

الباب السابع

النقل الآلى للمواد الغير سائلة

MECHANICAL HANDLING OF MATERIALS

نقل المواد عادة يعنى حركتها فى اى اتجاه ويشمل ذلك حركتها مباشرة الى اعلى او اسفل او بميل او حركتها افقيا . وتمر المواد الصلبه (الغير سائله) والنصف صلبه (العجائن) بمراحل عديدة اثناء تصنيعها وبالتالي فانها تنقل بواسطة انواع متعددة من وسائل النقل .

فاذا تتبعنا مادة ما من وقت استلامها بالمصنع الى ان يتم تصنيعها وتخزينها فانها تمر بالخطوات الآتية :-

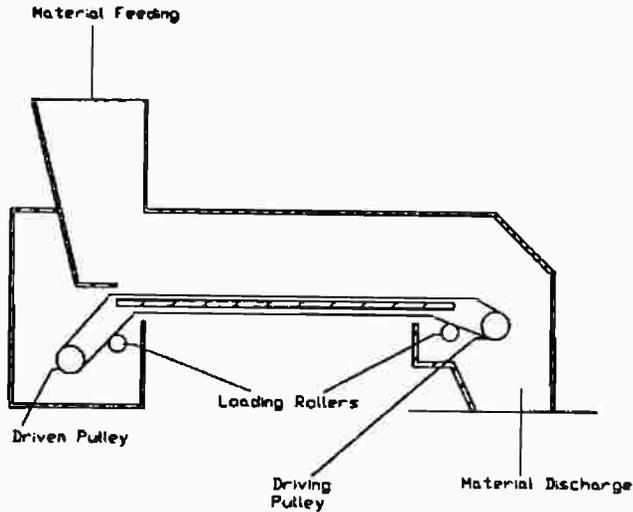
- ١- التفريغ من عربات النقل .
- ٢- وضع المادة على عربات خاصة تسمى الزحافات Skids .
- ٣- استخدام الاوناش Cranes او عربات الشوكة Fork Trucks فى نقل الزحافات الى اماكن المراجعة والتفتيش ثم تنقل مره اخرى الى المخازن العامة .
- ٤- تفريغ المواد على ناقل او اكثر Conveying Elevator وتنقل بواسطتها الى اعلى لتخزينها فى المخازن .
- ٥- تنقل المواد من المخازن بواسطة عربات الشوكة او السواقى Bucket Conveyors الى اماكن التصنيع .
- ٦- تستخدم السواقى او الناقلات الحلزونية (البريميه) Screw Conveyors فى تلقيم احدى ماكينات التصنيع .
- ٧- تنقل المادة من آلة الى اخرى حتى تتم عملية التصنيع التالىه وتستخدم فى نقلها السيور الناقله Belt Conveyors او البريمات الناقله .
- ٨- بعد الانتهاء من عمليات التصنيع المختلفه تنقل المادة المصنعه باحدى وسائل النقل المناسبه الى اماكن التخزين حيث يتم توزيعها من المصنع .

والوسائل المستخدمة فى النقل يمكن تقسيمها كالاتى :

- | | |
|--|--------------------------|
| 1- السيور الناقله | Belt Conveyors |
| 2- الجنازير او السلاسل الناقله | Chain Conveyors |
| 3- الناقلات الحلزونية (البريمات الناقله) | Screw Conveyors |
| 4- القواديس والسواقى الرافعة | Bucket Elevators |
| 5- الناقلات المستخدمه للجاذبيه الارضية | Gravity Flow Conveyors |
| 6- الناقلات المستخدمه لشفط او دفع الهواء | Pneumatic Conveyors |
| 7- الأوناش | Cranes |
| 8- المصاعد والعربات | Lift and Carrying Trucks |

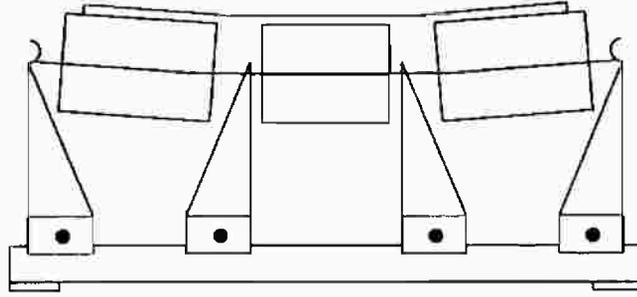
وفيما يلى شرح مختصر عن خصائص ومميزات واستخدامات هذه الانواع :-

١- السيور الناقل : Belt Conveyor



شكل (١-٧) قطاع فى سير ناقل

هو عبارة عن سير لا نهائى (شكل ١-٧) يدور حول طارتين او بكرتين احدهما متصله بموتور او عمود حركة وتسمى البكرة او الطارة القائدة **Driving Pulley** والاخرى الطارة التابعة **Driven Pulley**. وعادة يحمل السير على عدة بكرات حرة تسمى بالايذر **Idler** شكل (٢-٧).



Rollers For Support of Flat Belt

شكل (٧-٢) بكرات تحميل السير الناقل

خصائص السير الناقل :

- ١- له كفاءة ميكانيكيه عاليه .
- ٢- لايتسبب فى تلف المواد المنقولة وذلك لانه لاتوجد حركة نسبية بين المادة المنقولة والسير .
- ٣- يعمل على سرعات عاليه وينتج عن ذلك ان سعة نقل السير تكون عاليه .
- ٤- يتحمل مدة تشغيل طويلة .
- ٥- يستخدم لنقل المواد لمسافات طويلة .
- ٦- زاوية ميل السير محدودة تتراوح بين ١٥ - ٢٥ درجة.
- ٧- سعر انشاؤه مرتفع نسبيا .

الشروط الواجب توافرها فى السير الناقل :

- ١- يجب ان يكون السير ذو مرونة عاليه حتى يتمشى مع الاقطار المختلفه للمطارات . ويكون مصنوع من مادة خاصة تتحمل الشد والضغط وتقاوم عوامل التشغيل المختلفه كالاحماض ودرجات الحرارة المختلفه .

وهذه المواد تكون اما من :

- | | |
|-------------------|-----------------|
| أ- نسيج الكانفاس | Stitched Canvas |
| ب- النسيج المجدول | Solid Woven |
| ج- بالاتسبا | Balata |
| د- المطاط | Rubber belt |

- والنوعين أ ، ب يكونا عادة مشبعان بالكاوتشوك ومغطاه بطبقة من المطاط .
- ٢- يجب ان يكون عرض السير متناسبا مع كمية المادة المنقولة ونوعها وخصائصها .
- ٣- تكون الطارة القائدة دائما فى ناحية التفريغ .
- ٤- يجب ضبط شد السير دائما وذلك لان طوله يتغير بتغيير درجات الحرارة والرطوبة ويمكن اجراء ذلك اما يدويا بواسطة مسامير الضبط او اتوماتيكيا بتحميل اثقال اضافيه فى جهاز الشد .
- ٥- بكرات التحميل Idler Pulleys تكون اما من الخشب او من الصلب ، وذلك فى حالة السيور المسطحة Flat Belts او تأخذ البكرات شكل المجرى لزيادة السعه Troughed Belts كما هو موضح فى الشكل (٧-٢) .
- ٦- يجب الايزيد ميل السير عن 15° - 17° عند نقل الحبوب الصغيرة ولا يزيد عن 18° - 20° عند نقل الحبوب الكبيرة ، 20° الى 22° عند نقل المساحيق .

الحسابات الأولية لتصميم سير ناقل :

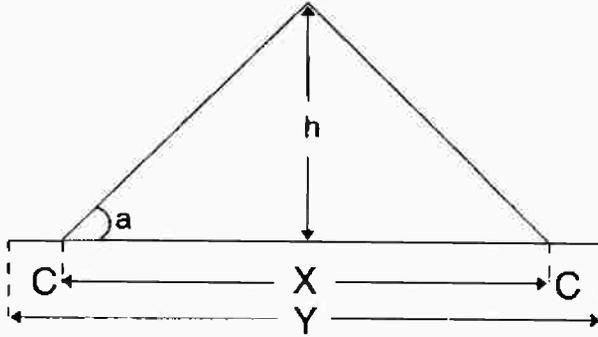
- ١- يتحدد عرض السير بمعرفة نوع المادة المراد نقلها وحجمها ومعدل نقلها . ويمكن حساب مساحة مقطع السير اذا علم مقدار زاوية تحميل المادة وهى الزاوية المحصوره بين الخط الافقى والمماس لمنحنى تكويم المادة وهى تختلف باختلاف المواد وتتراوح بين 10° ، 30° وتكون هذه الزاوية كبيره فى حالة نقل المواد الكبيرة الحجم خصوصا عند اختلاطها بمساحيق دقيقة وجـدول (٧-١) يبين مساحة مقطع التحميل لمواد مختلفة والسرعة القصوى لنقل هذه المواد .

جدول (٧-١) المواصفات الخاصه بالسيور الناقله لسرعات مختلفه

السرعه القصوى (متر/دقيقه)		مساحة مقطع التحميل (سم ^٢)			خلوص الحافه	عرض السير
حبوب غير خشنه القوام	مساحيق	٥٢.	٥٢.	٥١.	سم	سم
١٢١.٩٥	٩١.٤٦	١.٨.٨١	٨٩.٢٨	٦٨.٨٢	٤.٢٢	٢٥.٥٦
١٢٧.٢.	٩١.٤٦	١٥.٠.٦٦	١٢١.٨٢	٩٢.٩٢	٤.٥٧	٤٠.٦٤
١٢٧.٢.	١٢١.٩٥	١٩٩.٠.٢	١٦.٠.٨٩	١٢٤.٦.	٤.٨٢	٤٥.٧٢
١٥٢.٤٤	١٢١.٩٥	٢٥٢.٩٦	٢.٤.٦.	١٥٨.١.	٥.٠.٨	٥٠.٨.
١٨٢.٩٢	١٥٢.٤٤	٢٨١.٢.	٢.٨.٧٦	٢٢٩.٠.١	٥.٥٩	٦٠.٩٦
٢١٢.٤٢	١٦٧.٦٨	٦٢٢.١٧	٥.٤.٠.٦	٢٩١.٥٢	٦.٢٥	٧٦.٢.
٢٤٢.٩.	١٨٢.٩٢	٩٢١.٦٢	٧٤٦.٧٩	٥٧٨.٤٦	٧.١١	٩١.٤٤
٢٤٢.٩.	١٨٢.٩٢	١٢٧٤.١.	١.٤١.٦.	٨.٨.١٧	٧.٨٧	١٠٦.٦٨
٢٤٢.٩.	١٨٢.٩٢	١٧.١.٩.	١٢٧٦.٤.	١.٧٨.٨.	٨.٦٤	١٢١.٩٢
٢٤٢.٩.	١٨٢.٩٢	٢١٦٦.٩.	١٧٦٧.٠.	١٢٤٨.٥.	٩.٤.	١٢٧.١٦
٢٤٢.٩.	١٨٢.٩٢	٢٧.٦.٢.	٢١٩٤.٨.	١٧.١.٩.	١٠.١٦	١٥٢.٤.

المصدر : Henderson and Perry (1976)

1- السير المسطح : Flat Belt



شكل (٣-٧) مقطع تحميل السير المسطح

يمكن تبسيط الحسابات الخاصة بمساحة مقطع التحميل باعتبار المادة المراد نقلها (في حالة الحبوب والمساحيق فقط) على اساس تقريب المقطع الى شكل مثلث هندسى متساوى الساقين قاعدته تنقل عن عرض السير الحقيقى بمقدار ضعف خلوص حافتى السير . وزاويته تساوى زاوية التحميل او الراحه وارتفاعه بارتفاع منتصف تكوين المادة شكل (٣-٧). وتكون ظل زاوية الراحه مساويا لمعامل احتكاك المادة مع مادة السير . وتقدر المساحة الحقيقيه لمقطع التحميل بحوالى ٩٠ فى المائه من المساحة المحسوبة هندسياً .

$$A = \frac{1}{2} \times h \times X$$

$$A = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times X \times \tan a$$

$$= \frac{X^2}{4} \tan a$$

$$= \frac{X^2}{4} f$$

حيث :

$$X = Y - 2C$$

Y = عرض السير الحقيقى

C = مقدار الخلوص (الجزء من السير المتروك بدون تحميل لضمان عدم سقوط المادة)

h = ارتفاع تكوين المادة المنقولة

X = طول قاعدة تكوين المادة

$$f = \tan a$$

f = معامل الاحتكاك بين المادة والسير

a = زاوية التحميل او الراحة

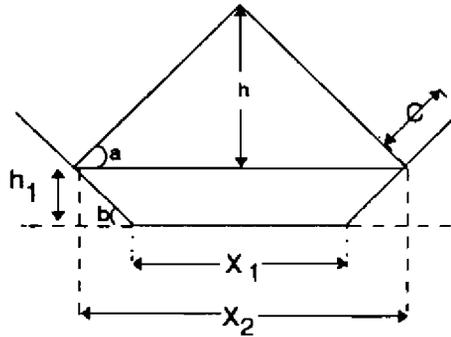
والجدول الآتى جدول (٧-٢) يعطى معامل الاحتكاك لبعض الحاصيل (رطوبة ٢٠٪ ، مواد غريبه ٥٪):

جدول (٧-٢) معامل الاحتكاك لبعض الحاصيل

f					الوزن النوعى كجم/م ^٣	نوع الحبوب
حبوب على اسمنت	حبوب على حديد	حبوب على سطح ناعم	حبوب على سطح خشن	حبوب على حبوب		
٠.٤٤٤	٠.٤١٤	٠.٣٦١	٠.٤١٢	٠.٤٦٦	٨.١.٩٥	قمح
٠.٤٢٣	٠.٣٧٤	٠.٣٠٨	٠.٣٤٤	٠.٥٢٠	٧.٥.٧٢	ذرة
٠.٣٠٠	٠.٢٦٠	٠.٩٧٠	٠.٢٩٠	٠.٤٧٠	٨.١.٩٥	فول

المصدر : Henderson and Perry (1976)

ب- السير ذو المجرى : Troughed Belt



شكل (٧-٤) مقطع تحمي السير ذو المجرى

ويمكن حساب مقطع السير ذو المجرى على اساس انه شبه منحرف يعلوه مثلث
تكوين المادة (شكل ٧-٤):

مساحة مقطع التحميل = 0.9 . مساحة المثلث + مساحة شبه المنحرف

$$\frac{1}{2} (X + X_1) h_1 + 0.9 \frac{X^2}{4} f = A$$

$$\therefore h_1 = \frac{X - X_1}{2} \tan b$$

$$\therefore A = 0.9 \frac{X^2}{4} f + \frac{X^2 - X_1^2}{4} \tan b$$

حيث ان :

- Y = العرض الحقيقى للسير الجرى
 X = المسقط الافقى لعرض السير
 X_1 = عرض البكرة السفليه الافقيه الوسطى
 X_2 = عرض الجزء المحمل من السير على كل من مستوى الجانبين
 h = ارتفاع تكويم المادة بالنسبة لحواف السير
 h_1 = ارتفاع المادة عن قاع السير حتى حوافه
 a = زاوية التحميل او الراحه
 b = زاوية ميل البكرات الجانبيه المكونه لجرى السير

$$X_1 + 2 X_2 = Y - 2C$$

ويلاحظ فى هذه الحالة ان :

حساب القدرة اللازمه لتشغيل سير ناقل :

تعتمد القدرة المطلوبه لتشغيل سير ناقل على العوامل الآتية :

- ١- مقدار الرفع .
- ٢- مقاومة احتكاك السير ومشملاته (البكرات وغيرها) .
- ٣- مقدار ميل السير .

وعلى ذلك يمكن حساب القدرة اللازمه لتشغيل سير ناقل (شكل ٧-٥) كحاصل جمع الخطوات الثلاث الآتية :

١- القدرة اللازمه لتشغيل سير خال من الحمل

$$HP_1 = \frac{f_1 m_1 LV}{Const.} \quad (7-1)$$

٢- القدرة اللازمه لتشغيل السير المحمل فى مستوى أفقى

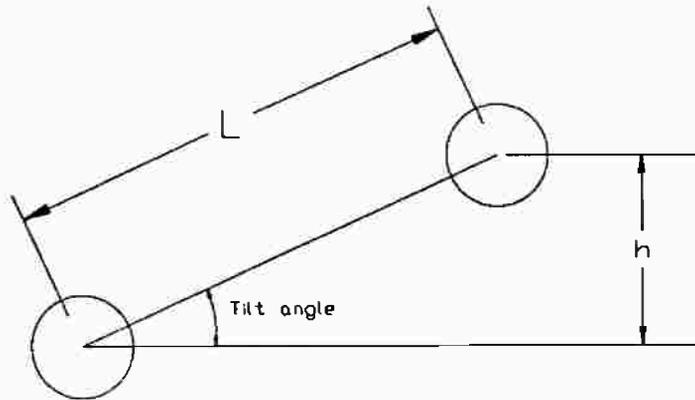
$$HP_2 = \frac{f_2 m_2 L}{Const.} \quad (7-2)$$

٣- انقدره اللازمه لتشغيل سير لنقل الحمل رأسيا

$$HP_3 = \frac{m_2 h}{Const.} \quad (7-3)$$

حيث ان :

- f_1 = معامل الاحتكاك بين الاجزاء المتحركة والثابتة فى السير ومشتملاته.
- m_1 = وزن السير لكل وحدة طوليه (رطل/قدم أو كجم/متر).
- L = طول السير (المسافه الافقيه بين مركزى الطارتين) .
- m_2 = المعدل الوزنى لنقل المادة (رطل/ساعه او كجم/ساعه).
- V = سرعة السير
- f_2 = معامل الاحتكاك بين الحبوب والسير
- h = مقدار الرفع (ارتفاع مستوى التفريغ عن مستوى التحميل)



شكل (٧-٥) سير ناقل مائل

الجنزير الناقل CHAIN CONVEYOR

هو من وسائل النقل المنتشرة الاستعمال اذا كان المطلوب النقل المتقطع.

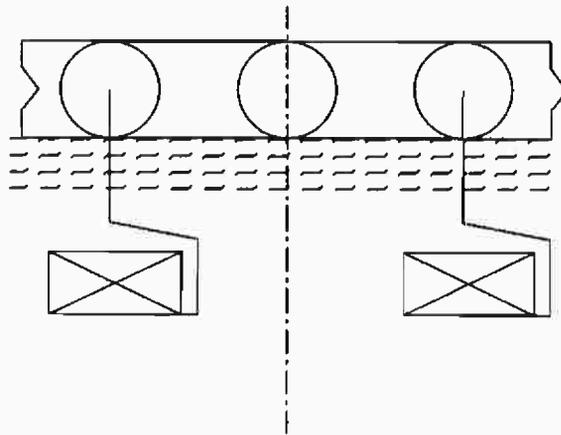
خصائص الجنزير الناقل :

- ١- كفاءته الميكانيكية ليست عالية.
- ٢- سعره الانشائي معتدل .
- ٣- يصدر اصواتا مرتفعة عند تشغيله .
- ٤- حركته بطيئة.

انواعه :

- ١- الترولى او الجنزير الهوائى Trolley, Overhead or Monorail
- ٢- الجنزير الجارف Scraper Conveyor
- ٣- الجنزير الطبليبة Apron Conveyor

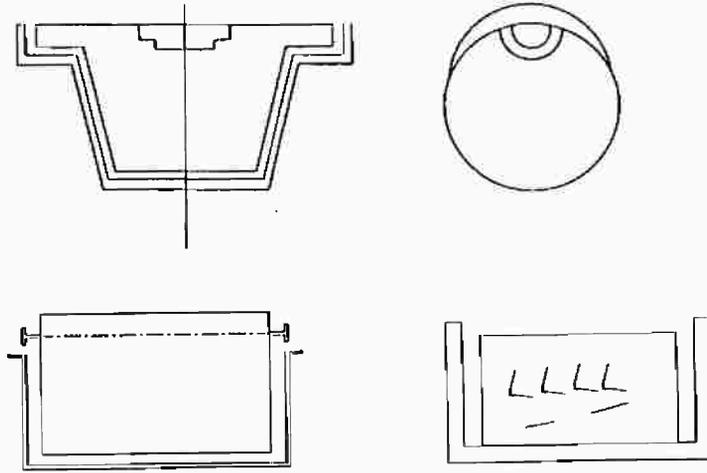
اولا : الجنزير الترولى



شكل (٦-٧) قطاع فى جنزيرين ترولى

ويتكون من كمرة حديد على شكل (I) مثبتته فى اعلى المبنى ويتحرك على حافتها السفلى بعجل او بكرات متصله ببعضه بواسطة جنزير ويعلق بهذه البكرات خطافات لحمل الاثقال والمواد المراد نقلها كما هو مبين فى شكل (٧-٦) ويستعمل الجنزير الترولى عادة فى نقل اللحوم فى السلخانات والموز وصناديق الفاكهه فى وحدات الحفظ والتجفيف والتسويه . ويتميز الجنزير الترولى بأنه مرن جدا حيث انه يمكن تغيير اتجاهه حتى 180° ويمكن استعماله على زاوية ميل عالية بخلاف السير الناقل .

ثانيا : الجنزير الجارف

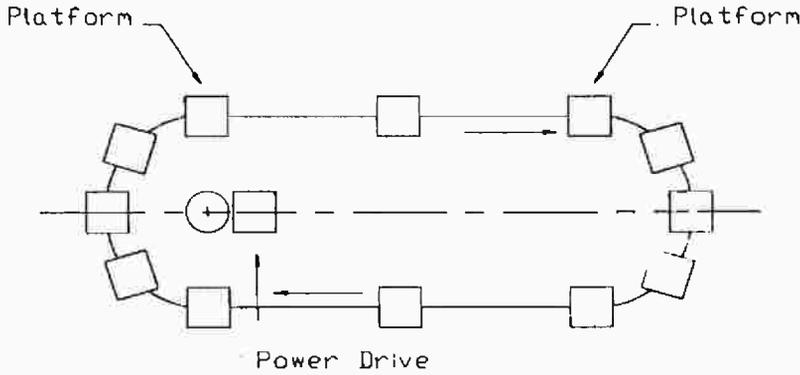


شكل (٧-٧) مقاطع مختلفه للجنزير الجارف

ويستخدم فى نقل الحبوب والمواد الغير خشنة القوام مثل البنجر والبطاطس ويمكن استعماله على زاوية ميل عالية غير انه يتطلب قدرة تشغيل عالية جدا علاوة على ان تكاليف صيانته عالية . ويتكون الجنزير الجارف (شكل ٧-٧) من حواجز عرضية مصنوعة من الحديد او الخشب متصله ببعضها بواسطة جنزير وتتحرك داخل مجرى لنقل المواد بطريق الجرف وتختلف هذه الحواجز العرضية فى الشكل والتصميم لتلائم خواص المادة المراد نقلها فتستخدم الحواجز المنخفضة فى نقل المواد الكبيرة الحجم مثل قوالب الذرة والبنجر والبطاطس والحواجز المرتفعة للحبوب الصغيرة وما شابهها . ويصمم الحاجز بحيث يكون ارتفاعه 4% من طوله وتتباعده الحواجز عن بعضها بمسافة تساوى طول الحاجز .

وسرعة الجنزير تتراوح بين ٧٥ - ١٢٥ قدم/دقيقة وتستخدم السرعه البطيئة فى حالة نقل مواد كبييرة الحجم مثل قوالح الذرة والبصل والبطاطس وما شابهها والسرعات المرتفعة لنقل المواد الدقيقة كالحبوب والغلل .

ثالثا: الجنزير الطبلية



Platform Conveyor

شكل (٨-٧) مسقط أفقى لجنزير طبلية

إذا استبدلت حواجز الجنزير الجارف العموديه بمسطحات من الصلب والخشب فان الجنزير يسمى بجنزير طبلية (شكل ٨-٧) ويستعمل فى نقل المواد المعبئة فى اجولة او فى صناديق او مواد ذات احجام كبيرة .

الحسابات الاولى لتشغيل جنزير ناقل :

١- سعة الجنزير الترولى

= سرعة الجنزير الناقل × عدد الخطافات فى وحدة الطول × سعة الخطاف الواحد

٢- سعة الجنزير الجارف

= عرض الجنزير × ارتفاعه × سرعة الجنزير × كثافة المادة المنقولة

والسعه الحقيقيه تزيد عن هذه السعه النظرية بمقدار ١٥٪ ، وذلك لتكوين المادة المنقولة عادة بمستوى اعلى من ارتفاع الحاجز .

واذا كان الجنزير الجارف يعمل على مستوى مائل فان سعته تقل حسب درجات الميل كما يأتى :

درجات الميل	نسبة السعه الحقيقيه الى السعه النظرية
٥٢.	٠.٧٧
٥٣.	٠.٥٥
٥٤.	٠.٢٢

٢- سعة الجنزير الطبليه :

تحتسب سعة الجنزير الطبليه على اساس ان كل طبليه تحمل نفس الكمية التى تحملها كل من الطبالي الاخرى وتكون السعه بوحدات وزن/زمن :

سرعة الجنزير × عدد الطبالي فى وحدة الطول × سعة الطبليه الواحدة بالوزن

٤- القدرة النظرية اللازمه لتشغيل جنزير ناقل :

وتساوى مجموع القدرات اللازمه لتشغيل الجنزير الناقل خال من المواد والقدرة اللازمه لتشغيل الجنزير بما عليه من مواد فى الاتجاهين الافقى والرأسى ويمكن حسابها من القانون الآتى :-

$$\text{Horse Power} = \frac{2V L m_1 f_1 + m (f_2 L + h)}{\text{Const.}} \quad (7-1)$$

حيث أن :

$$\begin{aligned}
 V &= \text{سرعة الجنزير} \\
 L &= \text{المسقط الافقى لطول الجنزير المحمل} \\
 m_1 &= \text{وزن الجنزير لكل وحدة طولى} \\
 f_1 &= \text{معامل الاحتكاك للجنزير والحواجز} \\
 m &= \text{سعة الجنزير} \\
 f_2 &= \text{معامل الاحتكاك للمواد المنقولة مع معدن الجنزير} \\
 h &= \text{مقدار الرفع الرأسى}
 \end{aligned}$$

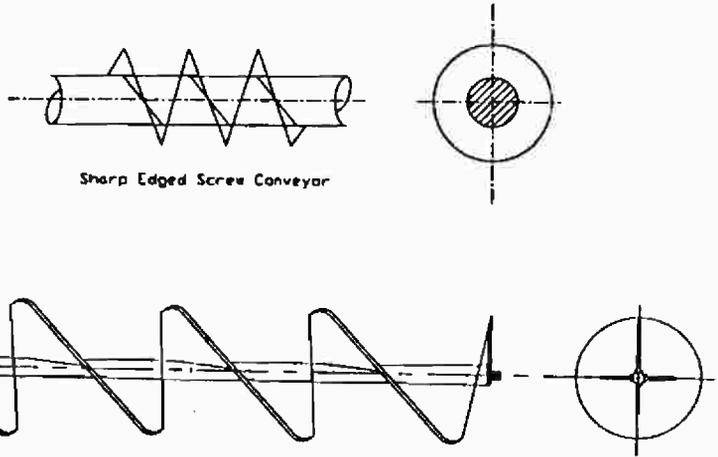
وتستخرج قيمة معاملات الاحتكاك f_1 ، f_2 من الجدول رقم (٧-٣) :

جدول (٧-٣) معاملات الاحتكاك بالانزلاق

المادة	معامل الاحتكاك f_1 ، f_2
معدن على خشب زان	٠.٠٥ - ٠.٠٦
زهر على حديد مطاوع	٠.٢٣
حديد مطاوع على حديد مطاوع	٠.٥٧
حبوب على خشب	٠.٣٠ - ٠.٤٥
حبوب على حديد	٠.٣٥ - ٠.٤٠
فحم على معدن	٠.٣٥ - ٠.٤٠
رمل جاف على معدن	٠.٦٠

المصدر : (Henderson and Perry 1976)

البريمه الناقله : Screw Conveyor



شكل (٧-٩) مقاطع مختلفه للبريمه الناقله

وهى عبارة عن حلزونه (لولب) تلتف حول عمود او محور الدوران بخطوة قياسية ثابتة Standard Pitch أي انها تتخذ وضع معادل على مسافات ثابتة . ويدور عمود الحركة داخل كراسى مثبتة على قاعدة التحميل . وتدور البريمه الناقله داخل مجرى على شكل حرف لـ بغطاء او بدون غطاء حسب الغرض من التشغيل .

خصائص البريمه الناقله :

- ١- تستخدم فى نقل الحبوب والمساحيق والمواد ذات اللزوجه العاليه (اللبن الجاف والاعلاف والارز) .
- ٢- بسيطه التصميم خاليه من الاطراف الحاده وتمنع تطاير الاتربه منها كما انها سهله الفك والتركيب .
- ٣- تستخدم للنقل المتقطع او المستمر .
- ٤- لاتنقل او ترفع المواد الالمسافات محدوده .
- ٥- تكاليف صنعها معتدله .
- ٦- القدره اللزومه لتشغيلها مرتفعه نوعا ما .
- ٧- تستخدم لنقل المواد افقيا او على ميل اقصاه ٢٠° .

المواد المستعمله فى صناعة البريمات :-

تستعمل خامات مختلفة فى صناعة البريمات حسب المواد المراد نقلها . فتصنع البريمه احيانا من الصاج ، او من الخشب ، او من الصلب الغير قابل للصدأ او من النحاس او الزهر حسب المواد المنقوله سواء كانت ساخنه او كايوه Corrosive وأحيانا يغطى سطح البريمه بطبقة صلده عندما تكون المواد المنقوله ذات قوام خشن جدا .

الحسابات الاولييه لتشغيل بريمه ناقله :

١- تحديد السعه النظرية للبريمه : ويمكن حسابها من القانون الآتى :

$$\text{Screw Conveyor Capacity} = \frac{\pi}{4} (D_1^2 - D_2^2) P \cdot n \quad (7-2)$$

حيث ان :

$$D_1 = \text{قطر البريمه}$$

$$D_2 = \text{قطر عمود الاداره .}$$

$$P = \text{خطوه البريمه (تساوى عادة } D_1 \text{) .}$$

$$n = \text{عدد لفات عمود الاداره فى وحده الزمن .}$$

والخطوه القياسيه تساوى فى معظم البريمات الافقيه قطر البريمه وفى البريمات التى تعمل على ميل تساوى عادة نصف قطر البريمه وتوجد بعض بريمات ذات خطوه قياسيه متغيره وتستعمل فى الحالات الخاصه كنقل المواد الثقيله والتى لها لزوجه عاليه ، كذلك عندما تستعمل الناقلات فى ضبط مقدار التصرف وتنظيمه .

والسعه الفعلية للبريمه الناقله تقل كثيرا عن السعه النظرية وتعتمد على المسافه بين حافة البريمه والغطاء او المجرى التى تدور بداخله ، وعلى خواص الماده المنقوله وطول البريمه ومقدار الرفع او الميل المطلوب . وتتراوح قيمه السعه الفعلية للبريمه بين ٥٠ ، ٦٠٪ من السعه النظرية.

٢- تحديد القدره اللازمه لتشغيل البريمه :

وتعتمد على الآتى :

أ - طول البريمه .

ب- مقدار الرفع المطلوب .

- ج - نوع الكراسى التى يدور داخلها عمود البريمة .
- د - مقدار احتكاك المادة المنقولة على المادة المصنوعة منها البريمة.
- هـ- مقدار تصرف البريمة او سعتها الناقل .
- و - القدرة اللازمة لتقويم Starting بريمة ناقل .

ويمكن حساب القدرة اللازمة لتشغيل البريمة من القانون الآتى :-

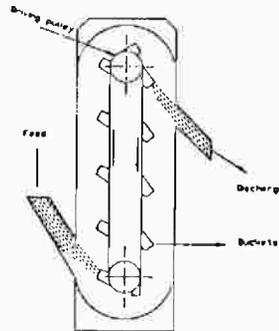
$$\text{Power} = \frac{mL \rho P_c}{\text{Const.}} \quad (7-3)$$

حيث ان :-

- m = السعة الفعلية للبريمة .
- L = طول البريمة .
- ρ = كثافة المادة المنقولة .
- P_c = معامل تصحيح القدرة ويعتمد على قيمة القدرة .

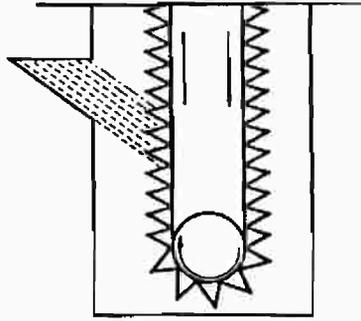
- $P_c = 2$ اذا كانت القدرة المحسوبة اقل من واحد حصان .
- $= 1.25$ اذا كانت القدرة المحسوبة بين 1 الى 2 حصان .
- $= 1.25$ اذا كانت القدره المحسوبة بين 2 الى 4 حصان .
- $= 1.1$ اذا كانت القدره المحسوبة بين 4 الى 5 حصان .
- $= 1$ اذا كانت القدره المحسوبة اكثر من 5 حصان .

القواديس، او السواقي الراقع : Bucket Conveyor



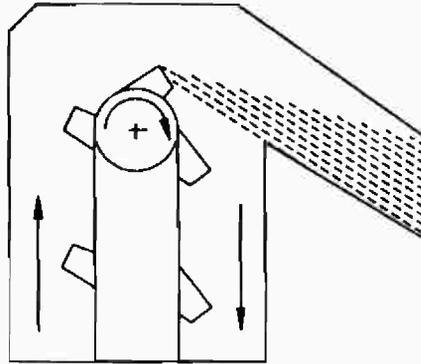
Bucket Elevator or Conveyor

شكل (٧-١) قطاع رأسى فى الناقل ذى السواقي



Feeding Section

شكل (٧-١١) تغذية الناقل

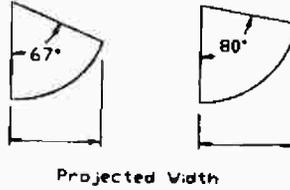


Head of Bucket Conveyor

شكل (٧-١٢) قطاع فى رأس الناقل

ويمكن اعتبارها حالة خاصة من السير او الجنزير الناقل حيث انها عبارة عن مجموعة من القواديس مثبتة على مسافات متساوية فى سير ناقل او متصله ببعضها بواسطة جنزير (سلسلة) .

والسواقى الرافعة كفاءتها عالية جدا بالرغم من ان تكاليفها الانشائية مرتفعه . وترجع كفاءتها العاليه الى ان المواد المنقولة بواسطتها لاتنزلق ولا توجد حركة نسبية بين المادة المنقولة والقواديس المنقولة داخله وهذا هو الفرق الرئيسى بين السواقى الرافعة والجنزير الجارف الشبه عمودى (اشكال ٧-١٠، ٧-١١، ٧-١٢).



شكل (٧-١٢) اشكال مختلفه للقواديس

والقواديس تختلف فى اشكالها حسب المادة المراد نقلها وهى عامة تكون على الشكل المبين بالرسم شكل (٧-١٣).

ووجود الزاويه والقاع المستدير يسهل عملية الملاء والتفريغ والمسافه بين كل قادوس وآخر تتراوح بين ضعف وثلاثة مرات عرض القادوس المسقط Projected Width ويمكن تحديد سعة السواقى الرافعة من المعادله الآتية :-

سعة الساقية = عدد القواديس فى وحدة الطول × سعة القادوس × سرعة القادوس

وتحسب القدرة اللازمة لتشغيل الساقية كالاتى :

$$\text{Horse Power} = \frac{m \cdot h \cdot P_c}{\text{Standard horse power}} \quad (7-4)$$

حيث ان :

m = سعة الساقية .

h = مقدار الرفع .

P_c = معامل تصحيح القدرة يساوي ١.١ الى ١.١٥ وذلك لان القدرة الفعلية

تزيد بمعدل يتراوح بين ١٠ و ١٥٪ من القدرة النظرية نتيجة للاحتكاك

مع طارات الساقية والقدرة اللازمة لبدء حركة الساقية .

Pneumatic Conveyors : الناقلات بالهواء

وتستعمل عادة لنقل المواد الحبيبة في انفاق او مجارى مقفله بواسطة السرعة العالية للهواء سواء كان النقل بالشفط او الضغط او الاثنين معا .

خواص النقل بالهواء :

مميزاته :

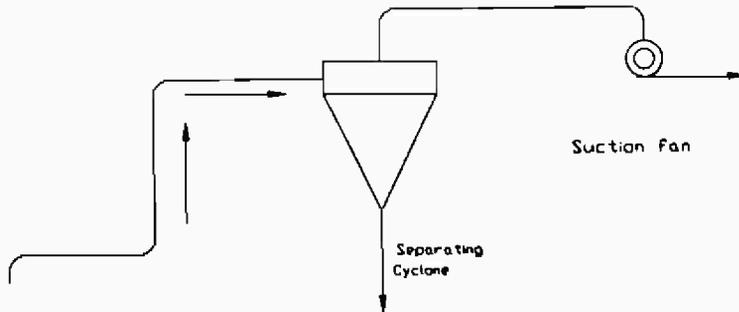
- ١- سعر انشائى منخفض.
- ٢- بساطة التصميم والتركيب حيث ان الجزء الرئيسى المتحرك هو المروحة فقط.
- ٣- يمكن تغيير مسار المواد وتفرعها وتشعبها بمرونة عالية .
- ٤- تستخدم فى نقل المواد المختلفه مثل (الغبار ، الالياف ، الرمل ، الحبوب ، المساحيق ، الخرق ، القطن ، وخلافه).
- ٥- الجهاز ينظف نفسه بنفسه .

عيوبه :

- ١- يلزمه قدرة عاليه للتشغيل .
- ٢- احتمال حدوث تلف لبعض المواد المنقلوه .

الطرق المختلفه للنقل بالهواء : تتلخص هذه الطرق فى ثلاثة انواع :

أولا : طريقة الشفط او السحب : Suction

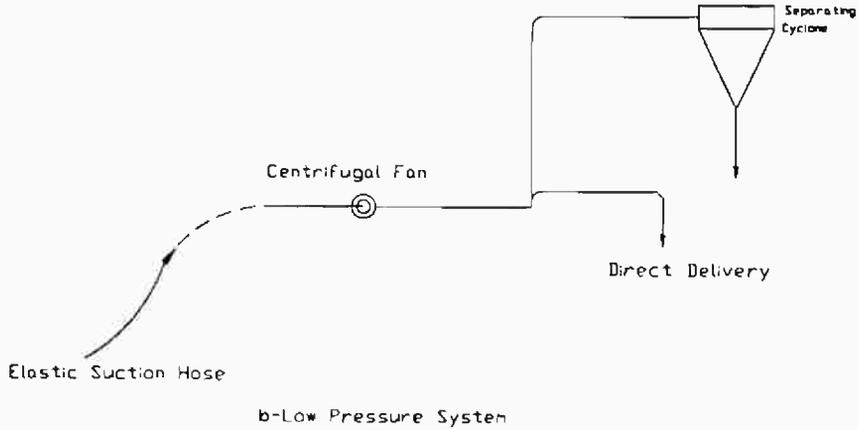


α-Suction System

شكل (٧-١١٤) نماذج لطريقة النقل برفع الهواء تبعا للضغط المستخدم

وتعمل على ضغط منخفض اقل من الضغط الجوى وتعتبر احسن طريقة لنقل المواد الى اماكن مختلفة كالتفريغ من اللوريات ومقطورات السكة الحديد ونقل الحبوب من السفن وكذلك تستخدم لنقل المواد ذات القوام الخاص الذى لا يمر بسهولة من المحابس او المراوح مثل القطن .

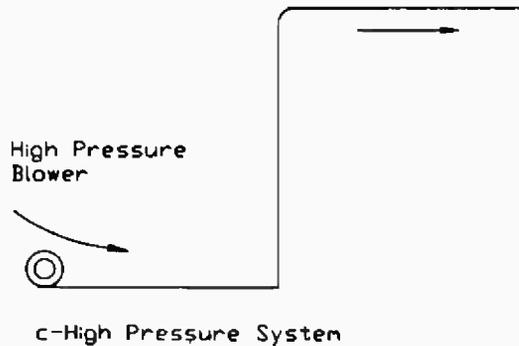
ثانيا : طريقة الضغط المنخفض : Low Pressure System



شكل (٧-١٤ب) نماذج لطريقة النقل برفع الهواء تبعاً للضغط المستخدم

وفيها تستخدم مروحة طاردة مركزية تستعمل هواء ذو سرعة عالية وكثافة منخفضة (ضغط الهواء يصل الى ١٤ بوصة ماء رفع). .

ثالثا : طريقة الهواء ذو الضغط العالى : High Pressure System



شكل (٧-١٤ج) نماذج لطريقة النقل برفع الهواء تبعاً للضغط المستخدم

وفيها تستخدم هواء ذو سرعة منخفضة وبكثافة مرتفعة وعادة تستعمل لهذا الغرض المراوح او ضواغط الهواء Blowers ، ذو الازاحة الايجابية مثل Lobe Blower وتدخل المادة الى المروحة مباشرة او عن طريق خراطيم مرنة وطريقة الضغط العالي اكفاً بكثير عن طريقة الشفط حيث ان كثافة الهواء مرتفعة وسرعته اقل وتستخدم هذه الطريقة عندما تكون اماكن التفريغ او التصريف Discharge متغيرة كتحميل العربات والمقطورات والخزانات .

معدل نقل الهواء :

تختلف سرعة الهواء المستعمل في النقل باختلاف حجم حبيبات المادة المراد نقلها وتعتبر سرعة ٥٠ قدم في الثانية مناسبة للنقل ويجب اضافتها للسرعة اللازمة لجعل حبيبات المادة عالقة بالهواء عندما يكون النقل عمودي . وتتطلب سرعة اكبر في النقل الافقى حتى يمكن عمل درامه من الهواء قادرة على حمل حبيبات المادة المراد نقلها .

ويمكن حساب سرعة مرور الهواء من القانون الاتي :-

$$V = 60 C \sqrt{\rho} \quad (7-5)$$

حيث ان :

V = سرعة مرور الهواء بالقدم/دقيقة

ρ = كثافة المادة رطل/قدم مكعب

C = معامل يعتمد على المادة والطريقة المستخدمة يستخرج من الجدول (٧-٤):

جدول (٧-٤) قيمة المعامل C

مجارى منحنية وعموديه		مجارى مستقيمة وأفقية		المادة
خراطيم	مواسير	خراطيم	مواسير	
٢٠	١٢ر٥	١٦	١٠	مساحيق
٢٤	١٥	٢٠	١٢	حبوب
٢٠	١٨ر٧٥	٢٤	١٥	حبوب بها كسور وغير منظمة القوام

المصدر : (1976) Henderson and Perry

وتعتمد كمية المواد المراد نقلها لكل وحدة حجم من الهواء على شيفط الهواء وانتظام التلقيم والحجم النوعى للمادة وطريقة نقلها ، ففى حالة النقل الافقى تكون كمية الهواء لوحددة من الزمن اقل منها فى حالة النقل العمودى وذلك لان معامل الانزلاق بين المادة والهواء يكون اقل . وطريقة النقل ذو الضيفط المرتفع ترتفع فيها كمية المادة المنقولة لكل قدم مكعب من الهواء وذلك لارتفاع كثافة الهواء وتعتبر ٢-٢ متر مكعب من الهواء لكل كيلو جرام واحد من المادة مناسبة لطريقة النقل بالضيفط المرتفع .