طرق شبك الآلات الزراعية بالجرار

تستخدم الجرارات الزراعية بصورة عامة لسحب الآلات الزراعية ونقل المواد المختلفة من والى الحقل. الآلات التي تسحب بواسطة الجرارات هي الات تحضير التربة وزراعة المحصول وخدمته بعد النمو. وتعتبر الات تحضير التربة من الآلات التي تحتاج الى قوة سحب كبيرة مقارنة بالآلات الزراعية الأخرى، لذلك يجب ان تشبك بطريقة تقلل من هذه القوة. وقبل التطرق الى طرق الشبك يجب التعرف على القوى التي تؤثر على الالة اثناء استخدامها في الحقل.

القوى المؤثرة على الالة

تؤثر على الالة مجموعة من القوى عند استخدامها في الحقل وهذه القوى هي:

1. **وزن الالة**: يعتمد وزن الالة على عدد الابدان الموجودة ونوع المعدن المصنعة منه وعادة يقع في وسط الالة.

2. **قوى التربة**: **Soil Forces** وهذه القوى تنقسم الى قسمين

أ. القوى الأساسية **Fundamental Forces**
في حالة الات الحراثة هي القوة المطلوبة لقطع وقلب وتفتيت التربة

ب. القوى الضارة **Parasitic Forces**

وهي قوى ضارة حيث تؤدي الى زيادة قوة السحب الا انها ضرورية لغرض التوازن كقوة الاحتكاك بين ظهر القرص في المحراث القرصي وجانب الاخدود وكذلك قوى الاسناد عند استخدام اطار العمق وهذه القوى ضرورية للتوازن اثناء العملية الزراعية

3. **قوى الشبك Hitch Forces**
وهي قوى تظهر عند شبك الالة على الجرار وتنقل من الالة الى الجرار او بالعكس.

طرق الشبك (ربط الآلات)

هناك عدة طرق تستخدم لشبك او ربط الآلات على الجرار ومنها

1. طريقة القطر Trailed method

تربط الالة في هذه الطريقة بواسطة عمود جر يكون مفصلي من جهة الالة والجرار مما يجعل الالة حرة الحركة وتشكل زاوية مقدارها 90 درجة عند الدوران كما ان وضعه موازي الى سطح الحركة والالة المقطورة محمولة بصورة تامة بواسطة إطارات. وفي هذه الحالة يحمل الجرار جزء بسيط جدا من وزنها. وبعض الأحيان يمكن تقصير عمود الجر وحتى رفعه فتربط الالة مباشرة على الجرار بواسطة مسمار الربط hook ومثال على ذلك عربة الحمل

2. طريقة الشبه مقطورة Semi-trailed

تربط او تشبك الالة على الجرار بواسطة عمود دائمي التثبيت على الالة ومفصلي مع الجرار hook وفي هذه الطريقة يحمل الجرار جزء من وزن الالة وتحمل الإطارات الجزء الباقي من الوزن ومثال على ذلك أقراص التنعيم

3. الطريقة المحمولة Mounted method

تربط الالة في اذرع الجهاز الهيدروليكي الثلاثة ويحمل الجرار وزن الالة بأكمله واذرع الربط اما ان تكون حرة او مقيدة.

4. الطريقة الشبه محمولة Semi-mounted

تربط الالة بالذراعين السفليين للجهاز الهيدروليكي ويحمل الجرار جزء من وزن الالة ويحمل الاطار الذي تزود به الالة الجزء الباقي من الوزن، واطار الالة يستخدم لتثبيت العمق.

توازن القوى التي تؤثر على الالة المقطورة

يوضح الشكل الاتي القوى التي تؤثر على الالة والجرار عندما يكونا مربوطين بطريقة المقطورة وهذه القوى هي

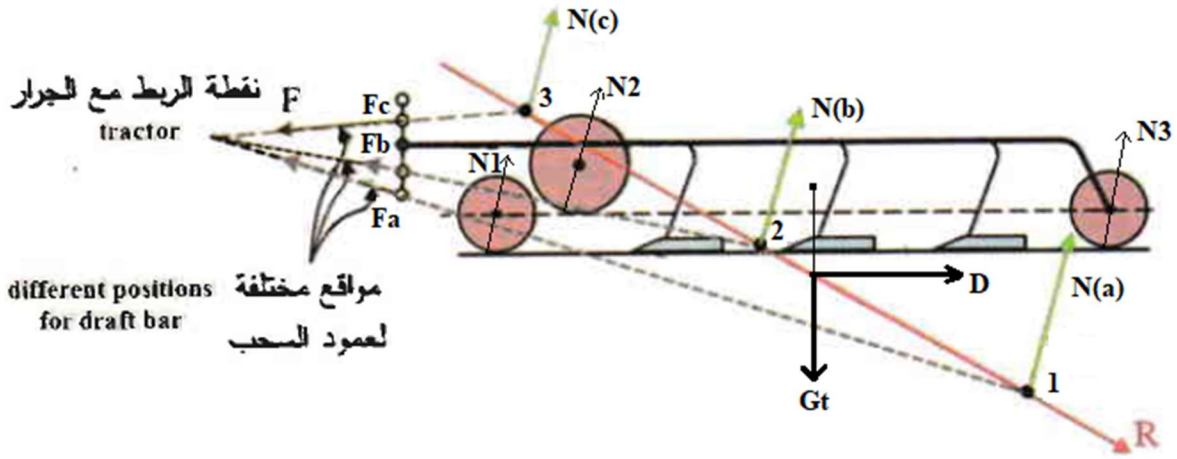
Gp = وزن الالة ، D = مقاومة التربة على الالة و N3, N2, N1 رد فعل التربة على الإطارات الثلاثة و F قوة السحب وتشكل القوة D و Gp المحصلة R

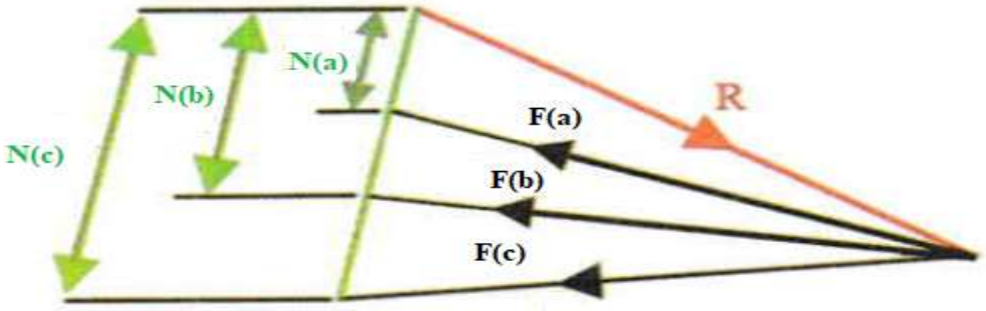
$$\vec{R} = \overrightarrow{Gp} + \vec{D}$$

كما تشكل قوى رد الفعل N3, N2, N1 المحصلة N

$$\vec{N} = \overrightarrow{N1} + \overrightarrow{N2} + \overrightarrow{N3}$$

تلتقي المحصلة R مع قوة السحب F ويحدد ميل عمود السحب اتجاه القوى F فعندما يكون بالموقع (a) فان $F_{(a)}$ تلتقي مع R عند النقطة (1) ولغرض اتزان القوى تتحرك المحصلة $N_{(a)}$ لتلتقي معهم بنفس النقطة. يتميز هذا الموقع بان المحصلة $N_{(a)}$ تقع في وسط الالة وهذا يعني ان الوزن موزع تقريبا بصورة متساوية على العجلات الامامية والخلفية مما يقلل من مقاومة التدحرج عليها كما ان قوة السحب $F_{(a)}$ مائلة بصورة كبيرة مما يزيد من مركبتها العمودية وهذا يؤدي الى زيادة الوزن الإضافي على العجلات الخلفية مما يحسن من قابلية الجرار على توليد الدفع. اما اذا قل ميل عمود السحب فان قوة السحب $F_{(b)}$ تلتقي مع المحصلة R عند النقطة (2) مما يجعلها $N_{(b)}$ تغير موقعها لتلتقي معهم عند النقطة (2) وهذا يؤدي الى نقل الجزء الأعظم من وزن الالة الى الإطارات الامامية مما يزيد من مقاومتها للتدحرج كما ان المركبة العمودية لـ F تقل بصورة كبيرة مما يقلل من الوزن المضاف الى عجلات الجرار الخلفية. اما اذا غير موقع F الى $F_{(c)}$ فان $N_{(c)}$ تتقدم الى الامام وينتقل وزن الالة بصورة كاملة الى العجلات الامامية مما يؤدي الى رفع المحراث من الخلف الى الأعلى وبالتالي خروجه من التربة كما ان الجرار لا يتحمل الا جزء بسيط من وزن الالة.

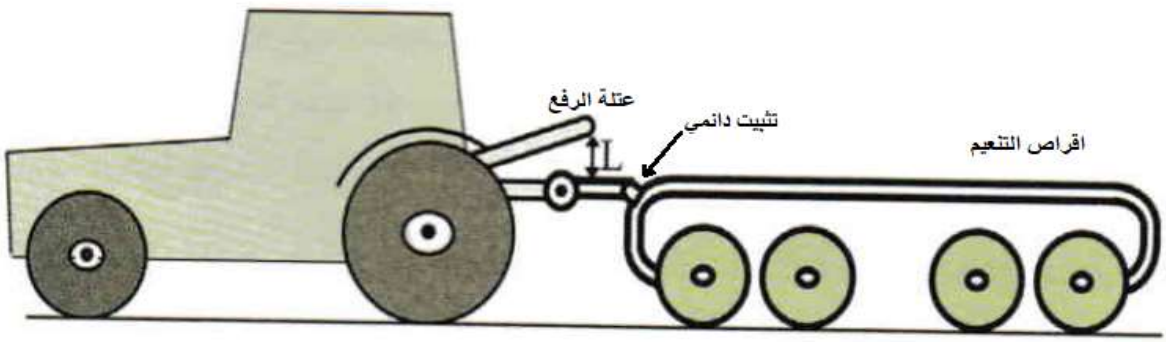




تاثير المواقع المختلفة لعمود السحب على قوة رد فعل التربة على إطارات محراث مقطور

توازن الالة الشبه مقطورة

لقد اتضح سابقا عند اختيار الموقع الصحيح لعمود السحب (الجر) يمكن تقليل قوة الاسناد على عجلات الالة وبالتالي تقل مقاومة التدحرج عليها كما يمكن زيادة الوزن الذي تحمله عجلات الجرار والذي يؤدي الى تحسين قوة دفعه. الا ان الطريقة البديلة للطريقة السابقة والتي يمكن استخدامها مع بعض الالات الزراعية كالامشاط القرصية هي طريقة الشبه مقطورة. حيث ان عمود السحب مثبت بصورة دائمية من جهة الالة وهناك عتلة تربط عمود السحب مع الجهاز الهيدروليكي للجرار كما في الشكل الاتي فعند عملية رفع الالة تبدا الالة بالارتفاع من المقدمة والمؤخرة ، وبذلك تزداد قيمة L وتستمر بالزيادة لتصبح اعلى ما يمكن عند ارتفاع الالة عن سطح الأرض كما ان العتلة L يمكن بواسطتها التحكم بعمق الأقراص بعكس الطريقة المقطورة والتي يستند فيها الوزن كليا على سطح الأرض وهذا يعني ان جزء من وزن الالة يحمل بواسطة الجرار مما يؤدي الى زيادة قابلية الجرار على توليد الدفع وبالتالي توفير السحب المطلوب.



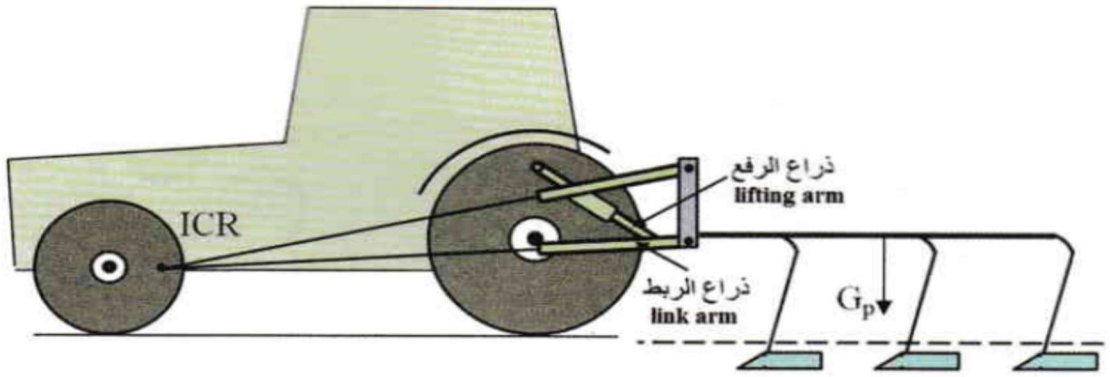
توازن الالة المحمولة

بدا الانتشار الواسع باستعمال الآلات المحمولة منذ صنع الجهاز الهيدروليكي من قبل شركة ماسي فوركسن سنة 1936 وشركة فورد سنة 1939. واهم ما يميز التصميم الذي ادخل من قبل شركة ماسي فوركسن والذي أدى الى ادخال الالات المحمولة هو السيطرة الاوتوماتيكية على قوة السحب المطلوبة من قبل الالة.

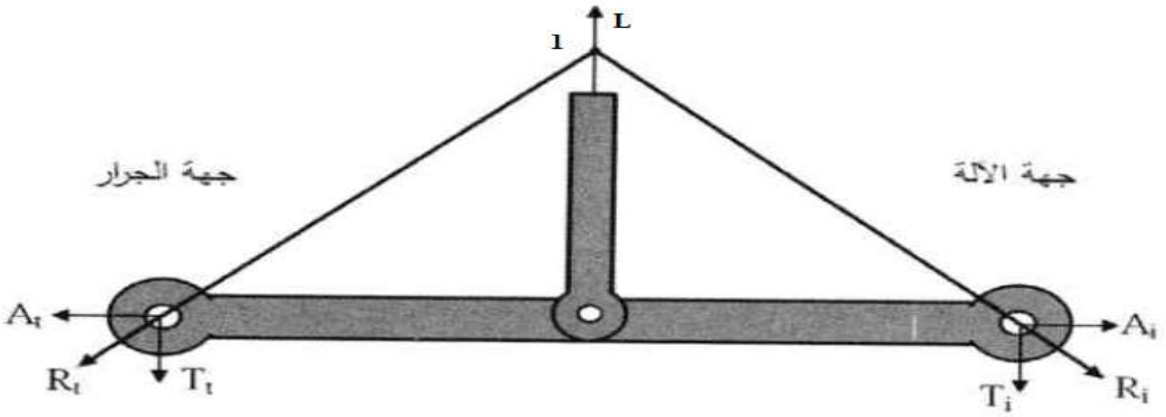
يتكون الجهاز الهيدروليكي من ذراعي شبك في الأسفل وذراع ثالث في الأعلى لذلك يطلق عليه جهاز الشبك ثلاثي النقطة.

عند شبك الالة على الجرار فان القوى الموجودة بالاذرع السفلى تلتقي مع القوة الموجودة بالذراع العلوي ويطلق على هذه النقطة بمركز الدوران اللحظي (ICR) كما في الشكل الاتي.

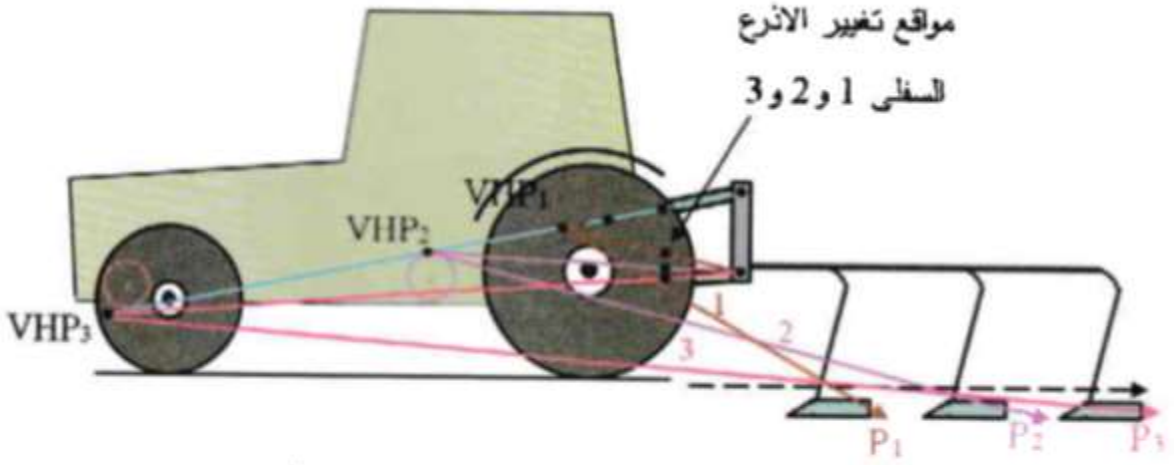
وبما ان الذراع العلوي يفيد الالة فانها تظهر وكانها تدور حول ICR



اثناء العمل تتولد للاذرع السفلى للجهاز الهيدروليكي قوة سحب افقية Ai و At من جهة الالة والجرار على التوالي ولكنها اذرع مقيدة بسبب وجود اذرع الرفع التي تأخذ قوتها من الأسطوانة الهيدروليكية بالجرار (Ram) فهناك قوة مقدارها L تؤثر على الاذرع السفلى وهذه القوة تولد قوتين متعاكستين لها وهما Ti و Tt من جهة الالة والجرار كما موضحة بالشكل الاتي. القوتين Ai و Ti يشكلان المحصلة Ri اما القوتين At و Tt يشكلان المحصلة Rt. تلتقي القوتان (المحصلتان) Ri و Rt عند النقطة (1) مع القوة L لغرض التوازن.

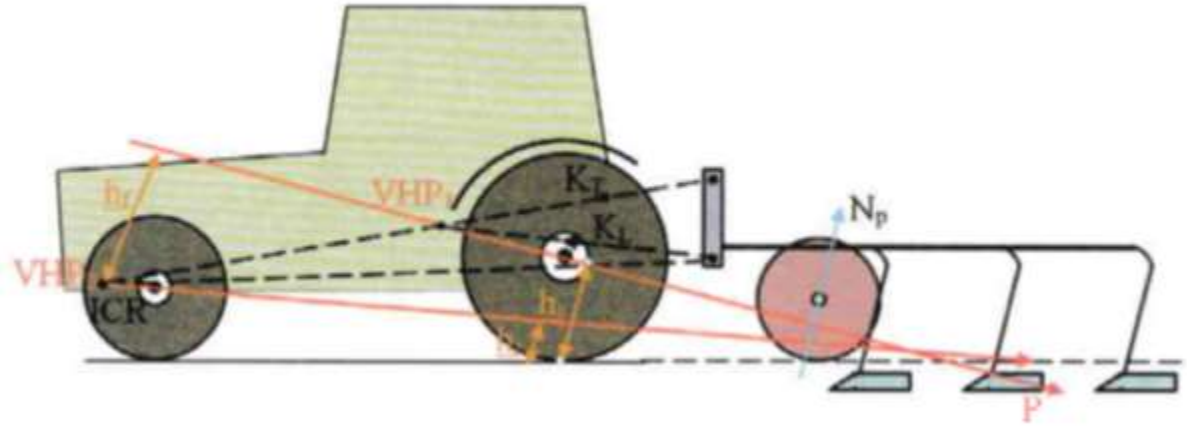


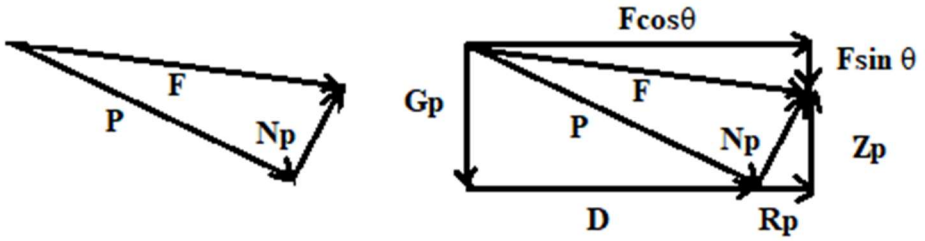
الشكل يوضح ذراع الشبك او الربط السفلي للجهاز الهيدروليكي. تمر محصلة مقاومة التربة ووزن الالة (P) على الجرار وموقع مرورها اثناء العمل يعتمد على نوع التربة ورطوبتها وعمق الحراثة وعرضها وسرعة الالة الامامية وغيرها من العوامل. فاذا كانت المحصلة بمقدار P_1 كما هو بالشكل الاتي فانها تمر على الجرار لتلتقي مع قوة الذراع العلوي الثالث عند نقطة VHP_1 والتي يطلق عليها نقطة الشبك النهائية Virtual hitch point (VHP) ولغرض التوازن فان المحصلة Ri تتغير لتمر من خلال النقطة VHP_1، اما اذا كانت المحصلة بمقدار P_2 والتي هي اصغر من P_1 فتمر على الجرار لتلتقي مع قوة الذراع الثالث العلوي عند النقطة VHP_2 و Ri تلتقي معها في هذه الحالة عند نفس النقطة. اما المحصلة P_3 تلتقي معهم عند النقطة VHP_3 والتي تتوافق مع مركز الدوران اللحظي (ICR) تعتبر VHP_1 هي أفضل النقاط لان الوزن الذي يتحمله الجرار اكبر من النقطتين الاخرتين، والشكل يوضح نقاط التقاء قوى اذرع الشبك مع مقاومة التربة.



توازن الالة شبه المحمولة

عندما تكون الالة المحمولة غير متوازنة فانها تبقى غير مستقرة فيتغير عمقها باستمرار مما يؤثر على أداءها بالحقل ومقدار عدم الاستقرارية يعتمد على قيمة القوة P وذراع عزمها حول النقطة VHP ولتحسين الاستقرارية تزود الالة باطار عمق Depth wheel كما في الشكل الاتي، حيث تلتقي القوة P مع قوة رد فعل التربة على الاطار NP لتشكل القوة F التي تلتقي مع قوى اذرع الجهاز الهيدروليكي عند مركز الدوران اللحظي (ICR) أي عند VHP. ووجود الاطار أدى الى تقليل ذراع القوة P (hf_1) الى ذراع (hf_2) وهذا يؤدي الى قلة العزم الناتج من القوة F (عزم F هو F x hf2)





يظهر من مخطط القوى بالشكل السابق ان مقارمة التربة D ووزن الالة Gp يشكلان المحصلة P

$$\vec{P} = \vec{D} + \overrightarrow{Gp}$$

يشكل رد فعل التربة على الاطار Zp مع مقاومة التدحرج عليه Rp المحصلة Np

$$\overrightarrow{Np} = \overrightarrow{Zp} + \overrightarrow{Rp}$$

وتشكل المحصلة Np مع المحصلة P المحصلة F

$$\vec{F} = \vec{P} + \overrightarrow{Np}$$

تمر القوة F على الجرار وتمثل قوة السحب التي يمكن تحليلها الى مركبتين F sin θ و F cos θ الا انهما مركبتين صغيرتين وهذا يؤدي الى تقليل الوزن المنقول والوزن الإضافي على الإطارات الخلفية للجرار والسبب يعود الى استخدام الاطار وهذا يعني ان استخدام الاطار يؤدي الى استقرارية الالة الا انه يقلل الوزن الذي يحمله الجرار والذي يقلل من قابليته على توليد قوة الدفع.