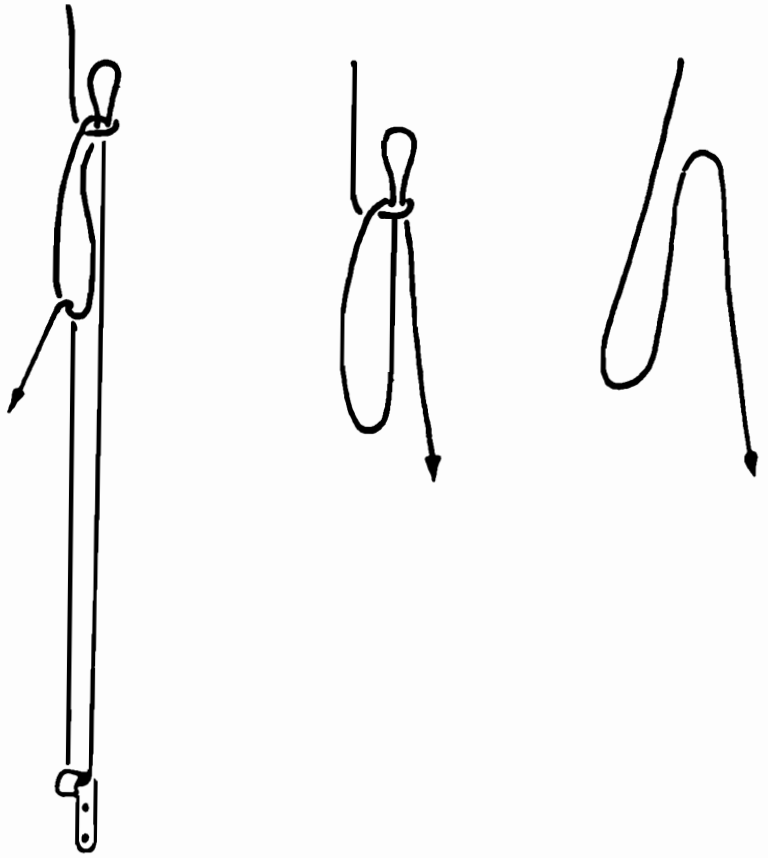
شكل (٢)

١ـ فى حالة البكرة الثابتة قوة الشد تساوى المقاومة المتمثلة فى ثقل الجسم المرفوع .

٢ـ فى حالة البكرة المتحركة فإن قوة الشد الواقعة على محور البكرة يساوى ضعف قوة الشد التى نجذب بها الحبل .

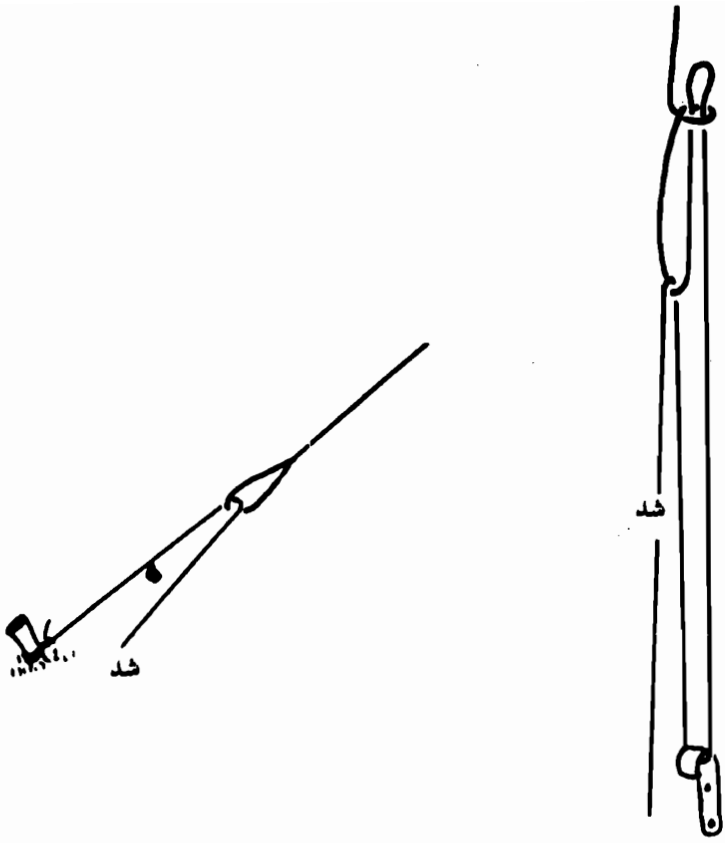
أما إذا استخدمنا الحبال فقط دون بكرات فهناك ترتيب مشابه لذلك الترتيب فى البكرات مع الفارق أن الاحتكاك فى حالة الحبال يكون أكبر منه فى حالة استخدام البكرات ولكن هذا النظام يظل له ميزة توفير الجهد، ومن أشهر استخدامات هذا النظام استخدامه فى شد وتربيط الأحمال فوق عربات النقل الكبيرة .

والخطوات التالية توضح كيفية استخدام طريقة مضاعفة الشد فى عملية ربط حمولات سيارات النقل والتى كثيراً ما نشاهد السائقين ومساعديهم يقومون بها قبل الانطلاق بسياراتهم وعليها الحمولات الثقيلة .



١ـ نطوى الحبل الذى يحزم الحمولة طية على شكل حرف " S " كما بالشكل .

٢ـ نعمل حلقة فى وسط الحبل المفروض شده وننفذ الطرف المزدوج العلوى من حرف " S " خلالها كما هو موضح بالرسم .

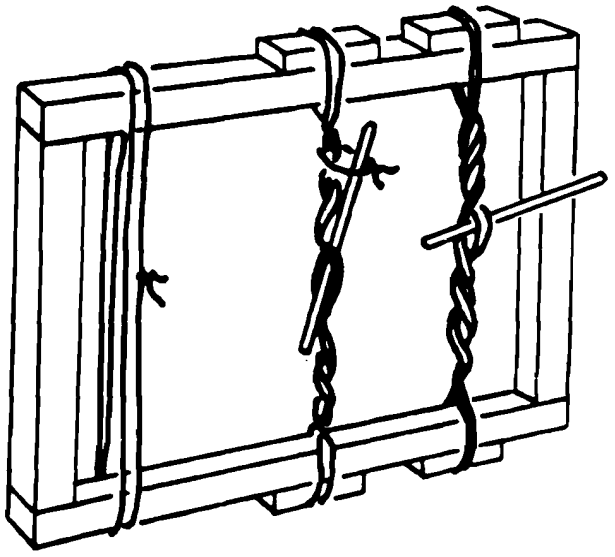


٣ـ ثم نلف الطرف الطويل من الحبل حول الخطاف الموجود فى جانب السيارة ثم نعود به لإمراره داخل الطرف المزدوج السفلى من حرف " S "كما هو موضح بالرسم .

٤ـ ثم نقوم بشد طرف الحبل الطويل بقوة ... عندئذ تعمل العقدة التى عقدناها فى اتجاه الحبل الذى يربط الحمولة وكأنها بكرة متحركة بينما يعمل الطرف الذى لف حول خطاف السيارة وكأنه بكرة ثابتة ، لذلك فنحن نجذب الحبل الذى يربط الحمولة بقوة تساوى ضعف القوة التى نشد بها فعلياً إذا أهملنا القوى الضائعة فى الاحتكاك ، ولكن فى المحصلة نحن نحصل على قوة شد أعلى مما لو جذبنا الحبل على حالته دون إضافة هذه العقدة .

وهناك أيضاً التطبيق العملى للفكرة نفسها عند شد أوتار الخيام ، فمن المفيد جعل حبل الخيمة ينتهى بطرف به حلقة معدنية أو حلقة مشكلة من الحبل ذاته ، ثم نربط حبلاً آخر فى وتد وننفذ ذلك الحبل من خلال تلك الحلقة ، وعند عملية شد حبل الخيمة تتضاعف قوة الشد المبذولة لأن الحلقة تعمل على البكرة المتحركة ، وبالتالى يكون الشد الواقع على طرف الخيمة ضعف قيمة الشد الذى نجذب به حبل الوتد .

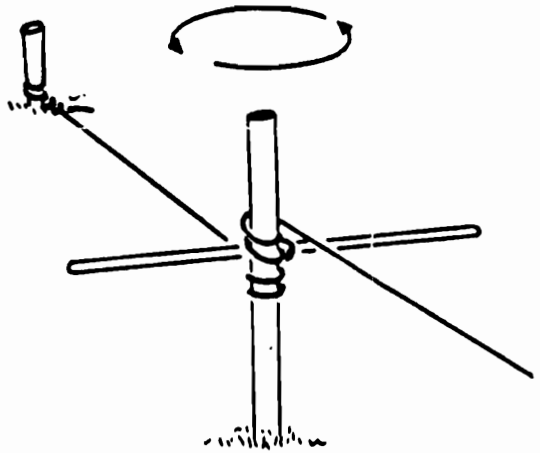
سبق أن أوضحنا كيفية استخدام قوة العصر للحبال فى جمع حزمة من الأخشاب وهناك أيضاً استخدام للقوة نفسها فى تجميع أجزاء خشبية مصنعة مثل إطار خشبى عندما نرغب فى جمع مكوناته لتلصق فى بعضها البعض بقوة حتى يجف الغراء الذى يلصقها .



وذلك بأن نلف عدة لفات من حبل مناسب حول الإطار الجارى تجميعه ثم ندخل عصاً ذات سمك مناسب بين طيات هذه اللفات ونعصر بها الحبل عدة مرات حتى يزيد الشد فى الحبل ضاغطاً على أجناب الإطار مولداً بذلك القوة الضاغطة المطلوبة لإحكام التصاق مكونات الإطار فى بعضها البعض ، وحتى لا تعود العصا للدوران

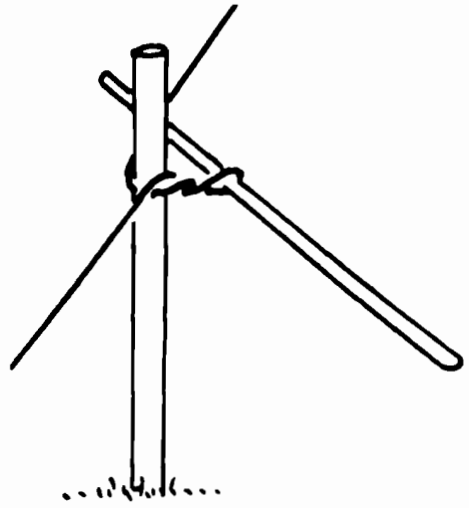
العكسى تحت تأثير مقاومة الحبل لعملية العصر فإنه من الضرورى تثبيت هذه العصا فى الحبل المعصور ذاته لربطها بقطعة من الخيط أو السلك لمنع دورانها ... كما يمكن إطالتها لتتعامد مع الحبل المعصور ولتستند على طرف الإطار كما هو موضح بالشكل .

كما يمكن استخدام قوة عصر الحبال فى جذب جسم فوق الأرض وذلك باستخدام قائم مغروس فى الأرض إضافة إلى وتد نثبت فيه طرف الحبل الآخر .. انظر الشكل .

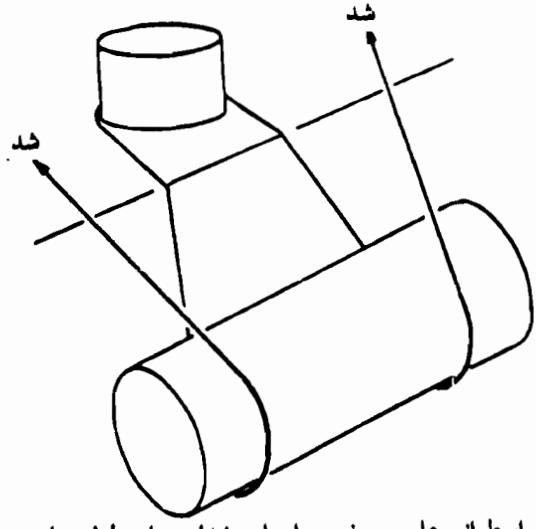


ثم نقوم بلف الحبل حول القائم عدة مرات مستخدمين عصا مناسبة فى هذا العمل .

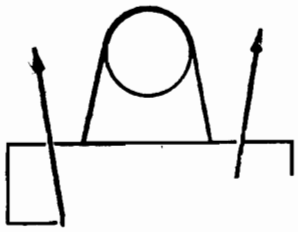
طريقة استخدام قوة العصر فى الحبال لجذب جسم أو لشد حبل مربوط وذلك باستخدام قائم صغير مغروس فى الأرض ونبدأ العملية بأن نلف الحبل عدة مرات حول نفسه باستخدام العصا الصغيرة ثم نقوم بعد ذلك بلف العصا ذاتها حول القائم المغروس فى الأرض مستخدمين إياه كمسند للف الحبل المراد شده بقوة .. انظر الشكل .



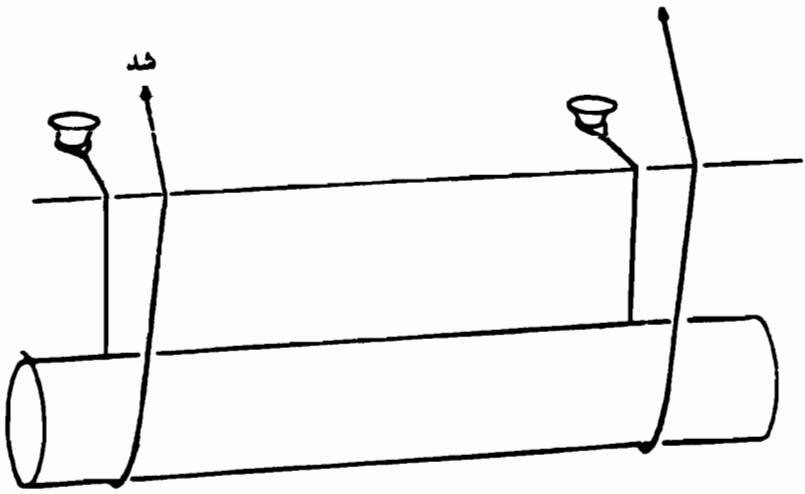
ومن الطرق المستخدمة فى تحريك جسم اسطوانى بالحبال هذه الطريقة التى تعتمد على جسم ثابت فى عمل فكرة البكرة المتدحرجة وهنا يجب الإشارة إلى أننا لا نعانى بهذه الطريقة أى فقد فى القوى نتيجة الاحتكاك . فمن الممكن استخدام هذه الطريقة فى دحرجة برميل من الزيت أو أى شئ اسطوانى مشابه على منحدر أو أعلى رصيف ميناء ، فإن كان الجسم صغيراً فيمكن استخدام حبل بطول مناسب مع الجذب حول نقطة ثابتة قوية كما بالشكل .



رفع برميل أو جسم اسطوانى على رصيف ميناء باستخدام حبل بطول مناسب وجسم ثابت أعلى الرصيف



دحرجة برميل أو جسم اسطوانى أعلى أو أسفل منحدر باستخدام حبل يلتف حول جسم ثابت



أما إذا كان الجسم المطلوب رفعه فمن المستحسن استخدام حبلين ونقطتى ارتكاز قويتين حتى نحافظ على اتزان الجسم أثناء عملية الرفع

* عقد الحبال المتحركة :

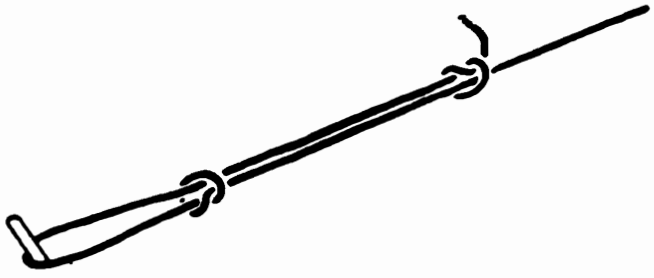
من المفيد فى بعض الأحيان أن نعقد عقداً يمكن ضبطها بتحريكها على طول الحبل مع المحافظة على قوة الاحتكاك التى تحفظ الحمل أو الشد فى الحبل .

فالعقد المتحركة أو المنزلقة التى تعتمد على الاحتكاك مع الثبات فى مكانها لها استخدامات مؤقتة أو حيثما يتطلب الموقف ضبطاً متكرراً فى

الشد مع وجود حمل خفيف ، لأنه من غير الحكمة أن نعتمد على قوة الاحتكاك وحدها فى تثبيت حمل ثقيل أو شئ على وشك الوقوع لأن فى ذلك مخاطرة كبيرة .

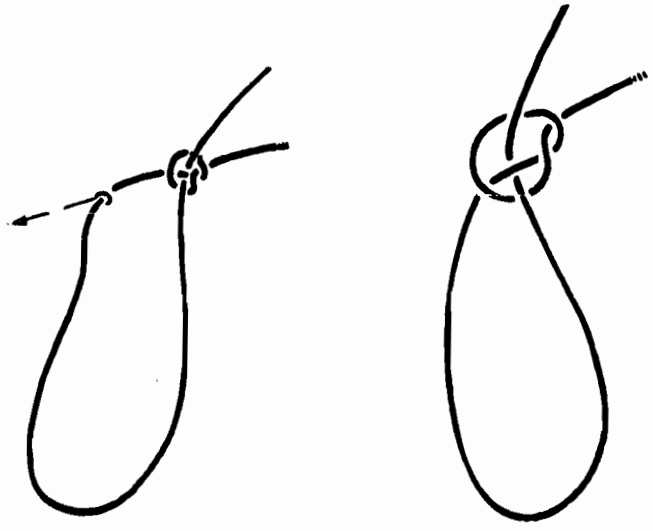
ومن خصائص العقدة المتحركة أنه يمكن ضبط موقعها لشد أو إرخاء الحبل حسب الحاجة ثم نتمكن بعد ذلك من إحكامها باستخدام عقدة إضافية ، وقد سبق الإشارة إلى تلك الخاصية عند ذكر العقدة التى نربط بها الصناديق والطرود .

عادة يزود وتد الخيام بجزء منزلق مصنوع من الخشب أو المعدن وذلك لحفظ الحبل المشدود على وضعه اعتماداً على الاحتكاك الذى ينشأ ما بين ذلك الجزء والحبل ذاته ، وبالمثل يمكننا عمل عقدة لها الخاصية نفسها تستعمل فى الأغراض المشابهة . فعلى سبيل المثال نجد أن متسلقى الجبال عادة يحتاجون إلى عقد متحركة تثبت فى مكانها بالاحتكاك لفترة معينة ثم يحركونها إلى مكان جديد مع صعودهم أو هبوطهم على حواف الجبال مع التحكم الكامل فى وضع هذه العقد .



مثال للعقدة المتحركة التى تستخدم فى ضبط الشد

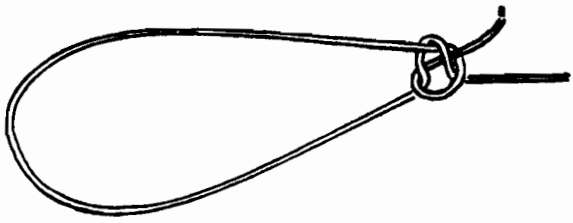
وهناك عقدةمتحركة يستعملها متسلقو الجبال مع أنها غير مفضلة هذه الأيام ، وهى عبارة عن حلقة متغيرة الحجم وهى عقدة بسيطة تحوى داخلها طرف الحبل المكون للحلقة .



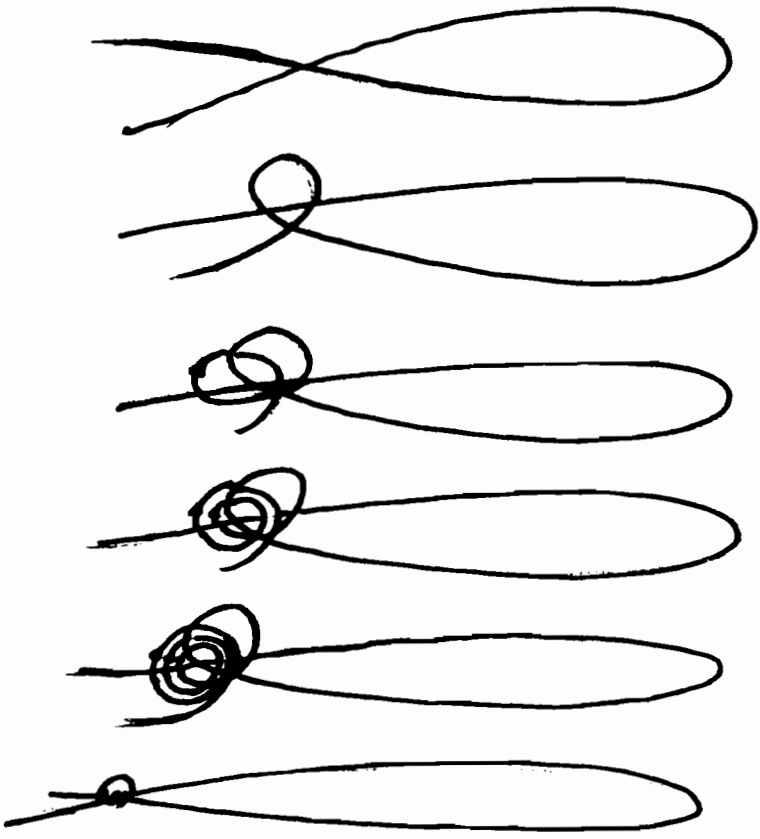
١ـ نعمل عقدة بسيطة بالطرف القصير للحبل المراد عمله كحلقة متغيرة القطر ، ثم ندخل الطرف الآخر للحبل داخل تلك العقدة ليتكون بذلك الشكل الحلقى المطلوب مع مراعاة عدم إحكام العقدة إلا بعد تحديد القطر المطلوب للحلقة .

٢ـ بشد الطرفين المكونين للعقدة البسيطة يتم إحكامها حول الحبل النافذ وسطها وبذلك نتحكم فى الحلقة طولاً وقصراً .

أما صائدو الأسماك فقد اخترعوا العديد من العقد المتحركة وهى عادة تستخدم فى عمل نهايات حلقية فى طرف خيط الصيد بعضها يعتمد على لفات عديدة لخيط الصيد كالخطوات التالية :



شكل العقدة بعد جذب الأطراف وإحكامها



١ـ اطو خيط الصيد على نفسه لتكوين حلقة بيضاوية .

٢ـ اعمل حلقة صغيرة بالطرف القصير للخيط مع إبقاء جزء آخر لعمل باقى خطوات العقدة .

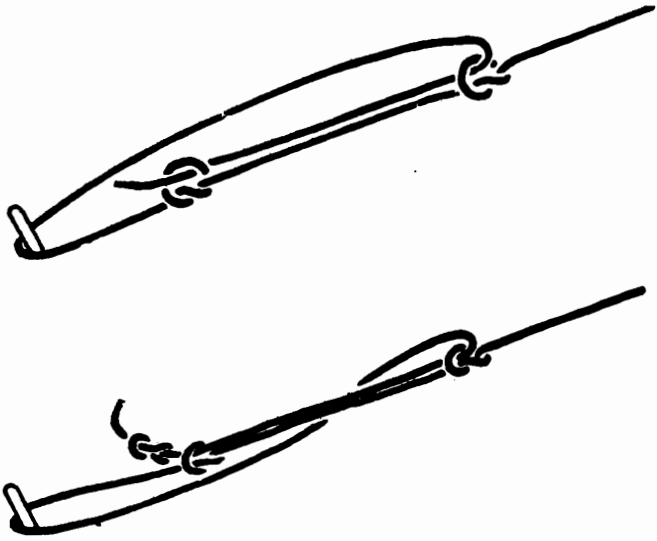
٣ـ انفذ الطرف القصير مرة داخل الحلقة الصغيرة بحيث تلف أيضاً حول الطرف الطويل .

٤ـ اعمل لفة ثانية فى نفس الاتجاه وبنفس الطريقة السابقة .

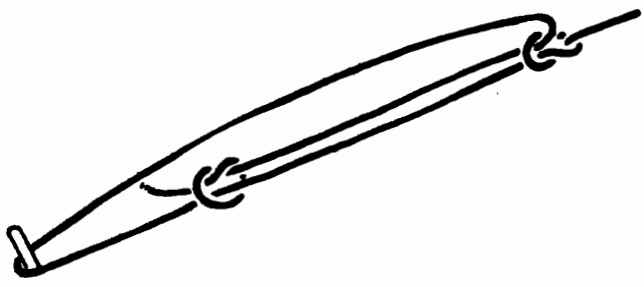
٥ـ اعمل لفة ثالثة مثل السابقة أيضاً .

٦ـ بجذب طرفى العقدة يتكون لديك حلقة طرفية متحركة يمكن تقصيرها أو إطالتها حسب الحاجة .

مثال لعقدة متحركة بعقدتين على الجزء الأساسى من الحبل مع ترك طرف طويل بدرجة كافية ثم نمرر هذا الطرف الطويل داخل العقدتين كما بالشكل ويتم إحكام هذه العقدة عن طريق جذب هذا الطرف بقوة حتى يتم الشد وكذلك يتم إحكام العقدتين على هذا الطرف فى نفس الوقت ، فإذا رغبنا فى إغلاق هذه العقدة فعلينا بعمل عقدة طرفية بالقرب من العقدة السفلى الموجودة على الحبل الأساسى كما هو موضح بالشكل الآتى .

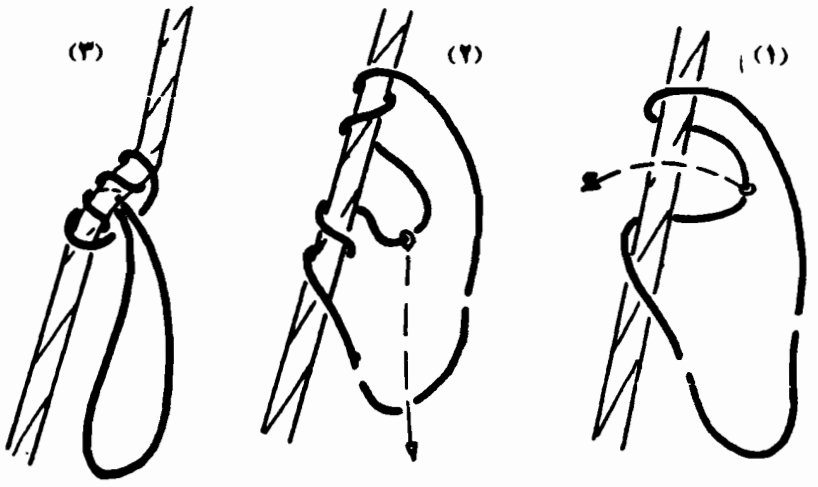


مثال لعقدة متحركة قد تم تثبيت الطرف السفلى منها فى الحبل الرئيسى للاستفادة من قوة الاحتكاك لإغلاق العقدة وتثبيت قوة الشد فى الحبل .



من أشهر العقد المتحركة عند متسلقى الجبال عقدة « بروسيك » وتصنع هذه العقدة من حلقة من حبل وهذه الحلقة إما أن تكون من قطعة حبل قد نسجت نهايتها مع بدايتها بحيث تكون الحلقة متينة لسلامة المستخدم ومن الجائز أن تكون هذه الحلقة من الحبال التى يحتفظ بها عادة المتسلق حول وسطه وعندئذ يمكنه غلقها عن طريق عقدة الصياد المزدوجة السابق الإشارة إليها حتى تتوافر للحلقة المتانة المطلوبة بالرغم من أنها كبيرة الحجم نسبياً .

ولعمل عقدة « بروسيك » خذ الحلقة المغلقة من الحبل الرفيع ولف بها حول الحبل المتدلى « السميك » ثم تابع لف الحلقة مرة أخرى ثم اجذب الطرف المزدوج بعد ذلك ليصبح هو الطرف الذى يحمل الثقل المطلوب تعليقه فى الحبل الرئيسى ..... انظر الأشكال ١ ، ٢، ٣

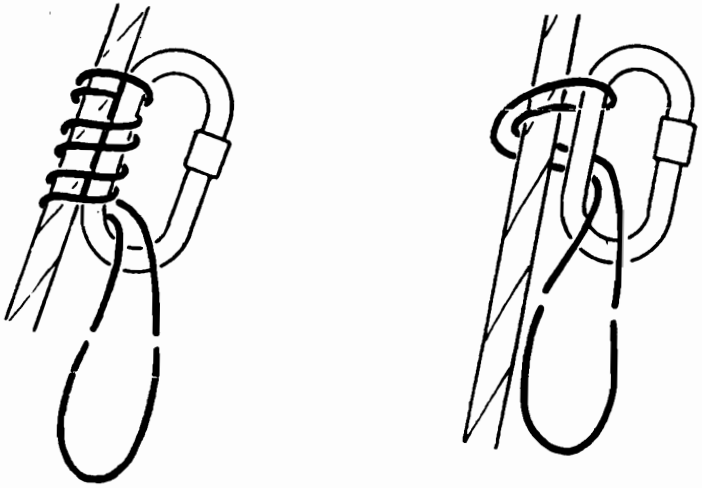


استخدام حلقة مغلقة من الحبل فى عمل حلقة فرعية على حبل رأسى وهى الطريقة التى يستخدمها متسلقو الجبال أثناء ممارستهم لهذه الرياضة

وبتحميل الحلقة المتدلية من الحبل الرئيسى نجد أن الحبل الرئيسى قد حدث فيه بعض الالتواء وهو ما يساعد على وجود احتكاك قوى ما بين لفات الحلقة والحبل الرئيسى .

أما إذا رفعنا الحمل عن تلك الحلقة الفرعية فإنه من الممكن تحريك العقدة والحلقة معاً بقبضة اليد إلى مكان جديد أعلى وأسفل ذلك المكان على الحبل الرئيسى المتدلى ، ومن الجدير بالذكر أيضاً أن لاعبى السيرك يستخدمون هذه العقدة فى بعض ألعابهم التى يتدلى فيها لاعب السيرك من حبل طويل ينزل من قمة خيمة السيرك ويقوم بألعاب بهلوانية ممسكاً بيده أو بقدمه فى حلقة فرعية مربوطة بهذه العقدة فى الحبل الرأسى السميك .

كثيراً ما نرى متسلقى الجبال وهم يستخدمون الحلقات المعدنية المغلقة إما بصامولة ربط أو بذراع ذى ياى قوى وعند الحاجة إلى رباط تلك الحلقات إلى الحبل الرئيسى يمكننا عمل ذلك باستخدام حلقة من الحبال بسمك أقل من الحبل الرئيسى كما هو موضح بالشكل التالى .



١ـ ندخل حلقة الحبل داخل الحلقة المعدنية ثم نبدأ فى لف الطرف المزدوج للحبل الرفيع حول الحبل الرئيسى .

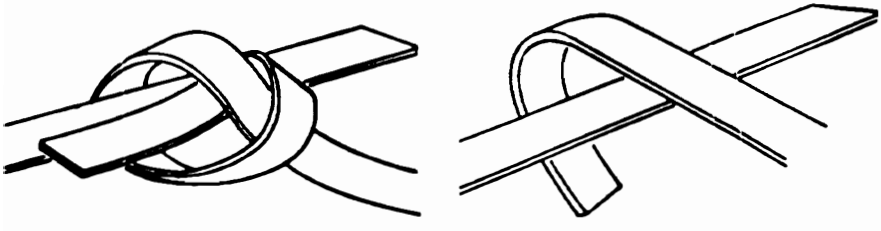
٢ـ نكمل بعدد مناسب من اللفات بالحبل الرفيع حول الحبل الرئيسى مع ترك الجزء الزائد يتدلى .

* ربط الشرائط المستطيلة المقطع :

إن الشرائط المسطحة ذات المقطع المستطيل الشكل مثل شرائط الجلد أو المطاط حتى المجدول منها لا يمكن ربطه بالعقد مثل الحبال ذات المقطع الدائرى الشكل . فإن كان الشريط المراد ربطه ليناً بما فيه الكفاية فإن عقده بطريقة الحبال سوف تغير من شكله ليصبح تقريباً فى شكل الحبل ... ولكن الشكل العام للشريط سوف لا يصبح متجانساً .

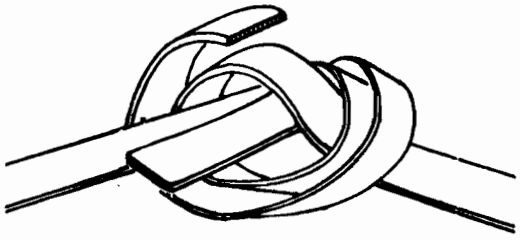
أما الشرائط الصلبة أو السميكة نسبياً كما هو الحال فى الشرائط المستخدمة فى الأدوات الرياضية وأدوات تسلق الجبال فهذه لا يمكن عقدها بعقد الحبال التى ذكرناها فى السابق فأدوات تسلق الجبال بها أنواع من الشرائط الصلبة لدرجة أنها لا تنثنى بسهولة ... ولا تسمح قواعد الأمان للمتسلقين بأن تعصر هذه الشرائط عند ربطها فى بعضها البعض

والخطوات التالية توضح طريقة ربط شريط بآخر وهى ما تسمى بعقدة متسلقى الجبال للشرائط .

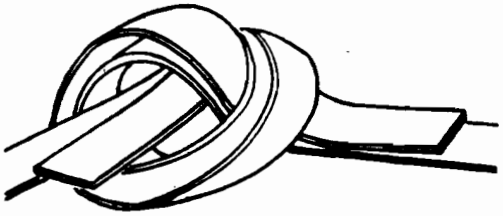


١ـ ضع طرفى الشريط فوق بعضهما البعض واترك أحدهما باستقامته ولف الآخر حولها .

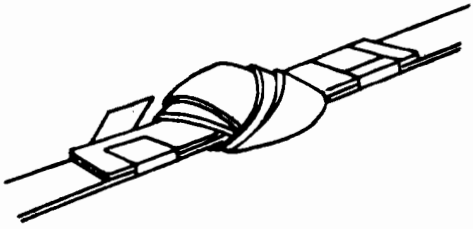
٢ـ اصنع عقدة بسيطة بطرفى الشريطين دون أن تلوى أياً من الشريطين بحيث ينتهى طرف كل منهما فوق الجزء الطويل من الشريط المقابل .



٣ـ لف الجزء الطرفى الثانى ولفه مرة ثانية حول العقدة من الاتجاه الآخر كما هو موضح بالشكل . حتى تمتد هذه النهاية الطرفية على الجزء الطويل المقابل .



٤ـ أدخل هذا الطرف من داخل العقدة واجعله يستلقى على الطرف الطويل للشريط كما هو موضح بالشكل ، ومع شد الأطراف فإن العقدة سوف تنضم ويستطيل الطرفان القصيران ، لذلك يجب استعمال شريط لاصق لتثبيتهما فوق الطرفين الطويلين من الشريط كما هو موضح بالرسم .



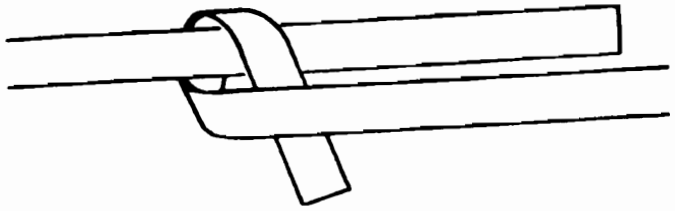
٥ـ تثبت الطرفين بالشريط اللاصق بعد إحكام الربط .

وتصلح عقد الشرائط لخامات عديدة ذات المقطع المستطيل الشكل مثل الجلد الطبيعى والصناعى والخيزران الذى تقطع منه شرائح تستخدم

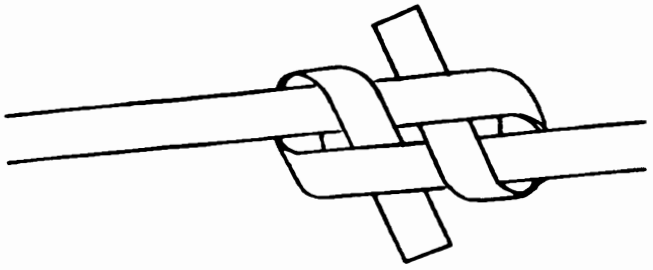
فى صناعة الكراسى وحتى الأعشاب والنباتات ذات الأوراق الطويلة مثل البردى وأوراق النخيل .

وهناك عقدة تسمى عقدة الأعشاب تصلح لجميع الشرائط ذات المقطع المستطيل الشكل ومع أنها لو طبقت على الحبال تفشل وتصبح غير مأمونة على الإطلاق ، فإنها تصلح تماماً فى الخامات المسطحة أو الشريطية الشكل التى تحتفظ بشكلها بعد الربط وسنبين هذه العقدة بالخطوات التوضيحية التالية .

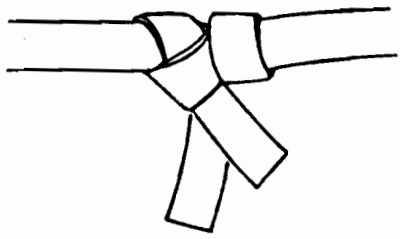
١ـ ضع طرفى الشريطين فى وضع متقابل ومتوازٍ ثم لف أحدهما حول الآخر ومروره من تحت نفسه كما هو موضح بالشكل .



٢ـ افعل نفس الشئ مع طرف الشريط الآخر كما هو موضح بالرسم .



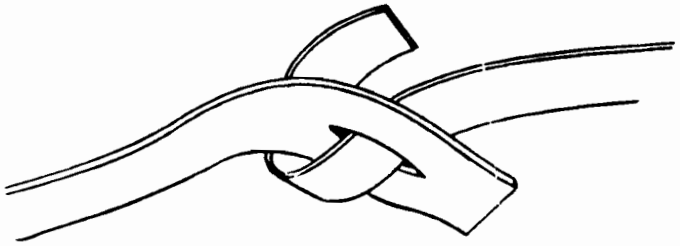
٣ـ ضم الطرفين والعقدة جيداً حيث نجد العقدة وقد أحكمت ، والطرفين متلاصقين كما يمكن عمل لفة أخرى بأحد الطرفين لتبرز فى اتجاه الطرف الآخر كما هو موضح بالشكل .



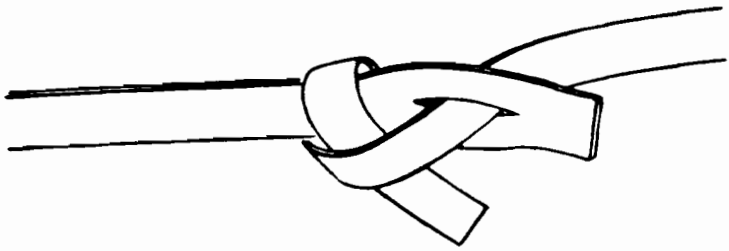
ويجب فى هذه العقدة على وجه العموم ترك طول طرفى كافٍ لتأمين العقدة ضد الانفلات فيما لو كان الطرفان قصيرين بدرجة تسمح بخروجهما من الربطة .

أما الشرائط المصنوعة من الجلد الطبيعى فإن فيها خاصية لطيفة هى عدم امتداد الفتحات التى نصنعها فى وسطها وقد مكنت هذه الخاصية عمل عقد رباط خاصة بالشرائط المصنوعة من الجلد الطبيعى وسنورد هنا مثالاً على ذلك فى الخطوات الآتية :

١ـ اعمل فتحة طولية فى أحد الشريطين بطول كافٍ لإمرار الشريط الجلدى المقابل الذى نرغب فى ربطه فى الأول ، علىً أن تكون هذه الفتحة على بعد مناسب من طرف الشريط الجلدى حتى لا تصبح الفتحة عرضة للانشقاق لو قربت كثيراً من الحافة ثم مرر الشريط الآخر خلال تلك الفتحة الطولية كما هو موضح بالشكل .

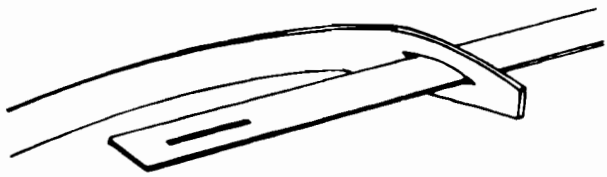


٢ـ ثم اطو الشريط على نفسه ومن حول الشريط الذى به الفتحة بحيث يكون لدينا عقدة نحكمها بجذب الطرفين جيداً كما بالشكل .

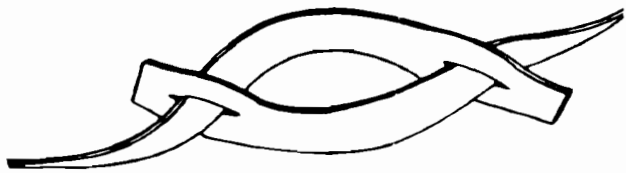


ويمكن أيضاً وصل الشرائط الجلدية بعمل فتحة على كل جانب من جانبى الشريطين .

١ـ اعمل فتحة كافية فى كل طرف وانفذ الطرف الأول من فتحة الطرف الثانى كما هو موضح بالرسم .



٢ـ ثم أدخل نهاية الشريط الثانى فى فتحة الشريط الأول .



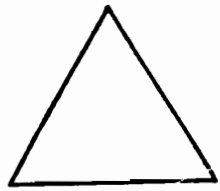
٣ـ وبجذب الشريطين فى اتجاهين متضادين تحكم العقدة كما هو موضح بالرسم .

* ربط العيدان والعروق الخشبية :

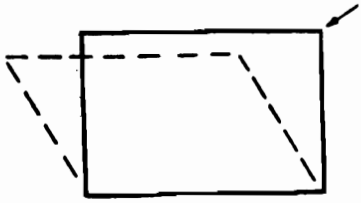
كثيراً ما نحتاج فى حياتنا العملية إلى ربط أخشاب على هيئة عيدان أو عروق فى بعضها البعض لإنشاء بناء مؤقت على هيئة سقالة كالتى يستعملها عمل البناء أو لنصب خيمة أو تعليق شئ مؤقت وحتى فى أعمال الديكور لواجهات الفيلات قد يلجأ البعض لعمل برجولات من أخشاب الشجر الطبيعى ووصلها ببعضها البعض بالحبال عن طريق ربطات منسقة تعطى منظراً جمالياً للمكان .

وأهم شئ فى ربط أخشاب السقالات التى تحمل العديد من العمال فوقها هو عدم انزلاق هذه الربطات لأن انزلاقها يعنى موت من فوقها من عمال ، لذلك يجب العناية الفائقة عند عمل هذه السقالات ومن حسن الحظ أن المهارات المطلوبة لهذا العمل سهلة وميسورة .

وهناك بعض القواعد الهندسية المرتبطة بهذا الموضوع والتى أثبتت الخبرة العملية صحتها ... أهم هذه القواعد أن الشكل المثلث لا يمكن تغيير شكله بالدفع بينما الشكل الرباعى يسهل انبعاجه إذا أثرت عليه قوة خارجية .

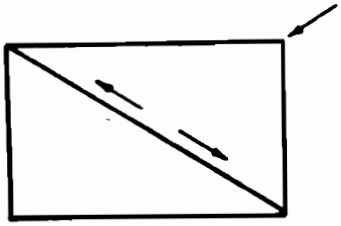


الشكل الثلاثى الأضلاع يمثل أكثر الأشكال ثباتاً إذا ربطنا ثلاثة عيدان من أطرافها على شكل مثلث ، فإنه يصعب تغيير شكله بأى قوة خارجية

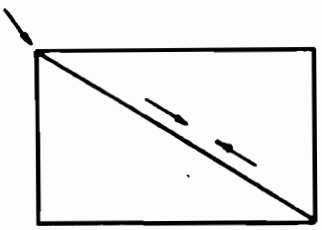


أما الشكل الرباعى مثل المستطيل فيمكن أن يتغير شكل أضلاعه إذا أثرت عليه قوة خارجية بسيطة كما هو موضح بالشكل

من منطلق هذا المبدأ نخلص إلى أنه يجب تقسيم أى بناء هيكلى بالعيدان أو العروق الخشبية إلى مثلثات ، فإذا نحن أضفنا قطراً إلى أى شكل رباعى فإنه يقسمه إلى مثلثين .

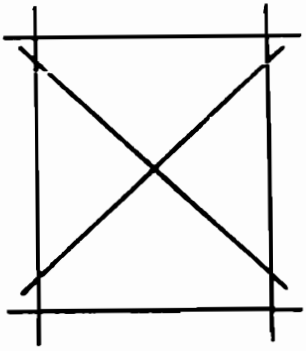


إضافة وتر إلى الشكل الرباعى يحوله إلى مثلثين حتى إذا أثرت عليه قوة خارجية كما هو موضح بالشكل فإن هذه القوة تتحلل إلى قوة شد فى اتجاه طول هذا المثلث



أما إذا كانت القوة المؤثرة على ذلك الشكل الرباعى فى اتجاه الركن الآخر فإن هذه القوة تتحلل إلى قوة ضغط فى نفس القطر ولا يحدث فى الحالتين أى انبعاج للشكل العام للهيكل

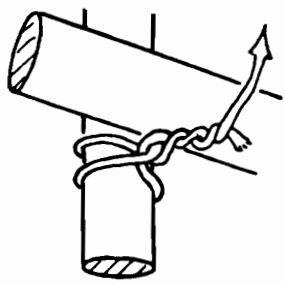
أما إذا أضفنا للهيكل ضلعين آخرين على هيئة قطرين متقاطعين فإن ذلك من شأنه إضفاء قوة أكبر على متانة الهيكل بحيث يسند ويقوى كل قطر الآخر ، فالقطر الذى يحاول الانثناء تحت تأثير القوى الواقعة عليه سوف يلقى دعماً من القطر الذى تؤثر عليه قوى الشد الطولى وهكذا .



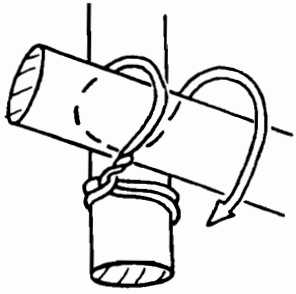
من المفضل أن تكون الأخشاب التى نصنع منها هياكل عن طريق الربط بالحبال مستقيمة وأن تكون ذات مقطع متساوٍ أى أنه يفضل ألا يكون به أشكال مخروطية ، كما يجب أن تكون الحبال التى نربط بها

العيدان أو العروق ذات قطر صغير بالمقارنة بالعيدان أو الأخشاب التى تربط بها . ذلك أن عدة ربطات من حبل رفيع تكون فى الواقع أقوى من الربطات الأقل بحبل سميك ومن المستحسن فى هذا المجال استخدام حبال خشنة تبرز منها الألياف عن تلك الحبال الناعمة الملمس ذلك أن الحبال الخشنة كتلك المصنوعة من ألياف النخيل والكتان تتماسك بطريقة أفضل من الأخشاب عند رباطها حولها ، ويجب الابتعاد عن الحبال النايلون التى تستطيل مع الشد لأن الرباط بها قد يوسع الربطة ويسبب تفكك الهيكل . وعلى سبيل المثال إذا أردنا ربط عرق خشبى سمكه ٣ بوصات ، فإننا يجب أن نستعمل حبلاً سمكه $\frac{1}{4}$ بوصة مع مراعاة ألا يكون الحبل صلباً بدرجة كبيرة حتى يمكنه أخذ شكل التقاطع الذى سيربط عليه .

ومن أشهر الربطات للعروق الخشبية ربطة العروق المتعامدة ، حيث يربط عرق خشبى فى وضع عمودى على عرق قائم وتؤثر القوة الخارجية على الربطة بحيث نحاول جعل أحد العرقين ينزلق فوق العرق الآخر ، وتقاوم قوى الاحتكاك ما بين العرقين وما بين الحبال والعرقين ذلك الانزلاق .



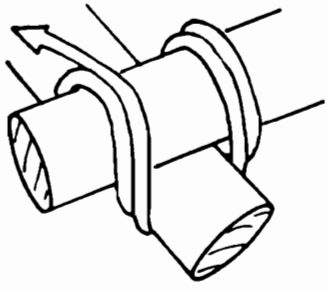
شكل (١)



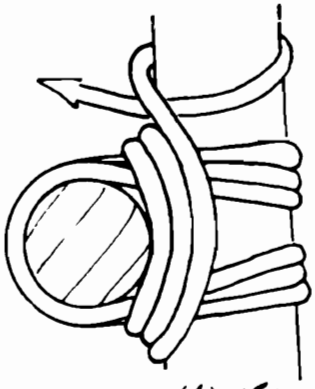
شكل (٢)

نبدأ خطوات هذه الربطة بعمل عقدة بسيطة حول العرق القائم وتحت العرق المقاطع له مباشرة ... شكل (١) . ثم نلف الحبل حول العرقين عند نقطة التقاطع كما هو موضح بالشكل رقم (٢) مع مراعاة

الشد أثناء عملية اللف بالحبل حتى تنتج الربطة كلها بطريقة متينة لا تسمح بالانزلاق ـ ويراعى هنا أيضاً عدم عمل أى لفات فى اتجاه قطرى فيما بين العرقين ويجب عمل ٣ لفات على الأقل بالحبل حول نقطة تقاطع العرقين .

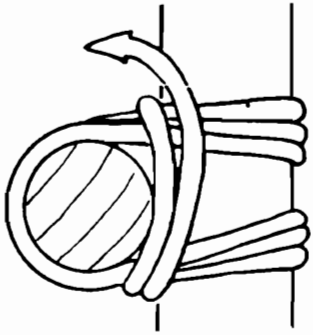


شكل (٣)



شكل (٤)

ولا تدع اللفات تعلو بعضها بعضاً بل اجعلها متجاورة ومتلاصقة .. شكل (٣) ويتم إحكام هذه اللفات بعمل عدد من اللفات المتعامدة عليها .. شكل (٤) مع إحكام الشد مع كل لفة من لفات الحبل أيضاً.

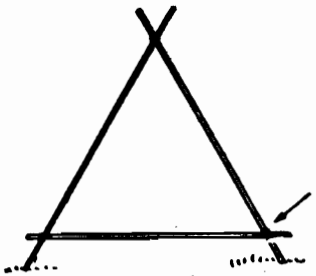


شكل (٥)

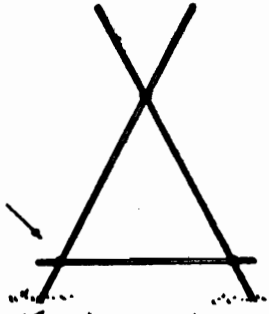
ومع الاحتفاظ بالشد فى الحبل فى اللفات الأخيرة الحاكمة للعقدة يمكن إنهاء العقدة برباط الحبل حول القائم الرأسى كما هو موضح فى الشكل رقم (٥).

* ربطة المقص :

ويقصد بهذه الربطة ربط عودين طويلين من الخشب أو المعدن بغرض فتحها فيما بعد فيما يشبه حركة المقص بحيث تكون الربطة هى نقطة الارتكاز التى ينفتح حولها طرفا المقص وعادة نعمل هذه الطريقة باستخدام هذا الشكل المثلثى المتكون لعمل دعامة فى الهيكل أو لتثبيت شئ فوقها أو ما شابه ذلك كما هو موضح بالشكلين التاليين (١) ، (٢) .



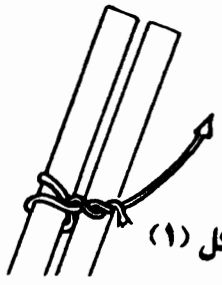
شكل (١) ربط أعواد بطريقة المقص ثم فتح الطرفين للحصول على الشكل المثلث



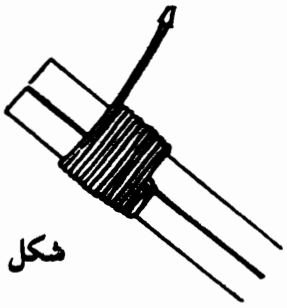
شكل (٢) ربط عودين على شكل مقص مع امتداد الطرف الآخر للعودين وهذه الطريقة عادة ما تعمل فى الكبارى الخشبية المربوطة بالحبال

وفى الحالتين من الممكن ترك طرفى (المقص) السفلى حرين دون رباط وغرسهما فى الأرض مثلاً لتحقيق الثبات أو يمكن ربطهما معاً بعارضة أفقية لتأمين ساقى المقص ضد أى احتمال للتحرك والآتى بعد خطوات عمل هذه الربطة المسماة بربطة المقص .

١ـ نبدأ بوضع العودين المراد ربطهما بجوار بعضهما مع تسوية حافتيهما العليا ثم نربط الحبل حول أحد العودين كما هو موضح بالشكل رقم (١) .



شكل (١)



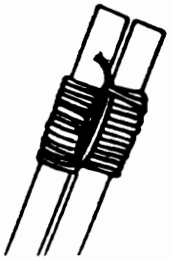
شكل (٢)

٢ـ ثم نلف الحبل حول العودين معاً ، مع مراعاة أن تكون هذه اللفات مشدودة ومتجاورة ، لكن لا نغالى فى الشد لأننا سنحتاج إلى فتح العودين فيما بعد [شكل رقم (٢)] .

وعادة يكون طول اللفات الموجودة على العودين مساوياً تقريباً ، حاصل جمع سمكى العودين لأن زيادة عدد اللفات على ذلك قد يؤدى إلى عدم إمكانية فتح العودين عن بعضهما .

٣ـ افتح ساقى العودين قليلاً مع الإبقاء على الحبل مشدوداً ثم أدخل الحبل ما بين العودين ثم اعقد الحبل على اللفات فى ثلاث لفات كما هو موضح بالشكل رقم (٣) .

شكل (٣)



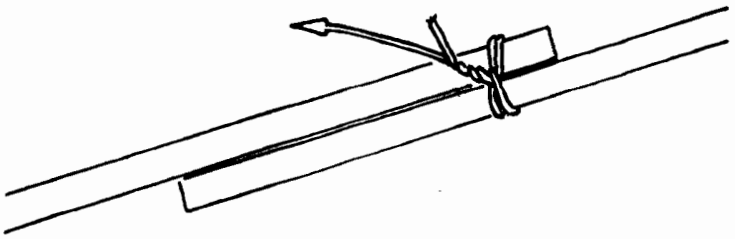
شكل (٤)

٤ـ ثم تنهى الربطة بلف الحبل حول أحد العودين ربطة تأمين لطرف الحبل حتى لا ينفك عند التحميل .

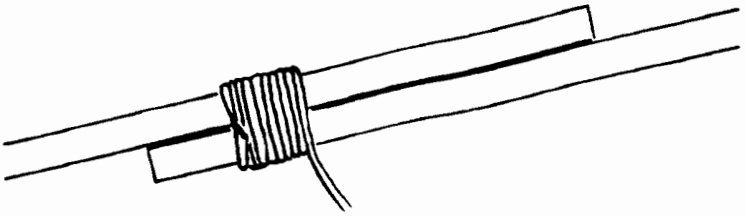
كثيراً ما نحتاج لوصل عودين من طرفهما طولياً لزيادة الطول الكلى للعود فى الاستخدامات المختلفة وهنا لا بد من عمل طول مشترك لضمان المتانة ، لذلك نستخدم ربطتين فى كل وصلة نعملها لتطويل أى عود ... انظر الشكل .

ولربط عرقين من الخشب مع ضمان قوة الربط فى منطقة الوصل وذلك بغرض زيادة الطول الكلى يمكننا اتباع الخطوات التالية .

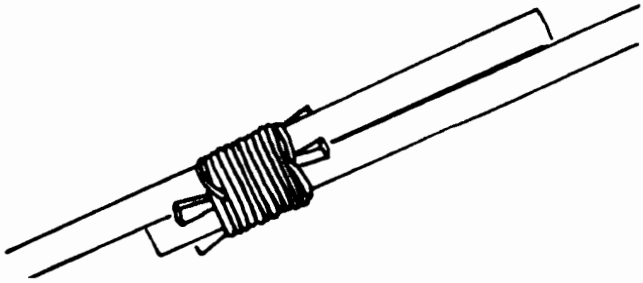
١ـ ضم العرقين مع بعضهما البعض مع وجود طول متداخل بينهما ثم ابدأ فى ضم العرقين باستخدام عقدة ربط العيدان مع بعضها والتى سبق شرحها فى الكتاب ، ثم ابدأ عملية الربط من طرف الجزء المتداخل كما هو موضح بالشكل .



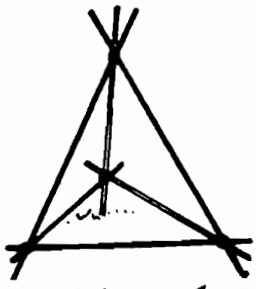
٢ـ لف عدداً مناسباً من اللفات بالحبل حول العرقين بما يضمن قوة التماسك بينهما حتى يكون طول اللفات مساوياً تقريباً لضعف سمك العرقين المربوطين معاً . كما هو موضح بالشكل .



٣ـ يتم إنهاء الربط بعمل عقدة حول العرقين معاً حتى لا ينفلت الحبل مع الاستعمال . وإذا رغبنا فى زيادة قوة التماسك فى منطقة الربط فيمكننا استخدام عدد من الخوابير الخشبية بدقها ما بين الحبل والعرقين لإحداث ضغط فيما بينهما يساعد على قوة الربط كما هو موضح بالشكل .

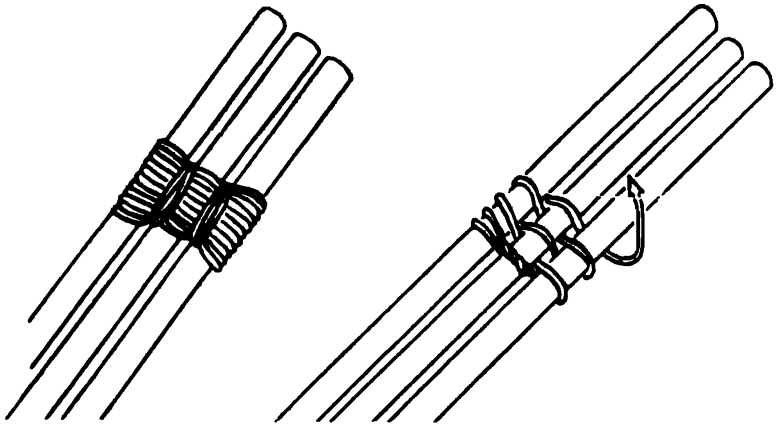


وهناك طريقة أخرى لربط ثلاثة أعواد مع بعضها البعض لعمل حامل ثلاثى الأرجل من ذلك النوع الذى يمكن تعليق أى شئ عليه ، والأرجل الثلاث إما أن تدفن فى الأرض لتثبيتها فى مكانها أو يمكن الاستعاضة عن ذلك بعمل أضلاع سفلية ثلاثة تربط ما بين هذه الأرجل الثلاثة لمنع انزلاقها عند الاستعمال ... انظر الشكل .



حامل ثلاثى الأرجل يمكن استعماله فى حمل الأثقال وتعليق الأشياء

لربط ثلاثة أعواد مع بعضها تمهيداً لعمل حامل ثلاثى كالموضح فى الرسم السابق نبدأ بأن نضع العيدان الثلاثة مع بعضها ونبدأ بعمل ربطة حول العود الطرفى ثم نمر بالحبل فوق العود التالى وبعد ذلك من تحت العود الثالث ثم نعود به أسفل الثانى ثم أعلى الأول وهكذا كما هو موضح بالرسم ولا يجب الإكثار من عدد هذه اللفات حتى يمكننا فتح أطراف الحامل فيما بعد كما أن شد الحبل عند عمل هذه الربطة يجب ضبطه حسب اتساع فتح الأرجل الثلاث المرغوب ، فإن كان الفتح قليلاً وجب شد الحبل بقوة وإن كان الفتح المطلوب كبيراً وجب أن يكون الشد خفيفاً عند ربط الحبل حول العيدان .



وبعد إنهاء اللفات قم بعمل ربطات طولية فى اتجاه طول العيدان مع بعضها البعض كما هو موضح بالشكل ، ثلاث لفات فى كل فتحة بينية تكفى لهذا الغرض ، ثم انه العقدة بربطة تمنع فك اللفات . ثم افتح أطراف الحامل الثلاثى واربطَ الأضلاع الأفقية السفلية لمنع انزلاق الحامل وثبات أرجله الثلاثة .

* استخدام أطراف الحبال فى عمل حلقات بإعادة جدلها :

كثيراً ما تكون عملية إعادة جدل أطراف الحبال الثلاثة بعد فكها وإدخالها داخل طيات الحبل نفسه للحصول على حلقة محكمة دون أى زوائد أو عقد ظاهرة هى الأكثر قبولاً من ناحية الشكل .

والحلقة المصنوعة بطريقة جدل الأطراف هذه يجب أن تكون من المتانة بحيث لا تنفك مطلقاً مع الحمل ، وهى ليست قوية قوة الحبل المجدول ذاته ، ولكن قوتها أقرب ما تكون إلى قوة الحبل ، وهى فى العموم أقوى من أى عقدة وقد وجد عملياً أن الحبل قد ينقطع أولاً قبل أن تنفصل الحلقة المصنوعة بطريقة جدل الأطراف إذا ما زاد الحمل بدرجة عالية تفوق طاقة تحمله .

وتقوم فكرة عمل الحلقات بجدل الأطراف هذه على إدخال أطراف الحبل المفكوكة داخل طيات الحبل وجدلها معها بحيث يزيد الحمل