أسس التعامل مع القاطرات

د/أسامة المرسى الدسوقي

الباب الخامس
منظومات الدفع والتوجيه
PROPULSION AND STEERING SYSTEMS

٥-١القاطرات التقليدية Conventional tugs

٥-١-١مقدمة Introduction

عدد كبير من القاطرات لا تزال تنتمي إلى هذا النوع ويمكن رؤيتها في جميع أنحاء العالم وما تزال تبنى بأعداد كبيرة وتستخدم القاطرات التقليدية لمساعدة السفينة بطريقة الدفع (التدفيع) أو السحب وكذا في الموانئ الأوروبية بطريقة القطر بحبل ويكون هناك مجموعة كبيرة ومتنوعة من القاطرات التقليدية وابسطها هي قاطرة ذات رفاص واحد مع دفة واحدة ويرجع ذلك أساسا إلى موقع نقطة القطر وهذا النوع من القاطرات لديها قيود فيما يتعلق بالأداء والسلامة فعند القطر بحبل يكون هناك خطر رئيسي هو تعثر أو انقلاب القاطرة **(Girting)** ولكن مع استخدام ونش سحب ذو آلية التحرير (الفك) السريع عن الحبل بسرعة يقلل من هذه الخطر والأمر نفسه ينطبق على استخدام خطاف القطر ذو آلية التحرير(الفك) السريع عن الحبل وهناك خطر أخر هو التفاعل **(Interaction)** مع مقدمة السفينة فعند العمل مع مقدمة السفينة فيكون هناك قوى بين كل من السفينة والقاطرة والتي يمكن أن تؤدى إلى التصادم .

نقطة القطر في هذه القاطرات عموما تقع عند حوالي (٠.٤٥) من طول القاطرة من ناحية مؤخرة القاطرة كما في شكل (١-١٦) وفى القاطرات التقليدية الأمريكية تقع نقطة القطر ابعد وبقرب من المؤخرة والذي يسمح بتوسيع البناء العلوي إلى ناحية المؤخرة ولكن كلما كان وضع نقطة القطر أكثر في الخلف قللت من فعالية القاطرة عند القطر بحبل.

الخبرة تكون عامل مهم في التعامل مع القاطرات التقليدية بأمان أثناء مساعدة السفن وبسرعة ومع ربابنة مؤهلين تأهيلا جيدا يمكن لهذه القاطرات أن تكون فعالة جدا أثناء تقديم المساعدة ولزيادة فعالية القاطرة و كذا كفاءة المناورة هناك عدة احتمالات كما هو موضح أدناه.

٥-١-٢ أنظمة الدفع والتوجيه Propulsion and steering systems

- **الدفع والتحكم في الرفاص Propulsion and propeller control**

تقريبا تم تجهيز القاطرات كلها مع محركات الديزل حيث محركات الديزل في قاطرات الميناء تكون محركات عالية أو متوسطة السرعة وفى حالة المحركات عالية السرعة تزود بصندوق تروس لتخفيض سرعة المحرك إلى سرعة الرفاص المطلوبة كما يتم استخدام أنظمة مختلفة لعكس اتجاه الرفاص.

نظام العكس المباشر(تغيير اتجاه دوران المحرك) هو الأقدم ومن الممكن العثور عليه في بعض القاطرات التقليدية وفي بعض القاطرات يكون التحكم في المحركات من غرفة القيادة أو عن

طريق غرفة الماكينات حيث أن عدد المناورات أو تغيير اتجاه دوران المحرك يكون محدود بسبب حجم هواء بدء الحركة والمتاح في اسطوانات الهواء.

أنظمة الدفع من محركات الديزل - الكهرباء **(Diesel-electric propulsion systems)** ما زالت قائمة ويمكن العثور عليها في بعض قاطرات الميناء حيث محرك الديزل يدير مولدات كهربائية والتي بدورها تعطى الطاقة الكهربية إلى محركات كهربائية هذه المحركات تقوم بإدارة الرفاص وهذا النظام سهل ويمكن التحكم فيه من غرفة القيادة وهو ذو ميزة كبيرة حيث أنه يحقق أي سرعة للرفاص في اتجاه الأمام أو الخلف ودون تأخير ولكن هذا النظام مكلف حيث أن التكاليف الأولية عالية وكذا ارتفاع نفقات الصيانة مقارنة مع النظم الأخرى.

أنظمة الدفع الأكثر شيوعا في الوقت الحاضر بقاطرات الميناء هي محركات الديزل عالية ومتوسطة السرعة مع صندوق تروس والوصلات المائعة .

القاطرات مع رفاص ثابت الخطوة يتم عكس اتجاه دوران الرفاص عن طريق صندوق التروس بينما في القاطرات مع رفاص متغير الخطوة **(CPP)** فيتم عكس الحركة عن طريق تغيير خطوة ريش الرفاص .

قد تنشأ مشاكل عزم الدوران عند عكس اتجاه رفاص ثابت الخطوة لقاطرة وهى مسرعة ويمكن تخفيض هذه المشاكل أو التغلب عليها عن طريق التصميم السليم والتركيب الصحيح لكل من المحرك والرفاص وصندوق التروس .

يتم التحكم في سرعة المحرك وخطوة الرفاص من غرفة القيادة والمناورة تكون سهلة جدا خصوصا مع الرفاص المتغير الخطوة **(CPP)** حيث خطوة الرفاص يتم تنظيمها هيدروليكيا كما في شكل (١-٢) .

أنظمة تشغيل الرفاص **(CPP)** بما في ذلك نظم التحكم عن بعد والنظام الهيدروليكي والتوقف في حالات الطوارئ تتطلب فحوصات منتظمة وصيانة جيدة حيث أن الفشل في إحدى هذه الأنظمة يؤدى إلى أضرار جسيمة للقاطرة والسفن والأرصفة حيث أن أنظمة تشغيل الرفاص **(CPP)** الحديثة لديها أنظمة احتياطية يمكن الاعتماد عليها.

- **كفاءة الرفاص والقدرة على المناورة Propeller efficiency and maneuverability**

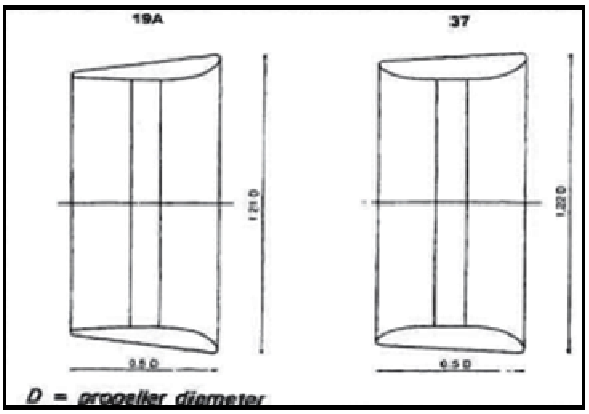
رفاص القاطرات التقليدية هو رفاص عادى ثابت أو متغير الخطوة ولتحسين قوه الدفع الناتجة من الرفاص توضع أحيانا اسطوانة حول الرفاص **(Kort nozzle)** وبشكل عام عند الرجوع إلى الخلف فان الرفاص العادي بدون اسطوانة سوف يعطى قوة دفع ما يقرب من(٦٠)٪ من الحد الأقصى من قوة الدفع عند التوجه إلى الأمام أما الرفاص متغير الخطوة **(CPP)** بدون اسطوانة يعطى قوة دفع ما يقرب من(٤٠-٤٥)٪ من الحد الأقصى من قوة الدفع عند التوجه إلى الأمام.

الرفاصات تصمم لتعطى أقصى كفاءة عند التوجه إلى الأمام وفى حالة الرفاص ثابت الخطوة فعندما يتطلب التوجه إلى الخلف سوف يكون بنفس الخطوة في الاتجاه المعاكس كما في حالة التوجه إلى الأمام .

بالنسبة للريش القياسية للرفاص متغير الخطوة يكون لديها عرض أصغر بالقرب من الصرة وبالتالي عندما يتم ضبط الريش في وضع التوجه للأمام فان زاوية الخطوة الأمامية تكون كبيرة بالقرب من حافة الريشة وعند ضبط الريش في وضع التوجه إلى الخلف فإن الجزء السفلي من الريش يكون لديها خطوة أصغر من الجزء العلوي من الريش مما يؤدي إلى تقليل كفاءة السير إلى الخلف مقارنة مع الرفاص ثابت الخطوة .

الاسطوانة **(Nozzle)** حول الرفاص تعمل على زيادة قوة الدفع وبالتالي زيادة قوة الشد بشكل كبير فقد قام السيد لودفيغ كورت بتصميم الاسطوانة الأولى في عام ١٩٢٧ وقدمت أول اسطوانة للخدمة في عام ١٩٣٢ حيث أن تأثير الاسطوانة يكون أكثر وضوحا مع الأحمال العالية للرفاص عند السرعات المنخفضة وهذه الاسطوانات تزيد قوة الدفع في حدود من (١٥) إلى (٢٥) ٪ أثناء القطر أو أعمال الدفع (التدفيع).

قد تم تطوير أنواع مختلفة من الاسطوانات كما في شكل (٥-١) في حين ما زالت الأبحاث مستمرة حيث اسطوانة ذات طراز **(19A)** شائعة جدا نظرا لتصميمها الفعال من حيث التكلفة ومثالية بالنسبة لمتطلبات الدفع عند التوجه إلى الأمام وقد تم تطوير طراز آخر وهو(٣٧) لإعطاء كفاءة أفضل عند التوجه للخلف وهو غالبا ما يتم استخدمه في قاطرات الميناء التقليدية .



شكل (٥-١) أنواع الاسطوانات

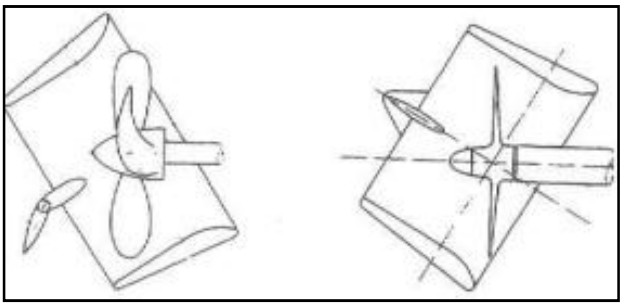
يستخدم النوع **(19A)** مع بعض الاختلافات أكثر أو أقل في التصميم مع الدفاعات السمت **(Azimuth thrusters)** سواء مع رفاص ثابت أو متغير الخطوة بسبب أن الدفع في اتجاه الخلف يتحقق من خلال دوران (لف)الاسطوانة.

الاسطوانات تزيد من كفاءة الرفاص ولكن تقلل من قدرات التوجيه ولذلك فكثيرا ما تستخدم نظم الدفة الخاصة.

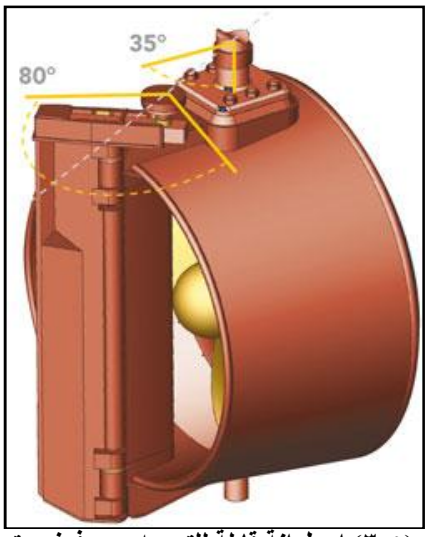
الاسطوانات يمكن أن تكون قابلة للتوجيه (للدوران) (**Steering nozzle**) أيضا كما في شكل (٥-٢) ويكون أداء المناورة الخاصة بها متفوقة على ترتيبات الدفة العادية .

مناورة القاطرة عند التوجه للخلف مع نظام الاسطوانة و الدفة جيدة جدا وعند التوجه إلى الخلف فان القاطرة تتأرجح إلى ناحية الجانب الأيمن أو الأيسر اعتمادا على اتجاه الاسطوانة القابلة للتوجيه ويمكن تركيب زعنفة رأسية أو رفرف متحرك عند نهاية الاسطوانة القابلة للتوجيه (للدوران) كما في شكل (٥-٣).

بعض القاطرات تملك رفاصين من نوع الاسطوانات القابلة للتوجيه (للدوران) ويتم التحكم فيهم بشكل منفصل لزيادة القدرة على مناورة القاطرة.



شكل (٥-٢) اسطوانات قابلة لتوجيه

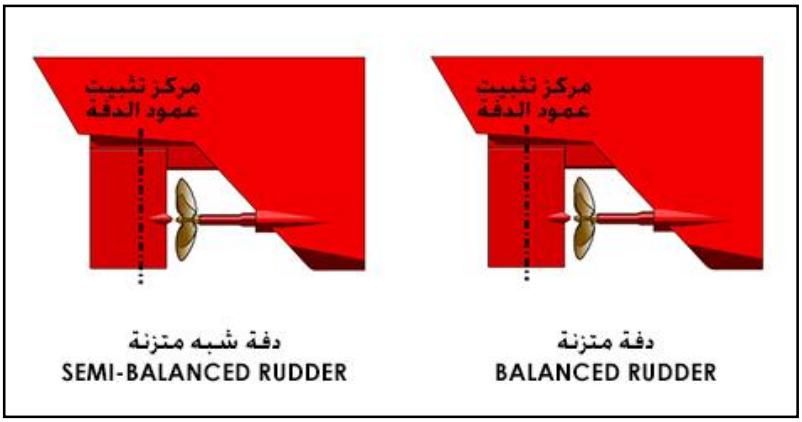


شكل (٥-٣) اسطوانة قابلة للتوجيه مع رفرف متحرك

القاطرات التقليدية يمكن أن تجهز مع عدد واحد أو اثنين أو ثلاثة رفاصات حيث المناورة من القاطرات ثنائية أو ثلاثية الرفاص بشكل عام تكون أفضل من القاطرات ذات الرفاص الواحد.

عادة القاطرات تجهز بدفات متوازنة وشبه متوازنة والآن معظم القاطرات تستخدم الدفات المتوازنة.

حيث أن الدفة الشبه متزنة عادة تكون مساحة الدفة الواقعة أمام عامود الدفة أقل من (٢٠)٪ من المساحة الكلية والباقي يقع خلف العامود وان الدفة المتزنة وهي الدفة التي تقع من (٢٥–٣٠) ٪ من مساحتها أمام عامود الدفة والباقي يقع خلف العامود كما في شكل (٥-٤) وميزة هذه الدفة هي أنها لا تحتاج إلا لعزم صغير لإدارتها و بالتالي فإنها تحتاج إلى دائرة توجيه صغيرة .



شكل (٥-٤) أنواع الدفة

حيث أن استخدام دفة واحدة سوف يؤدى إلى انخفاض كفاءة الرفاص ويمكن زيادة قدرة المناورة في القاطرات التقليدية عن طريق استخدام أنواع خاصة من الدفة **(Specific rudder types)** أو أنظمة الدفة **(Rudder systems)** والعديد من أنظمة الدفة المختلفة والتي غالبا ما يتم تركيبها مع الاسطوانات قيد الاستخدام مثل:

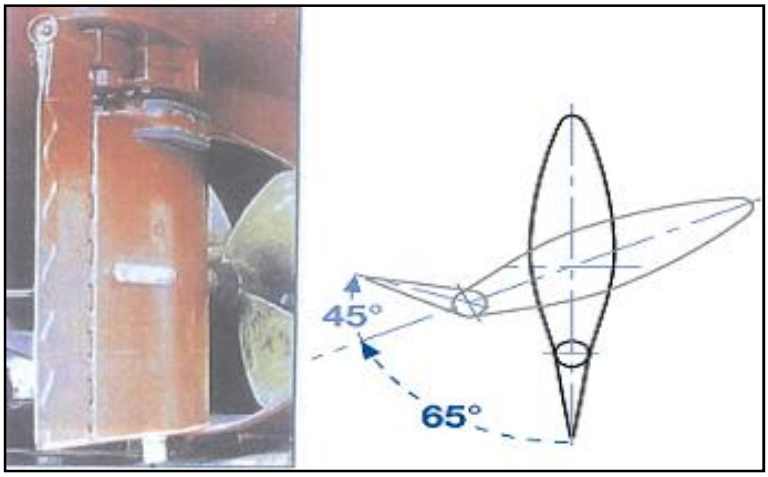
- الدفة ذات الرفرف المتحرك **Movable flap rudder**

هناك عدة أنواع من الدفات ذات الرفرف المتحرك حيث يثبت الرفرف المتحرك في نهاية نصل الدفة والذي يتم التحكم فيه عن طريق وصلة **(Linkage)** ويمثل حوالي(٢٠- ٣٠)٪ من المساحة الإجمالية للدفة وكل نوع من الدفة ذات الرفرف لها خصائص خاصة بها كما أن زاوية الرفرف مرتبطة بزاوية الدفة كما في شكل (٥-٥) والتي تزيد من كفاءة المناورة وذلك بإضافة (٤٥) درجة إضافية إلى زاوية الدفة الأساسية.

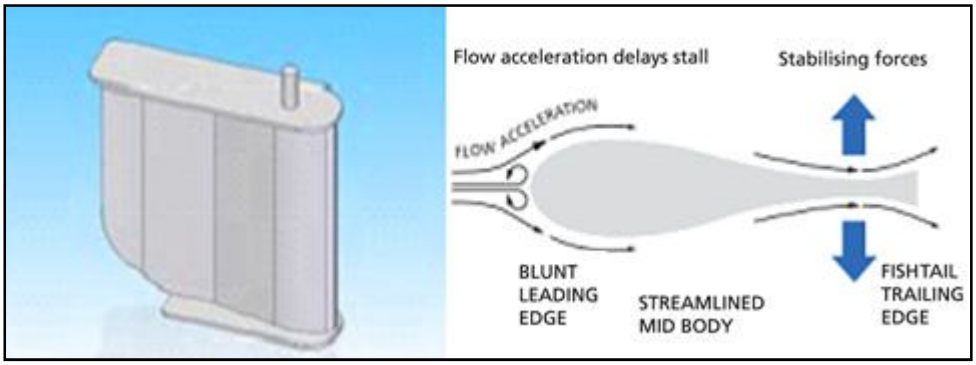
- دفة الشلن **Schilling rudder**

هذا النوع من الدفات يمكن أيضا أن يوجد بالقاطرات والدفات الشلن ليس لها أجزاء متحركة ويتم تركيب ألواح في الجزء العلوي والسفلي من الدفة كما انه يتم تشكيل حافة الدفة على شكل ذيل السمكة كما في شكل (٥-٦) والذي يسرع من تدفق التيار حولها حيث انه مع زوايا التشغيل تصل إلى (٧٠) درجة ولذلك فان الدفة شلن تحسن بشكل كبير كل من حفظ المسار الملاحي وخصائص التحكم في السفينة.

يمكن استخدم اثنين من الدفات الشلن وتسمى**(Schilling Vec Twin)** خلف الرفاص والتي تحسن مناورة السفينة حيث أن كل دفة لديها معدات توجيه خاصة والدفات يمكن أن تتحرك من خلال عصا تحكم بحد أقصى (١٠٥) درجة إلى الخارج و (٤٠) درجة نحو الداخل .



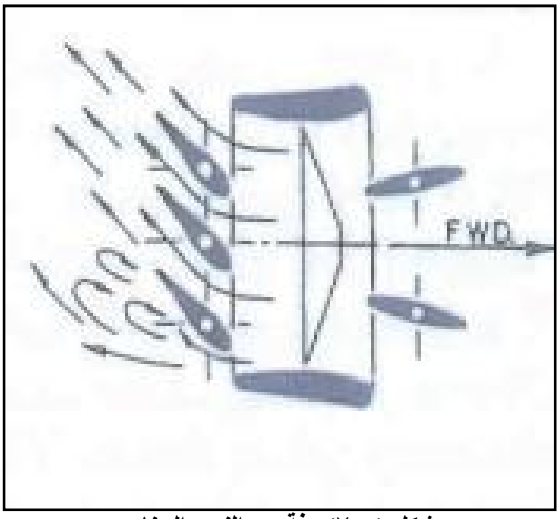
شكل (٥-٥) دفة من النوع ذات الرفرف



شكل (٥-٦) دفة من النوع الشلن

- الدفة ذات الجناح Flanking rudder

يتم تثبيت الدفات ذات الجناح أمام رفاص القاطرة وغالبا ما يتم تثبيت هذه الدفات بالاشتراك مع نظم الدفة الأخرى مثل استخدام دفة وراء الرفاص وتستخدم خصوصا بالاشتراك مع الرفاص ذات الاسطوانة الثابتة وبشكل عام هناك اثنين من هذه الدفات يقع أمام اسطوانة الرفاص ويتم تشغيل الدفات بواسطة تحكم منفصل حيث تحسن من أداء التوجيه عندما تتحرك القاطرة إلى الخلف كما في شكل (٥-٧) .

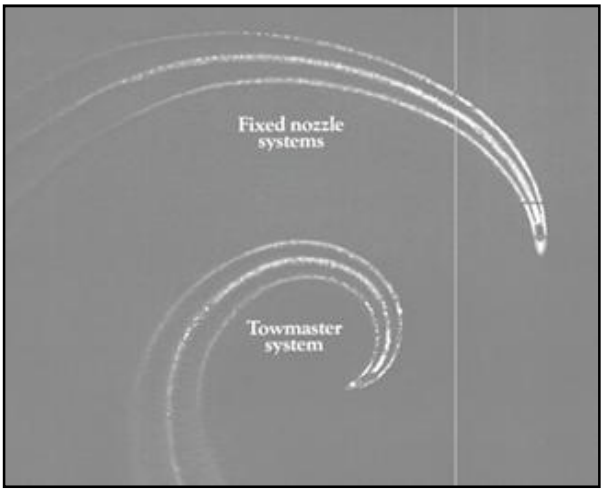


شكل (٥-٧) دفة من النوع الجناح

- نظام (Towmaster)

هذا النظام يستخدم مع الرفاص ذو الاسطوانة الثابتة وهو يتألف من عدة دفات تركب وراء الرفاص وأحيانا قبله مثل الدفة ذات الجناح وعندما يركب خلف الاسطوانة فانه عادة يتكون من ثلاثة دفات كما في شكل (٥-٨) أو عندما يكون قبل الاسطوانة فانه يتكون من دفتين وتصل زاوية الدفة إلى (٦٠) درجة وهذا النظام يعطى خصائص توجيه عالية عند السير إلى الأمام أو الخلف حيث يوضح شكل (٥-٩) مقارنة بين هذا النظام ونظام ذو اسطوانة ثابتة وفى الشكل يظهر كفاءة نظام **(Towmaster)** على تخفض دائرة الدوران بنسبة (٧٠)٪.

شكل (٥-٨) نظام (Towmaster)



شكل (٥-٩) كفاءة نظام (Towmaster) على الدوران

- الدافعة الأمامية **Bow thruster**

في بعض الأحيان قد يتم تجهيز القاطرات التقليدية بنفق الدافعة الأمامية أو بدافعة أمامية متحركة (٣٦٠) درجة وهذه الدفاعات هي أكثر فعالية بكثير ويمكن أن تعمل في أي اتجاه والقاطرات التي تجهز بهذا النوع من الدفعات تسمى **(Combi).**

٥-١-٣ مناورة القاطرات التقليدية **Maneuvering conventional tugs**

•القاطرات أحادية الرفاص **Single screw tugs**

هناك ثلاثة جوانب مهمة في مناورة القاطرات أحادية الرفاص التقليدية:

- موقع الدفة والرفاص.
- أثر المركبة العرضية الناتجة عن دفع ريش الرفاص عند الرجوع للخلف.
- انخفاض القوة عند الرجوع للخلف.

عند دوران الرفاص في الماء فإنه يحدث دوامة دائرية ملتوية وهى الفعل الناتج من الرفاص ويكون رد الفعل اندفاع القاطرة للأمام ويتكون الدفع الناتج عن ريش الرفاص من جزئين الأول دفع طولي وخلفي قوى **(Fore and aft thrust)** وهو المسئول عن حركة القاطرة للأمام أما الثاني دفع عرضي صغير **(Transverse thrust)** وهو المسئول عن الحركة العرضية لمؤخرة القاطرة عند بدء حركة الرفاص.

عندما يتم تشغيل الرفاص والدفع في اتجاه الأمام مع وجود زاوية للدفة إلى جانب أيمن أو أيسر فان مؤخرة القاطرة تتحرك في الاتجاه المعاكس للاتجاه المقصود وذلك نظرا لموقع الرفاص والدفة في الخلف وهذا يتناقض مع القاطرات من طراز جرار **(Tractor)** حيث يتم تطبيق قوى التوجيه في اتجاه الدوران.

الدوران حول المركز أو بالقرب منه أمر ممكن فقط مع استخدام الدفات الخاصة المذكورة سابقا كما لا توجد اى حركة جانبية للقاطرة ممكنة ولا حتى مع استخدام الدفات الخاصة ولكن يمكن الحصول على الحركة الجانبية لقاطرة وذلك باستخدام الدفات الخاصة بالاشتراك مع الدافعات الأمامية.

يوجد نوعان من الرفاصات من حيث اتجاه الحركة و ذلك عند النظر إلى الرفاصات من مؤخرة القاطرة :

- رفاص يمينى Right handed propeller

عند سير القاطرة للأمام يدور الرفاص في اتجاه مع عقارب الساعة أي في اتجاه اليمين وعند عكس حركة الماكينات للخلف يدور في عكس عقارب الساعة.

- رفاص يسارى Left handed propeller

عند سير القاطرة للأمام يدور الرفاص عكس عقارب الساعة أي في اتجاه اليسار وعند عكس حركة الماكينات للخلف يدور مع عقارب الساعة.

تقريبا كل القاطرات أحادية الرفاص تمتلك رفاص يميني فعند عكس اتجاه الماكينات إلى الخلف فان الدفع الناتج عن الرفاص يؤثر على الجانب الأيمن لمؤخرة القاطرة مما يؤدى إلى تحرك المؤخرة إلى الجانب الأيسر وبالتالي تتحرك مقدمة القاطرة إلى الجانب الأيمن حيث أن تأثير كل من الدفع الناتج عن الرفاص على مؤخرة القاطرة مع انخفاض قوة الرجوع إلى الخلف سوف يؤدى إلى ضعف أداء القاطرات أحادية الرفاص وذلك عند التحرك إلى الخلف.

عند التحرك إلى الخلف للقاطرات أحادية الرفاص يمكن التحكم في مؤخرة القاطرة وذلك باستخدام اسطوانات قابلة للتوجيه أو دفة ذات جناح أو نظام **(Towmaster).**

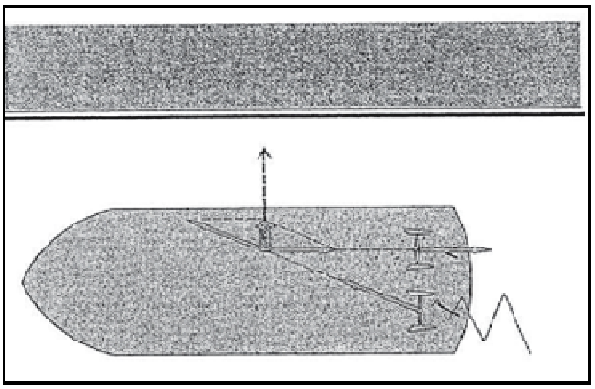
• القاطرات ثنائية الرفاص Twin screw tugs

القاطرات ثنائية أو ثلاثية الرفاص تكون ذو كفاءة عالية في المناورة من القاطرات أحادية الرفاص ويمكنهم الدوران حول المركز وكذا التحرك إلى الخلف في شكل مستقيم بسهولة ويتم الدوران عن طريق عكس احد الرفاصين ووضع الأخر إلى الأمام مع وضع الدفة في الاتجاه المقصود.

عادة يكون الرفاص الأيمن يميني و الرفاص الأيسر يساري و يسمى في هذه الحالة بالدوران للخارج **(Outward)** و العكس صحيح عندما يكون الرفاص الأيمن يساري و الرفاص الأيسر يميني يسمى في هذه الحالة بالدوران للداخل **(Inward)** وعندما يدار الرفاصين للسير للأمام بنفس السرعة فلن يكون للدفع العرضي الناتج عن الرفاصات أي تأثير دوراني على القاطرة نظرا لملاشاة كل رفاص لتأثير الأخر .

رفاصات القاطرات ثنائية الرفاص سواء كانت ثابتة أو متغيرة الخطوة غالبا ما تدور إلى الداخل إلا في القاطرات المصممة للعمل في ظروف الجليد حيث تكون كفاءة الرفاصات عالية والعيب مع الرفاصات ذات الخطوة الثابتة هي أنها تحتاج إلى دائرة داورن كبيرة بسبب أن الرفاص الأيمن يكون يساري و الرفاص الأيسر يكون يميني .

مع الدوران للداخل للرفاصات ذات الخطوة الثابتة يمكن للقاطرة أن تتحرك جانبيا كما في شكل (٥-١٠) فعندما تتحرك القاطرة جانبيا في اتجاه الجانب الأيمن يظن المرء أن وضع الرفاص الأيمن إلى الأمام والرفاص الأيسر إلى الخلف هذا يتم فقط عندما يتم تجهيز القاطرة مع الدافعة الأمامية ومع ذلك وبدون الدافعة الأمامية فوضع الرفاصات هذا لا يحرك القاطرة كلها جانبا ولكن يحرك المؤخرة إلى الميمنة فقط ومن خلال وضع الرفاصات بطريقة عكسية بحيث يكون الرفاص الأيمن إلى الخلف والرفاص الأيسر إلى الأمام والدفة إلى اليسار فان القاطرة تتحرك جانبيا إلى الجانب الأيمن وان التأثير العرضي الناتج من الرفاص سوف يعزز الدفع الجانبي مع الأخذ في الاعتبار تأثير كل من التيار والأمواج.



شكل (٥-١٠) تحرك القاطرة جانبيا

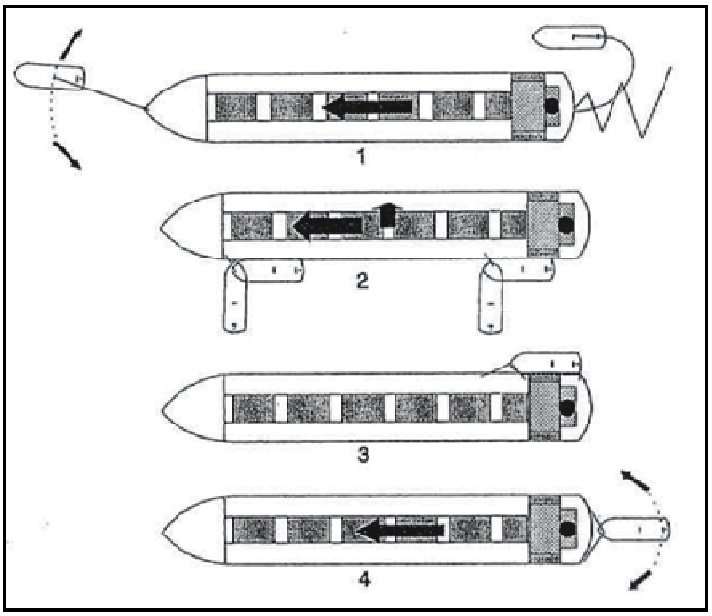
٥-١-٤ القاطرات التقليدية و التعامل مع السفينة

Conventional tugs in shiphandling

يتم استخدام القاطرات التقليدية لجميع طرق المساعدة المعروفة ولكنها ليست مناسبة على قدم المساواة لجميع الطرق وعند مساعدة سفينة مسرعة فان القاطرة التقليدية تكون فعالة عند القطر بحبل عندما تكون خلف السفينة ولكن نظرا لموقع نقطة القطر فيكون لديها بعض القيود وشكل (٥-١١) يوضح الطرق المختلفة لمساعدة السفينة والتعامل معها بواسطة القاطرات التقليدية.

عندما تكون سرعة السفينة ما يقرب من ثلاثة عقدة أو أكثر ومتحركة إلى الأمام فان القاطرة التي بالخلف يمكنها أن تساعد فقط على جانب واحد من السفينة ولا يمكن أن تتحول إلى الجانب الآخر وهي أيضا غير قادرة على التحكم في سرعة السفينة ونظرا لكون نقطة القطر بالقرب من وسط القاطرة فيمكن أن يؤدى هذا إلى تعثر أو انقلاب القاطرة **(Girting) .**

عند القطر بحبل فان القاطرات التقليدية ليست مناسبة لتغيير طريقة المساعدة للدفع (التدفيع) على جانب السفينة عندما يكون حبل الشد لا يزال مثبت بها ويكون هذا مرغوب فيه على سبيل المثال عند الوصول إلى الرصيف و للتغيير السريع من وضع السحب إلى وضع الدفع (التدفيع) والعكس بالعكس في حين أن حبل الشد مازال مثبت فان القاطرة التقليدية سوف تقوم بالدفع بواسطة المؤخرة.



شكل (٥-١١) طرق المساعدة بواسطة القاطرات التقليدية

المناورة نفسها هي بالفعل صعبة ما لم يتم تجهيز القاطرة بالدافعة الأمامية أو تكون ثنائية الرفاص ومع ذلك عند الدفع (التدفيع) بالمؤخرة فان رفاصات القاطرة تكون قريبة جدا من بدن السفينة حيث أن توقف تدفق المياه نحو الرفاصات سوف يؤدي إلى انخفاض كفاءة الرفاص بالإضافة إلى ذلك الحاجز المطاطي والمثبت بالمؤخرة عادة غير مصمم لأعمال الدفع (التدفيع) وفي مثل هذه الحالة فمن الأفضل تحرير (حل) مقدمة أو مؤخرة القاطرة من أجل أن تكون قادرة على الدفع على الجانب السفينة.

لأعمال القاطرة على جانب السفينة فان القاطرة التقليدية يمكنها أن تقوم بالتدفيع ولكنها ليست الأفضل للسحب بحبل من المقدمة وذلك بسبب القوة المحدودة للرجوع إلى الخلف.

على سبيل المثال مع استخدام إحدى أنظمة الدفة الخاصة مثل نظام **(Towmaster)** يمكن زيادة قوة الرجوع إلى الخلف.

القاطرات التقليدية أحادية الرفاص لا تستطع السحب بزوايا قائمة بسبب التأثير العرضي للرفاص وكذا لا يمكن السحب بزاوية قائمة في وجود الرياح أو تيارات قوية ونفس النوع من المشاكل

تنشأ عندما تتحرك السفينة إلى الأمام أو الخلف بينما تقوم القاطرات بالسحب وبالتالي سيكون من المستحيل الحفاظ على زوايا السحب المطلوبة.

ينبغي بعد ذلك اتخاذ تدابير إضافية مثل وجود حبل من مؤخرة القاطرة إلى السفينة للحفاظ على وضع القاطرة في الاتجاه الأفضل للسحب وللحفاظ على وضع القاطرة عند الزوايا الصحيحة والمطلوبة أثناء السحب يكون أسهل باستخدام الاسطوانات القابلة للتوجيه (للدوران) أو نظام **(Towmaster)** أو الدفات ذات الجناح أو تكون القاطرات ثنائية الرفاص.

٥-٢ القاطرات (Combi)

٥-٢-١ تصميم ومناورة القاطرات

Designing and maneuvering combi-tugs

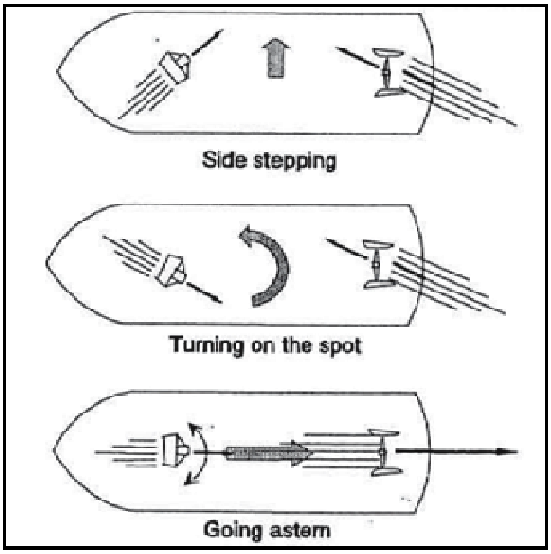
كما ذكر سابقا انه يمكن تحسين كفاءة المناورة للقاطرات التقليدية أحادية الرفاص عن طريق استخدام الدفات الخاصة ومع ذلك فإن من عيوب كثير من القاطرات أحادية الرفاص التي لا تجهز بالدفات الخاصة هو استحالة أن تتحرك في خط مستقيم عند التحرك إلى الخلف مع عدم القدرة على التحرك جانبا إلا إذا تم تجهيز القاطرة بدافعة أمامية وبالاشتراك مع استخدام احد أنواع الدفات الخاصة.

مع تجهيز القاطرة أحادية الرفاص بدافعة أمامية قابلة للتوجيه (للدوران) (٣٦٠) درجة فأنه من الممكن التغلب على هذه العيوب والقاطرة في هذه الحالة تسمى **(Combi)** كما في شكل (١-٢١) حيث كان أول ظهور لهذا النوع في عام ١٩٦٠ حيث يمكن لقاطرة باستخدام الماكينات مع الدافعة الأمامية الدوران حول المركز أو الإبحار إلى الخلف في خط مستقيم وكذا التحرك جانبيا كما في شكل (٥-١٢) .

حيث أن قوة الدفع الناتجة من الدافعة الأمامية بالاشتراك مع قوة الدفع الناتجة من الماكينات الرئيسية تعطى زيادة في قوة الشد للقاطرة وكذا زيادة في السرعة .

على سبيل المثال عندما تكون قدرة الدافعة الأمامية (٤٠٠) حصان فيمكنها زيادة سرعة قاطرة طولها (٢٧) متر وذات قوة ماكينات (١٥٠٠) حصان بمقدار نصف عقدة فقط مع عمل الدافعة الأمامية بسرعة حوالي خمسة عقدة كما يتم زيادة قوة الشد لقاطرة بحوالي خمسة أطنان إذا كان كل من الماكينات والدافعة الأمامية يعملان في نفس الاتجاه هذا بالإضافة إلى الحصول على مناورة أفضل.

في حالة عدم استخدام الدافعة الأمامية فإنها تسبب مقاومة إضافية وهذا هو واحد من الأسباب لجعل الدافعة الأمامية متحركة وفي المياه الضحلة فان النوع المتحرك يكون ضروري وعندما يكون عمق المياه أسفل القاطرة صغير يجب الحرص عند استخدام الدافعة الأمامية كما ينبغي أن يتراجع الربان في الوقت المناسب وينصح باستخدام أجهزة إنذار لبيان عمق المياه وذلك لسلامة وأمان الدافعة الأمامية والقاطرة.



شكل (٥-١٢) طرق الإبحار لقاطرة (Combi)

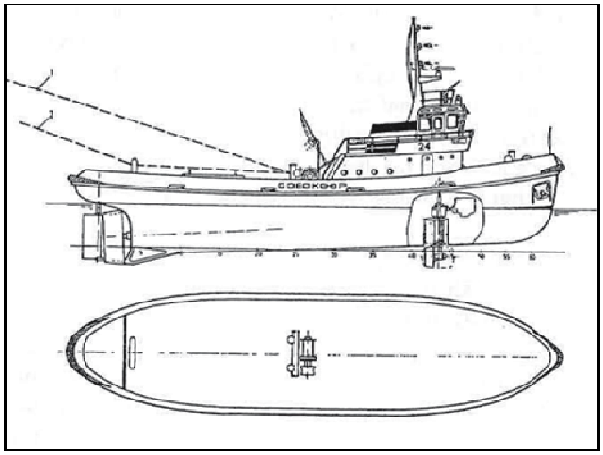
٥-٢-٢ القاطرات والتعامل مع السفن Combi tugs in shiphandling

هذه القاطرات تزود بنقطة القطر عند حوالي (٠.٤٥) من طول القاطرة من ناحية المؤخرة وكذا نقطة قطر أضافية بالقرب من نهاية المؤخرة وذلك لمنع تعثر أو انقلاب القاطرة **(Girting)** وخصوصا عندما تكون السفينة المطلوب مساعدتها مسرعة ويمكن لهذه القاطرات أن تقوم بأعمال القطر من النقطة الأمامية رقم (١) أو النقطة التي بالقرب من المؤخرة رقم (٢) كما في شكل (٥-١٣) حيث عند القطر بواسطة النقطة رقم (١) فان القاطرة تعمل مثل القاطرات التقليدية ولكن لديها ميزة هي زيادة كل من السرعة والقدرة على المناورة وقوة الشد وأيضا يتم تقليل كل من خطر الانقلاب وقت الاستجابة ويرجع ذلك إلى القدرة العالية على المناورة .

لإظهار قدرات هذه القاطرة فعلى سبيل المثال باعتبار سفينة متحركة كما في شكل (٥-١٤) فان القاطرة تتحرك بسرعة للخلف وتقترب مؤخرتها من مؤخرة السفينة لتمرير حبل الشد كما في الوضع (١) ولكن السفينة لا تزال مسرعة على سبيل المثال حوالي سبعة إلى ثمانية عقدة وحالما تم ربط حبل الشد في نقطة القطر التي بالقرب من المؤخرة وكذا يتم استخدام حبل الضبط **(Gob rope)** وذلك لامان وسلامة القاطرة .

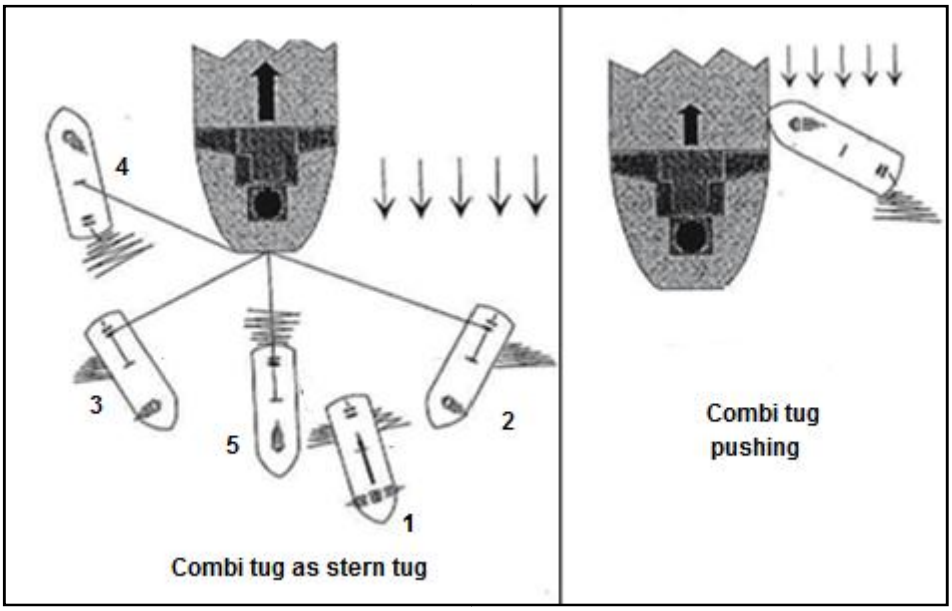
يمكن للقاطرة السيطرة على سرعة السفينة كما في الوضع (٥) أو تساعد في التوجيه كما في الوضع (٢) أو (٣) وذلك للحد من سرعة السفينة حيث سوف يتم توحيد الدفع لكل من الماكينات والدافعة الأمامية للقاطرة في نفس الاتجاه وذلك لزيادة قوة شد القاطرة .

يتم التحكم في توجيه السفينة عن طريق حركة القاطرة إلى الجانب الأيمن أو الأيسر حيث يكون اتجاه الدفع لكل من الماكينات إلى الخلف والدافعة الأمامية إلى الجانب.



شكل (٥-١٣) نقاط القطر للقاطرة

كما في الوضع (٢) أو (٣) فانه نتيجة لتدفق المياه تولد قوى على بدن القاطرة وبالتالي تزيد القوة في حبل الشد وعندما تقل سرعة السفينة فإن تأثير القاطرة في الوضع (٢) أو (٣) يصبح أقل حيث يتم فك حبل الضبط ويتم استخدام نقطة القطر الأصلية مرة أخرى والقاطرة يمكن أن تعمل مرة أخرى باعتبارها قاطرة تقليدية عادية كما في الوضع (٤).



شكل (٥-١٤) طرق عمل القاطرة

في الظروف التي توجد فيها رياح قوية أو تيارات فيكون هناك الكثير من الجهد المطلوب من القاطرة للتغلب على هذه القوى حيث أن القاطرة تكون أكثر فعالية عندما تبدأ مع السفينة

باعتبارها قاطرة تقليدية عادية كما في الوضع (٤) وبالتالي يمكنها استخدام كامل قوتها إلى الأمام وعند الحاجة يمكن استخدام الدافعة الأمامية لزيادة قوة الشد .

مما سبق يمكن استنتاج أن الميزة الأكبر لهذه القاطرات تكون عند استخدامها كقاطرة خلفية **(Stern tug)** وعندما تقوم بالقطر بحبل ولهذا السبب هذا النوع من القاطرات يتم استخدامه في مساعدة السفن في الممرات الطويلة كقاطرة خلفية وذلك للتحكم في سرعة وتوجيه السفينة وكذلك يمكن استخدامها في أعمال الدفع (التدفيع) والسحب على جانب السفينة.

عندما تعمل على جانب السفينة فان هذه القاطرات لديها العديد من عيوب القاطرة التقليدية حيث أن هذه القاطرات إما أن تقوم بالدفع (التدفيع) بواسطة المقدمة أو المؤخرة فعند التدفيع بواسطة المقدمة وأن السفينة تكون متحركة يمكن أن تكون الدافعة الأمامية مفيدة للحفاظ على مقدمة القاطرة في مكانها ومنع الانزلاق على طول بدن السفينة ويمكن أيضا أن تعطي الدافعة الأمامية قوة دفع إضافية عرضية كما في شكل (٥-١٤) وعند التدفيع بالمؤخرة فان فعالية القاطرة تقل بسبب تقيد تدفق المياه نحو الرفاص وأنه من الصعب استمرار احتفاظ القاطرة بالزاوية المطلوبة على بدن السفينة عندما يكون للسفينة بعض السرعة نظرا لانخفاض قوة الدافعة الأمامية.

٥-٣ القاطرات طراز الجرار مع رفاصات ذات الدوران الرأسي (فويث شنايدر)
Tractor tugs with Voiths Chnider propellers (VSP)

٥-٣-١ التصميم Design

القاطرات تكون من طراز الجرار **(Tractor)** وتكون منظومة الدفع الخاصة بها بالقرب من المقدمة والقاطرات الجرار التي لديها رفاصات ذات ريش رأسية تسمى قاطرات فويث شنايدر **(VS)** كما في شكل (١-١٧) حيث أن أول رفاص ذو محور رأسي وعلى غرار نظام الدفع فويث شنايدر تم تطويره في وقت مبكر من عام ١٩٢٠ من قبل البروفسور كيرستن بكلية هندسة الطيران في جامعة واشنطن بالولايات المتحدة الأمريكية وظهرت القاطرات مع نظام الدفع فويث شنايدر بين عامي ١٩٢٠و١٩٣٠وفي عام ١٩٥٠ قامت شركة فويث بتصميم قاطرة لمساعدة السفن ذات نظام الدفع ذو الريش الرأسية وبالقرب من مقدمة القاطرة وتوجد معدات القطر في الخلف على سطح القاطرة (الكاورتة) وقد تم التغلب على العديد من القيود الموجودة بالقاطرات التقليدية من خلال إدخال هذا المفهوم الجديد كليا .

هذا النظام في الواقع هو نوع من الرفاصات المتغيرة الخطوة كما في شكل (٥-١٥) حيث يعمل المحرك عند سرعة ثابتة ويتم التحكم في مقدار الدفع والاتجاه والتوجيه من غرفة القيادة كما يمكن ضبط سرعة المحرك عند عدد لفات مختلفة في الدقيقة وللحصول على قوة الشد المطلوبة أو السرعة المطلوبة فيتم إدارة المحرك عند السرعة الكاملة له وفي حالات أخرى يمكن تشغيل المحرك عند سرعات أقل.

يتكون نظام الدفع للقاطرات الفويث الشنايدر من وحدتين من الريش الرأسية حيث يتم تغيير خطوة الرفاصات والدفع الناتج عنهم في جميع الاتجاهات (٣٦٠) درجة مباشرة وبدون تأخير.

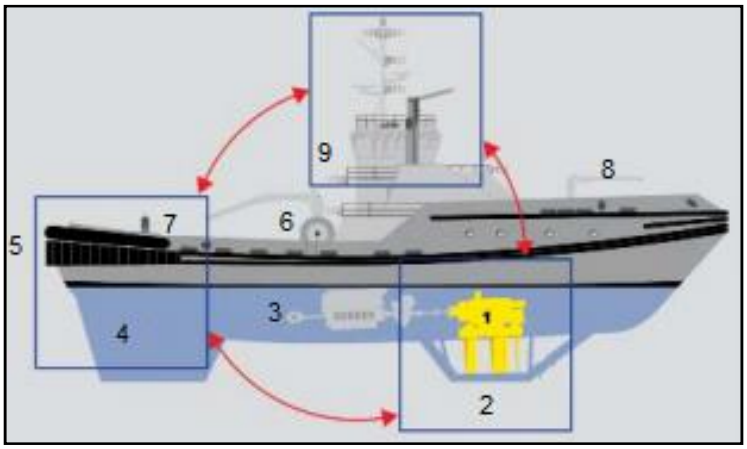
لوح الحماية رقم (٢) يحمي ريش الرفاص ويعمل مثل الاسطوانة وبالتالي يزيد من كفاءة الرفاص وأثناء رفع القاطرة على الجفاف فأنها ترتكز عليه بالإضافة إلى الزعنفة رقم (٤).

حيث أن كبر الزعنفة تكون علامة للقاطرات ذات طراز الجرار **(Tractor)** وبصفة خاصة لقاطرات فويث شنايدر حيث أنها تزيد من الاتزان للقاطرة بالإضافة إلى أنها تجلب مركز القوى الهيدروديناميكية إلى الخلف وهو أمر مفيد لكل من سلامة وأداء الشد عند القطر بحبل .

يقع ونش القطر (الشد) رقم (٦) خلف وسط السفينة كما يمكن أن تجهز القاطرة بخطاف القطر حيث نقطة القطر يمكن أن تكون فتحة توجيه الحبل **(Fairlead)** أو شمعة القطر الأساسية **(Towing staple)** رقم (٧) حيث يمرر من خلالها حبل القطر وتقع في الخلف وعادة بالضبط فوق منتصف الزعنفة.

البدن يكون عريض نسبيا ومسطح لتوفير مساحة كافية لوحدات الدفع (الرفاصات) والقاطرات فويث شنايدر لها حاجز مطاطي رقم (٥) وخاصة في المؤخرة لان هذه القاطرات تقوم بأعمال الدفع (التدفيع) بواسطة المؤخرة.

معظم القاطرات الحديثة يكون حجم غرفة القيادة صغير مع وضوح الرؤية الأمر نفسه ينطبق على القاطرات الفويث شنايدر الحديثة حيث أن غرفة القيادة رقم (٩) صغيرة وفي كثير من الأحيان لديها لوحة واحدة للتحكم في الرفاصات.



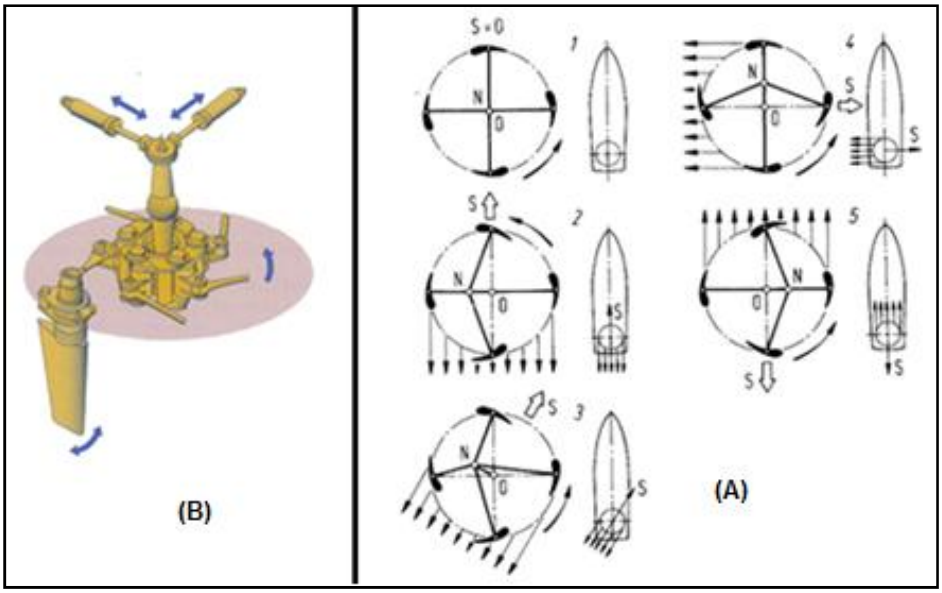
شكل (٥- ١٥) عناصر قاطرة فويث شنايدر

شكل (٥-١٦) الجزء **(A)** يظهر نظرية عمل الرفاص الفويث شنايدر حيث الوصلات (قضبان) المؤدية إلى مركز التوجيه **(N)** يتم تركيبها إلى ريش الرفاص الرأسية ويمكن لمركز التوجيه **(N)** التحرك خارج المركز **(O)** بواسطة اثنين من الاسطوانات الهيدروليكية احد هذه الاسطوانات الهيدروليكية تعمل في الاتجاه الطولي والآخر في الاتجاه العرضي كما في شكل (٥-١٥) الجزء **(B)** .

اتجاه الدفع **(S)** الناتج عن ريش الرفاص يعتمد على موقع مركز التوجيه **(N)** وكما في الوضع (١) في شكل (٥-١٦) الجزء **(A)** لا يكون هناك دفع وبالتالي لا يوحد تحرك للقاطرة أما في الوضع (٢) يتم تحرك مركز التوجيه من خلال اسطوانة هيدروليكية واحدة إلى جانب الشمال ونتيجة لهذه الحركة فانه يؤدي إلى الدفع في اتجاه الأمام وأما في الوضع (٣) يتم تحريك مركز التوجيه بواسطة الاسطوانات الهيدروليكية إلى الأمام والى الجانب الشمال وسوف يكون اتجاه الدفع **(S)** كما موضح بالشكل وبالتالي فان اتجاه الدفع الناتج يعتمد على موقع مركز التوجيه **(N)**.

اتجاه الدفع يكون هو العمودي على الخط الواصل من النقطة **(N)** إلى النقطة **(O)** ومقدر الدفع يتناسب مع المسافة من النقطة **(N)** إلى النقطة **(O)** وفي القاطرات يكون هناك دائما وحدتين من الرفاصات فويث شنايدر التي يتم تثبيتها جنبا إلى جنب.

الحد الأقصى لغاطس القاطرة التي يتم تركيب الرفاصات فويث شنايدر بها هي أكبر نسبيا من القاطرات التقليدية نظرا لوزن وحدات الدفع وموقع الرفاص والأبعاد حيث يكون موقع وحدة الدفع عند حوالي من (٠.٢٥ إلى٠.٣٠) من طول القاطرة من ناحية المقدمة وتكون نقطة القطر عند حوالي من (٠.١ إلى٠.٢) من طول القاطرة من ناحية المؤخرة وهذا يعتمد على متطلبات التشغيل للقاطرة.



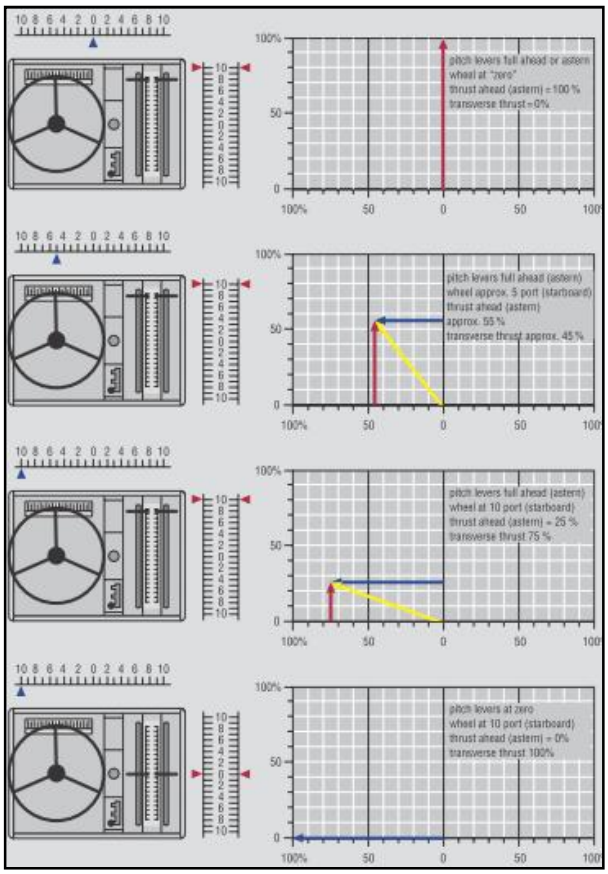
شكل (٥-١٦) طريقة عمل الرفاص فويث شنايدر

٥-٣-٢ التحكم في الرفاص Propeller control

يتم التحكم في اتجاه ومقدار دفع الرفاصات عن بعد من غرفة القيادة ويمكن أن يكون جهاز التحكم عن بعد يعمل ميكانيكيا بواسطة الوصلات الميكانيكية (قضبان) وهذا النظام موثوق به للغاية للقاطرات ويفضل عندما تكون المسافة بين غرفة القيادة وموقع الرفاص قصيرة أما مع المسافات

الطويلة بين غرفة القيادة وموقع الرفاص فيكون نظم التحكم عن بعد أما هيدروليكية أو هوائية أو كهربائية .

كما في شكل (٥-١٧) يتم التحكم في الدفع في الاتجاه العرضي من خلال عجلة القيادة **(Wheel)** ويتم التحكم في الدفع في الاتجاه الطولي من قبل تغيير أذرع الخطوة **(Pitch levers)** أو بمعنى أخر يتم تغيير زاوية ريش الرفاص ولذلك فان وضع واتجاه الدفع هو مزيج من الحركة العرضية والطولية ويكون الاتجاه العرضي له الأولوية بحيث عند الحاجة إلى الدفع العرضي بالكامل يكون وضع العجلة في أقصى اليمين أو أقصى الشمال فأنه لا يكون هناك دفع في الاتجاه الطولي حتى يتم تغيير وضع أذرع الخطوة ويمكن التحكم في الرفاصات فويث شنايدر بشكل مستقل أو معا من أجل الدفع الطولي ولكن يمكن التحكم فيهم معا من أجل الدفع العرضي.



شكل (٥- ١٧) التحكم في الرفاص فويث شنايدر

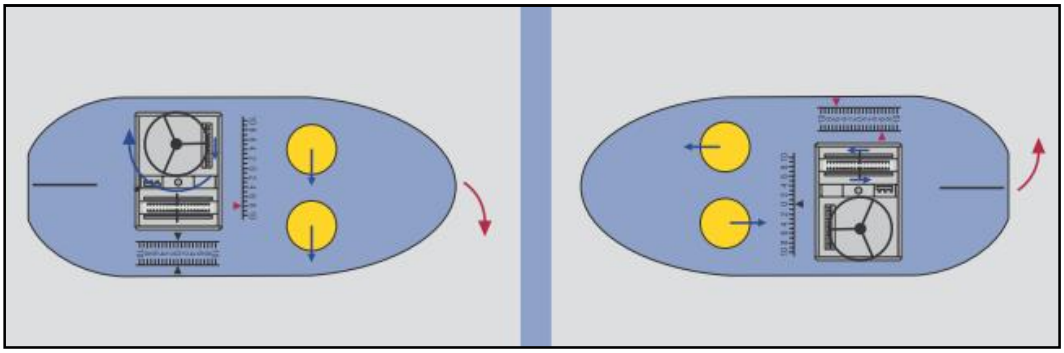
٥-٣-٣المناورة Maneuvering

القاطرات فويث شناريدر تكون ذات مناورة عالية ويمكنها الدوران حول المركز مع تقديم مقدار كبير من الدفع في أي اتجاه والإبحار مباشرة إلى الخلف وبسرعة عالية حيث الدفع عند الإبحار إلى الخلف يساوي تقريبا الدفع في حالة الإبحار إلى الأمام حيث أن كثير من عيوب القاطرات

التقليدية وخصوصا القاطرات أحادية الرفاص وعلى سبيل المثال عدم القدرة على التحرك جانبا لا تنطبق على القاطرات الفويث .

الإبحار إلى الأمام وكذلك إلى الخلف للقاطرات الفويث يتحقق بسهولة وذلك عن طريق استخدام عجلة القيادة مع أذرع الخطوة كما هو مبين في الشكل (٥-١٨) ويمكنها الدوران حول المركز عن طريق وضع العجلة إلى أقصى اليمين أو أقصى الشمال.

يمكن للقاطرات الفويث التحرك جانبيا على سبيل المثال إلى جانب الشمال حيث يتم وضع ذراع الخطوة للرفاص الشمال إلى الأمام ووضع ذراع الخطوة للرفاص اليمين إلى الخلف مع أدارة عجلة القيادة إلى اتجاه الشمال.



شكل (٥- ١٨) طريقة إبحار القاطرة فويث شنايدر

٥-٣-٤ القاطرات الفويث و التعامل مع السفينة VS tugs in shiphandling

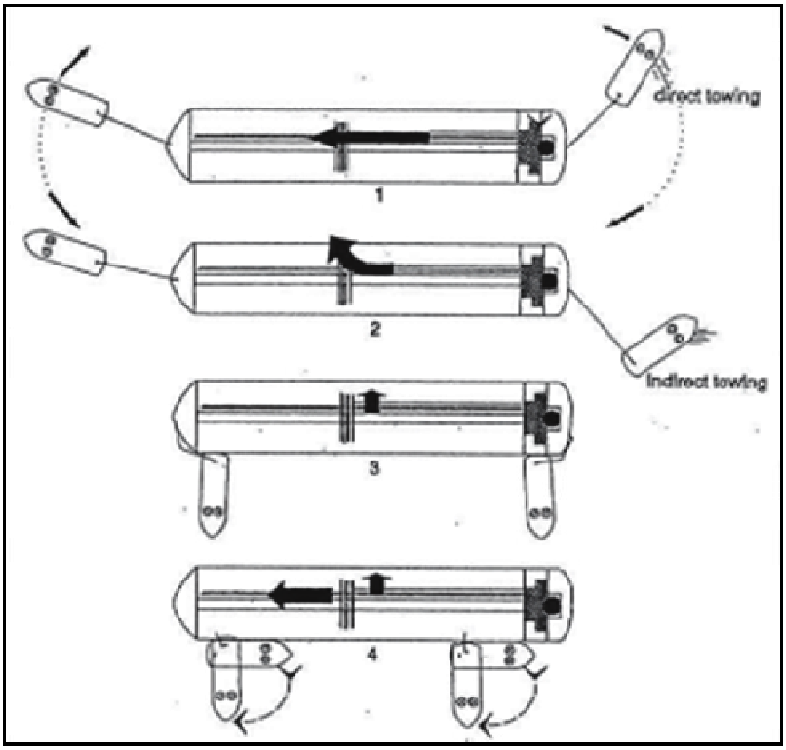
تستخدم القاطرات الفويث في عمليات القطر بحبل أو الدفع (التدفيع) أو السحب كما في شكل (٥-١٩).

في عمليات السحب والدفع (التدفيع) فان الحد الأقصى للدفع في الاتجاه الطولي يكون محدد بحيث يكون في حالة القطر أو السحب عند (٨) خطوة وفى حالة الدفع يكون (٩) خطوة وذلك تجنبا للحمل الزائد للمحرك وذلك من أصل (١٠) خطوة وهى أقصى خطوة للرفاص والتي يمكن أن تستخدم في حالة الإبحار الحر **(Free sailing)** .

في حالة القطر بحبل فان القاطرات الفويث التي بالأمام أو خلف السفينة يمكنها أن تتغير إلى وضع الدفع (التدفيع) على جانب السفينة بدون الحاجة إلى تحرير(حل) حبل الشد وهو مفيد جدا في حالة التراكى كما في الوضع (٣) من الشكل (٥-١٩) حيث القاطرة التي بالأمام يمكن أن تتغير إلى وضع الدفع على جانب سفينة ذات سرعة حوالي اثنين عقدة ويمكن عن طريق ونش القطر تغيير طول حبل القطر (الشد) .

يمكن للقاطرات الفويث أن تتحرك بسرعة ومباشرة على جانب السفينة للقيام بأعمال الدفع (التدفيع) أو السحب كما في الوضع (٤) و ينبغي أن لا تكون سرعة السفينة أكثر من حوالي خمسة عقدة.

على الرغم من القاطرات الفويث ليس من النوع الأكثر فعالية عند استخدامها كقاطرات أمامية مع القطر بحبل مع سفينة ذات سرعة بسبب القيود المفروضة على الأداء والذي فرضته موقع نقطة القطر فهي تكون مناسبة جدا كقاطرة خلفية وذلك للتحكم في سرعة و توجيه السفينة .



شكل (٥-١٩) طرق المساعدة بواسطة القاطرات الفويث

التحكم في التوجيه يمكن أن يتم عند السرعات العالية بواسطة نظام القطر الغير مباشر **(Indirect towing)** وذلك باستخدام القوى الهيدروديناميكية التي تؤثر على بدن القاطرة كما في الوضع (٢) أو نظام القطر المباشر **(Direct towing)** وذلك عند السرعات المنخفضة كما في الوضع (١) .

القوى في طريقة القطر الغير مباشر يمكن أن تكون أعلى بكثير من قوة الشد لقاطرة وعندما يكون هناك حاجة لقوى الكبح (الفراملة) ينبغي تعديل ذراع الخطوة طبقا لسرعة السفينة وذلك لتجنب زيادة الحمل على المحركات وكذا استخدام الحد الأدنى من عجلة القيادة.

٥-٤ القاطرات الجرار مع رفاصات السمت
Azimuth Tractor tugs (ATT) or Azimuth Tractor Drive Tugs (ATDT)

٥-٤-١ التصميم Design

القاطرات طراز الجرار **(Tractor)** مع رفاصات السمت **(Azimuth propellers)** تمتلك اثنين من الرفاصات القابلة للتوجيه (للدوران) (٣٦٠) درجة وتكون بالقرب من مقدمة القاطرة كما في شكل (١-١٨) وهناك العديد من الشركات المصنعة لرفاصات السمت بما في ذلك **(Aquamaster, Schottel, KaMe Wa, Niigata, Kawasaki, Ulstein and Brunvol)** وقد اندمجت بعض من الشركات الأوروبية المذكورة ويتم استخدام أسماء مختلفة لدفاعات السمت مثل رفاصات شكل **(Z)** أو **(Duckpellers)** وعلى الرغم من أن الأنظمة الدافعة تكون بصورة عامة متشابهة ولكن كل شركة مصنعة لديها تصميم معين خاص بها وقد أدخلت رفاصات السمت لأول مرة في الخدمة في عام ١٩٦٠ وكانت أول قاطرة ميناء تزود برفاصات السمت هي القاطرة الألمانية يانوس عام ١٩٦٧ ولرفاصات السمت يمكن أن تكون من النوع ثابت الخطوة وعلى سبيل المثال **(Niigata)** أو من النوع المتغير الخطوة وكما يمكن تزويد الرفاصات السمت باسطوانة وذلك لزيادة كفاءة الرفاص.

يتم تزويد القاطرة بلوح حماية وذلك لحماية الرفاصات من الضرر في حالة الشحط ويتم تركيب لوح الحماية تحت أو أمام الرفاص كما أنها ترتكز عليه أثناء رفع القاطرة على الجفاف.

التصميم الأساسي للقاطرة في حد ذاته لا يختلف كثيرا عن قاطرات الفويث حيث أن الإزاحة (الوزن) للقاطرات الفويث تكون أكبر بالمقارنة مع القاطرات السمت والتي لديها نفس قوة المحرك وذلك بسبب كبر وزن الرفاصات الفويث وكذلك مزيد من التدعيم للفتحات الواسعة ببدن القاطرة والتي تتناسب مع قطر الرفاصات الفويث وبالتالي فانه لقاطرة ذات رفاصات السمت ذات نفس الأبعاد وقوة المحرك يكون لديها غاطس اقل.

موقع نقطة القطر تشبه بصورة عامة قاطرات الفويث ولكن الزعنفة (Skeg) أحيانا أصغر حيث نقطة القطر تقع عند حوالي (٠.١) من طول القاطرة من ناحية الخلف ويتم تركيب الرفاصات عند حوالي من (٠.٣٠) إلى (٠.٣٥) من ناحية الأمام.

عند وضع الرفاصات إلى الأمام أكثر فأنها تزيد فعالية القاطرة أثناء مساعدة السفن والرفاصات توفر عمليا نفس القدر من قوة الدفع في أي اتجاه على الرغم من أن الدفع في اتجاه الخلف يكون اقل بحوالي (٥)٪ .

٥-٤-٢ التحكم في الرفاص Propeller control

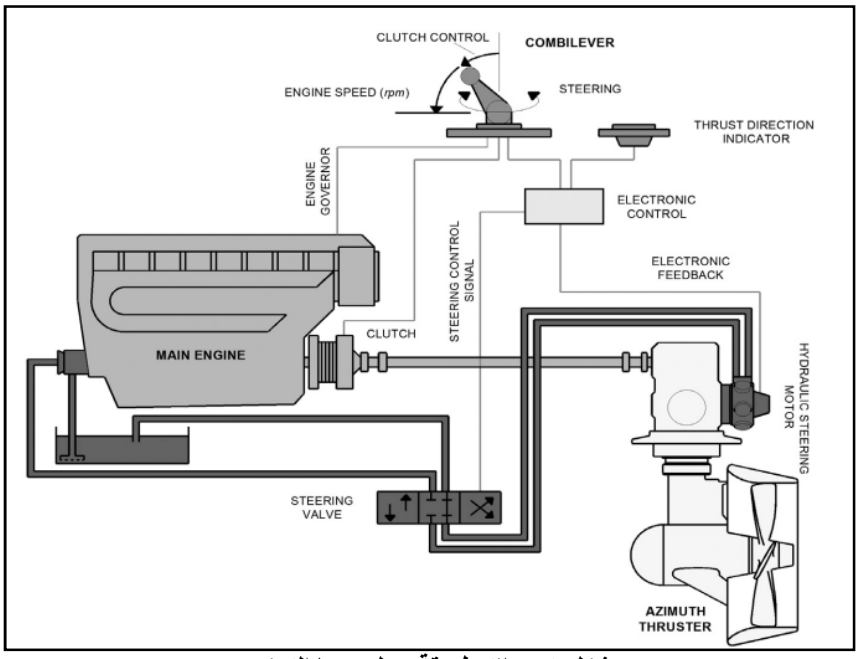
يمكن التحكم في الرفاصات بواسطة جهاز واحد لكل رفاص على حدة فيما يتعلق بمقدار الدفع أو اتجاه الدفع أو يتم التحكم في الاثنين معا عن طريق عصا التحكم وبدلا من ذلك يكون من خلال نظام تحكم يتكون من اثنين من أذرع التوجيه (للأمام أو للخلف) وعجلة القيادة لتعديل زاوية الرفاصات واثنين من الأذرع لتحديد السرعة.

عندما يتم التحكم في الرفاصات معا بواسطة عصا التحكم تسمى **(Uni-lever, Combi-lever, master pilot)** ويتم ضبط الرفاصات إلى التوجيه أو الوضع المناسب تلقائيا من أجل مناورة القاطرة كما هو مبين بعصا التحكم وبعض أنواع الرفاصات السمت لديها عصا التحكم للتحكم في اتجاه حركة القاطرة بينما مقدار الدفع لابد من تنظيمه بشكل منفصل ويوجد أنواع أخرى لديها تحكم مشترك للسيطرة على مقدار واتجاه الدفع .

يمكن القاطرات ذات عصا التحكم مشتركة أيضا التحكم في كل رفاص على حدة ولكن في بعض القاطرات هذا قد يكون معقد جدا بسبب وجود عدد من الأذرع التي يتم تشغيلها.

الشكل (٥-٢٠) يوضح طريقة عمل عصا التحكم **(Combi-lever)** حيث عن طريق حركتها الرأسية تقوم بالتحكم في سرعة الماكينة (مقدار الدفع) وعن طريق حركتها الدورانية تقوم بالتحكم في اتجاه حركة الرفاص (اتجاه الدفع).

الرفاصات السمت المتغيرة الخطوة لديها ميزة هي أن خطوة الرفاص يمكنها بسرعة عكس الاتجاه في اتجاه الخلف .



شكل (٥-٢٠) طريقة عمل عصا التحكم

٥-٤-٣المناورة Maneuvering

خصائص المناورة لقاطرات السمت تكون مماثلة تقريبا لقاطرات الفويث كما أن هذه القاطرات آمنة أثناء العمل وذات مناورة عالية كما يمكنها الدوران حول المركز وكذا الحركة الجانبية وتقريبا نفس قوة الشد في اتجاه الخلف كما هو في اتجاه الأمام.

الدفع يكون تقريبا (١٠٠)٪ في أي اتجاه عندما يكون الغاطس صغير نسبيا وأحيانا مع تصميم آخر للزعنفة **(Skeg)** وان خصائص مناورة لهذه القاطرات قد تكون مختلفة بعض الشيء بالمقارنة مع القاطرات الفويث.

٥-٤-٤القاطرات السمت و التعامل مع السفينة Azimuth tugs in shiphandling

قدرات المساعدة لقاطرات السمت مماثلة لقاطرات الفويث وهي مناسبة إما للعمل على جانب السفينة أو القطر بحبل كما في شكل (٥-١٩) .

فعالية القاطرات السمت تكون أقل عندما تزود بزعنفة **(Skeg)** أصغر أو نقطة قطر لا تقع في المكان الصحيح لها وعندما تعمل بطريقة السحب الغير مباشر وعند السرعات العالية عند اعتبارها كقاطرة خلفيه **(Stern tug)** مقارنة بالقاطرات الفويث.

من ناحية أخرى وبسبب أن مقاومه القاطرات السمت تحت الماء تكون أقل ويرجع ذلك أساسا إلى صغر غاطسها نسبيا ومع القدرة على توفير الدفع إلى ما يقرب من (١٠٠) ٪ في أي اتجاه فان فعالية القاطرات سوف تكون كبيرة في حالة السرعة وعندما تعمل بطريقة السحب المباشر وباعتبارها كقاطرة خلفيه **(Stern tug)** أو كقاطرة أمامية **(Forward tug)** عند السحب بحبل وهذا يعتمد على المكان الصحيح لنقطة القطر.

٥-٥القاطرات الجرار العكسية Reverse-tractor tugs

٥-٥-١التصميم Design

القاطرات الجرار العكسية يمكن أن تسمى قاطرات دفاعة **(Pusher tugs)** وهذه القاطرات تزود بعدد اثنين من الرفاصات السمت بالمؤخرة وهي مصممة أكثر أو أقل خصيصا لطريقة المساعدة المستخدمة وعلى سبيل المثال في عدد كبير من موانى غرب المحيط الهادئ تكون المساعدة على طريق مقدمة القاطرة وهذه القاطرات لديها ونش شد (سحب) كبير في مقدمة القاطرة كما في شكل (١-١٩) ومعدات سحب صغيرة فقط في الخلف على سبيل المثال خطاف القطر ونقطة القطر التي بالخلف غالبا ما تكمن بعيدا جدا في الخلف لكي تكون فعالة إذا كانت هذه القاطرات تقوم بالقطر بحبل مثل القاطرات التقليدية وفي بعض الأحيان تقع نقطة القطر تقريبا فوق الرفاصات في الخلف.

أنظمة الرفاصات السمت و المستخدمة في الدول الأوروبية أو اليابان تكون رفاصات ثابتة أو متغيرة الخطوة ويتم تركيبها في اسطوانات ولأن الرفاصات يتم تركيبها تحت المؤخرة فان الحد الأقصى لغاطس القاطرات الجرار العكسية يكون أقل بالمقارنة مع القاطرات الجرار الأخرى مثل قاطرات الفويث .

تقع وحدات دفع عند حوالي (٠.١٠) من طول القاطرة من ناحية الخلف ونقطة الدفع ونقطة السحب الأمامية بالجزء الأمامي بالمقدمة ويتم تعديل بناء غرفة القيادة تماما طبقا لطريقة المساعدة المستخدمة بحيث يمكن لربان القاطرة الرؤية الواضحة لكل من الجزء الامامى للقاطرة

وحبل الشد والسفينة أثناء الجلوس وراء لوحة المناورة وأجهزة القياس و أذرع التحكم والأجهزة الأخرى المتنوعة من حوله.

٥-٥-٢ التحكم في الرفاص والمناورة ومساعدة السفينة

Propeller control, maneuvering and shiphandling

التحكم في الرفاصات للقاطرات الجرار العكسية هو نفسه كما هو الحال مع القاطرات الجرار ذات الرفاصات السمت وبسبب اثنين من الرفاصات السمت ونقطة القطر الأمامية فان القاطرات الجرار العكسية تكون قاطرات ذات مناورة عالية وآمنة في التشغيل ويمكنها الدوران حول المركز وكذا الحركة جانبيا كما في شكل (٥-٢١).

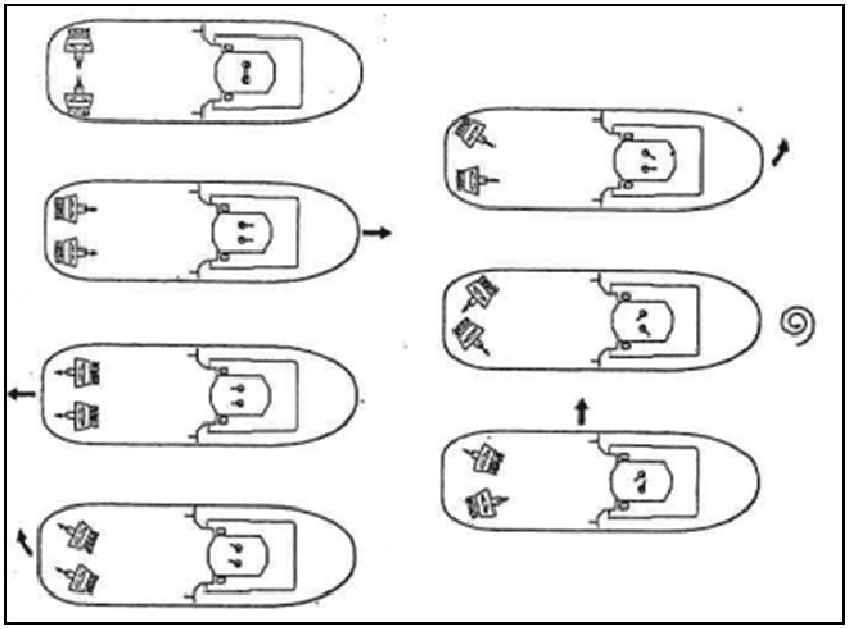
قوة القاطرة عند الإبحار للخلف بشكل عام تكون أقل بحوالي (١٠) ٪ من قوة القاطرة عند الإبحار للأمام نظرا لشكل مؤخر بدن القاطرة .

اسم القاطرات الجرار العكسية يعني أن القاطرات تعمل على نحو مماثل لقاطرات الجرار لكن بطريق عكسية حيث القاطرات الجرار تعمل دائما بحيث تكون نقطة القطر في اتجاه السفينة وتكون وحدات الدفع بعيدا عن السفينة أما القاطرات الجرار العكسية تعمل بنفس الطريقة ولكن بطرقة عكسية ولهذه سميت بالقاطرات الجرار العكسية.

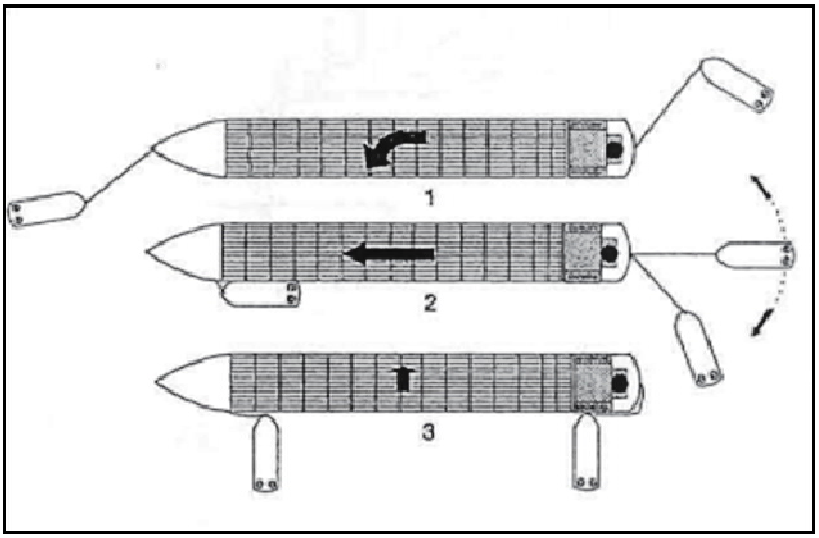
يمكن استخدام القاطرات الجرار العكسية في مساعدة السفن أما عن طريق القطر بحبل أو العمل على جانبها كما في شكل (٥-٢٢) حيث يمكنها بسهولة تغيير وضعها من القطر بواسطة المقدمة إلى وضع الدفع (التدفيع) على جانب السفينة ويمكن عن طريق ونش القطر تغيير طول حبل القطر من حيث الشد أو إرخاء الحبل ليناسب عملية القطر وهذه القاطرات تكون فعالة جدا عند العمل على جانب السفينة وعند السرعة.

بالرغم من أنه يمكن استخدام هذا النوع من القاطرات في القطر بحبل وباعتبارها قاطرة أمامية فإنها لا تكون فعالة في توجيه السفن التي لديها سرعة إلى الأمام (**Headway**) لان القاطرة تتحرك إلى الخلف ونقطة الشد (السحب) تكمن في مقدمة القاطرة مما يعطى انخفاض مماثل في كفاءة التوجيه عند زيادة السرعة كما هو الحال مع قاطرات الجرار .

القاطرات الجرار العكسية هي مناسبة جدا للتحكم في توجيه وسرعة السفن بسرعة عند استخدامها كقاطرة خلفية (**Stern tug**) سواء عند استخدام طريقة السحب الغير مباشر أو المباشر وفي طريقة السحب الغير مباشر فان القاطرات الجرار العكسية بشكل عام أقل فعالية إلى حد ما في التوجيه مقارنة بالقاطرات الفويث أما في طريقة السحب المباشر قد تكون القاطرات العكسية أكثر فعالية بسبب غاطسها الصغير.



شكل (٥-٢١) طرق إبحار قاطرة جرار عكسية



شكل (٥-٢٢) طرق المساعدة بالقاطرة الجرار العكسية

٥-٦ قاطرات تدار برفاصات سمت في المؤخرة Azimuth Stern Drive (ASD)

٥-٦-١ التصميم Design

القاطرات **(ASD)** هي تقريبا نفس القاطرات الجرار العكسية ولكنها مصممة أن تعمل بنفس طريقة عمل القاطرات الجرار العكسية وكذلك القاطرات التقليدية وبالتالي الجمع بين مزايا كل من النوعين حيث أن القاطرات **(ASD)** لديها ونش قطر في مقدمة القاطرة بالإضافة إلى ونش

قطر أو خطاف قطر في المؤخرة ونقطة القطر الخلفية تقع عند حوالي (٠.٣٥-٠.٤٠) من طول القاطرة من ناحية الخلف بحيث تكون مناسبة لأعمال القطر بحبل وفى هذه القاطرات يتم تركيب عدد اثنين من الرفاصات السمت وتقع الرفاصات عند حوالي (٠.١٠) من طول القاطرة من ناحية الخلف كما في القاطرات الجرار العكسية وكما في شكل (١-٢٠) حيث أن غاطس القاطرات **(ASD)** يكون اقل من القاطرات الجرار ويمكن أن تجهز بنفق الدافعات الأمامية **(Tunnel bow thrusters)** وفى حالة استخدام هذه القاطرات في أعمال المنصات البحرية فان هذا النفق يكون غير فعال عندما تكون القاطرة مسرعة إلى الأمام ولكنة مفيد في الحفاظ على وضع القاطرة.

للحصول على قدرات أعلى في المناورة و الاستخدام في أغراض أخرى يمكن تركيب دافعة أمامية قابلة لتوجيه **(Bow thrusters)** والتي تعمل على زيادة المناورة والحفاظ على وضع القاطرة بالإضافة إلى زيادة قوة الشد في اتجاه الأمام أو الخلف وكذا الحركة جانبيا.

٥-٦-٢ التحكم في الرفاص والمناورة ومساعدة السفينة

Propeller control, maneuvering and shiphandling

التحكم في الرفاصات للقاطرات **(ASD)** هو نفسه كما هو الحال مع القاطرات الجرار **(Tractor)** ذات الرفاصات السمت وقدرات المناورة لهذه القاطرات مثل قدرات القاطرات الجرار العكسية كما في شكل (٥-٢١).

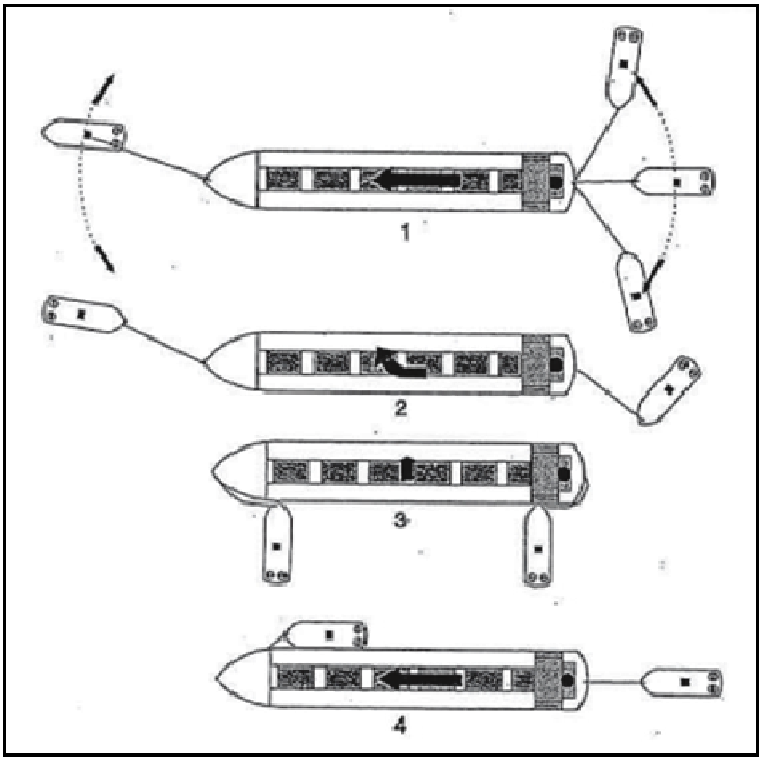
قوة القاطرة عند الإبحار للخلف بشكل عام تكون أقل بحوالي من (٥) إلى (١٠) ٪ من قوة القاطرة عند الإبحار للأمام نظرا لشكل مؤخر بدن القاطرة .

القاطرات التقليدية تكون ذات فاعليه عندما تعمل كقاطرة أمامية وعند القطر بحبل بينما القاطرة الجرار العكسية تكون ذات فاعليه عندما تعمل كقاطرة خلفية ومناسبة لأعمال الدفع (التدفيع) والسحب بينما القاطرات **(ASD)** تكون مناسبة وفعالة لجميع طرق مساعدة السفن لأنها تمتلك مزايا كل من القاطرات التقليدية والقاطرات الجرار العكسية.

فعند القطر بحبل مثل القاطرات التقليدية كما في الوضع (١) في شكل (٥-٢٣) فان القاطرة **(ASD)** تكون ذات فاعليه كبيرة بالرغم من احتمال تعثر أو انقلاب القاطرة **(Girting)** ويمكن تقليل هذا الاحتمال بواسطة استخدام معدات التحرير(الفك) السريع للحبل .

عندما يتم استخدام القاطرة **(ASD)** كقاطرة خلفية والقطر بحبل ولكن عن طريق ونش المقدمة فأنها تكون ذات كفاءة في التحكم في سرعة وتوجيه السفينة كما في الوضع (١) و(٢) وفعالية القاطرة **(ASD)** عند استخدامها في المساعدة باستخدام طريقة السحب الغير مباشر تكون اقل من القاطرة الفويث ولكنها تكون أكثر كفاءة عند المساعدة باستخدام طريقة السحب المباشر كما في الوضع (١) وذلك بسبب صغر غاطسها.

مثل القاطرات الجرار العكسية فان القاطرة **(ASD)** يمكنها تغيير وضعها من القطر بحبل إلى وضع الدفع (التدفيع) على جانب السفينة بدون الحاجة إلى تحرير(حل) الحبل كما في الوضع (٣).



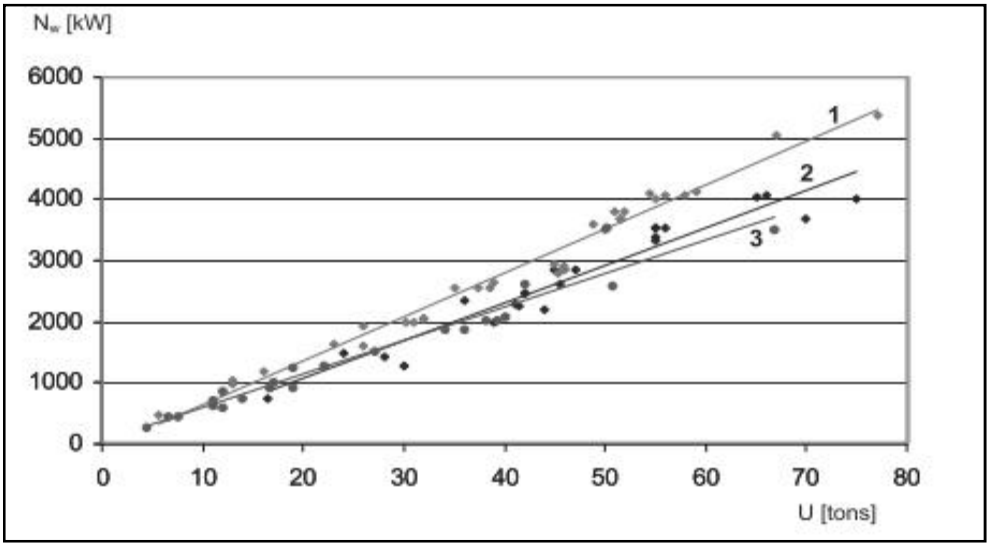
شكل (٥-٢٣) طرق المساعدة بالقاطرة (ASD)

٥-٧مقارنة بين الأنواع المختلفة للقاطرات

في هذا الجزء سوف نقوم بعمل مقارنة بين الأنواع المختلفة للقاطرات من حيث قوة الشد وقدرة الماكينات وخصائص المناورة.

٥-٧-١قدرة الماكينات

يوضح الشكل (٥-٢٤) مقارنة بين القاطرات ذات رفاص سميت **(Azimuth)** وفويث شنايدر والتقليدية وكما نلاحظ من الشكل أنه لتحقيق نفس قوة الشد نجد أن رفاص فويث شنايدر بحاجة إلى مزيد من القوة من المحركات الرئيسية.



الشكل (٥-٢٤) مقارنة بين قوة الشد وقدرة المحركات لأنواع مختلفة من الرفاصات ١. فويث شنايدر. ٢. سميت. ٣. التقليدية

٥-٧-٢ قوة الشد

الجدول رقم (٥-١) يوضح العلاقة بين قوة الشد بطن ولكل (١٠٠) حصان من قدرة الماكينات للأنواع المختلفة من القاطرات ويلاحظ من الجدول انه عند نفس قدرة الماكينات نجد أن قوة الشد للقاطرات التقليدية والقاطرات **(ASD)** تكون اكبر من القاطرات الفويث.

٥-٧-٣ خصائص المناورة

نظم الدفع والتوجيه من العوامل المهمة في مناورة القاطرات والجدول (٥-٢) يشير إلى مقارنة بين الأنواع المختلفة لمنظومات الدفع من حيث خصائص المناورة ويلاحظ من الجدول أن خصائص المناورة لكل من منظومة الدفع الفويث و**(Schottel)** هي الأفضل والأنسب.

جدول (٥-١) العلاقة بين قوة الشد وقدرة الماكينات

أنواع القاطرات	(طن لكل١٠٠ حصان)
قاطرة تقليدية ثنائية الرفاص	١.٥٠-١.٢٥
قاطرة (ASD)	١.٣٥-١.١٥
قاطرة فويث شنايدر	١-١.١٥

جدول (٥-٢) خصائص المناورة لمنظومات الدفع المختلفة

Type of propulsion	Controllable pitch propeller and double hanging rudder	Variable pitch propeller and Kort rudder	Voith-Schneider propulsion	Schottel propulsion
General configuration				
Relative rudder size compared to Length	Large	Large	Medium	Medium
Approximate engine revs (rpm)	400	400	500-600	750
Time required for emergency stop in seconds	39	20	18	10
Time required to change from full ahead to full astern in seconds	10	10	7	7.5
Arc on which the steering force can be exerted, in degrees	70	70	360	360
Time required to run the whole steering arc defined above in seconds	15-30	15-30	15	15
Time required for a 360° turn in seconds	65-70	45-50	35-45	20-25
Turning radius compared to the Tug boat's length (*L*)	3-5L	1.5-2.0L	1.0-1.3L	1.0-1.3L

٥-٧-٤ طريقة مساعدة السفن

جدول رقم (٥-٣) يوضح العلاقة بين الأنواع المختلفة للقاطرات و طرق المساعدة المستخدمة في مساعدة السفن.

جدول (٥-٣) العلاقة بين أنواع القاطرات وطرق المساعدة

م	*نوع القاطرة*	*طريقة المساعدة*	*ملاحظات*
١	***القاطرات التقليدية (Conventional Tug)***	القطر بحبل	مناورة ضعيفة عند زاوية الميل الكبيرة
		الدفع والسحب على جانب السفينة	الدفع والسحب فقط
		السحب الغير مباشر	من الصعوبة نظرا لانعدام السيطرة على توجيه القاطرة
٢	***القاطرات تدار برفاصات السمت فى المؤخرة (ASD)***	القطر بحبل	الأداء الجيد عند العمل بالمؤخرة ولكن خطر الانقلاب **(Girting)** موجود عند السرعات العالية.
		الدفع والسحب على جانب السفينة	أداء جيد جدا عند العمل بالمقدمة.
		السحب الغير مباشر	أداء جيد عند العمل بالمقدمة.
٣	***القاطرات الجرار Tractor Tug (VST or ATT)***	القطر بحبل	أداء جيد مع انخفاض مخاطر الانقلاب **(Girting)**.
		الدفع والسحب على جانب السفينة	أداء جيد
		السحب الغير مباشر	أداء جيد

الباب السادس
طرق المساعدة
ASSISTING METHODS

٦-١ مقدمة Introduction

كما ذكر سالفا تستخدم القاطرات في الموانئ للقيام بإحدى الخدمات إما في مساعدة السفن أثناء التراكى على الرصيف أو أثناء مغادرة الرصيف أو قطر السفن أو المصاحبة أو عبور ممر ملاحي حيث تتوقف قدرة القاطرات على مساعدة السفن على العوامل الآتية:

- **مواصفات السفينة**

النوع, الحجم, الغاطس, الحمولة, نسبة الطول إلى العرض والقدرة على المناورة.

- **منطقة الرصيف و المناورة**

نوع وحجم الرصيف, مساحة المناورة بالقرب من الرصيف, حجم دائرة الدوران, عمق المياه, تأثير التيار والرياح وتوافر قوارب رباط السفن.

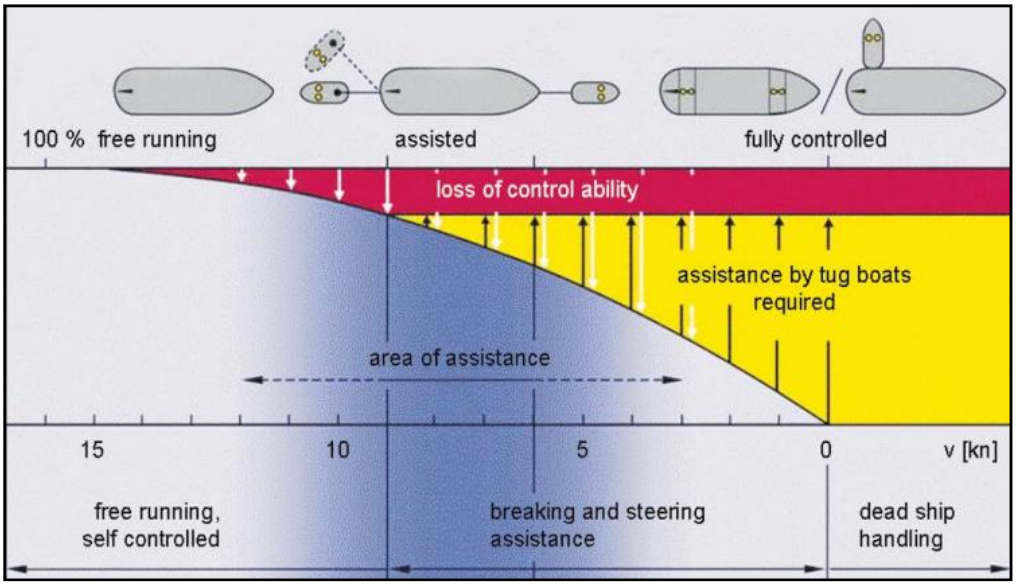
- **مواصفات الممر الملاحي**

الطول, العرض,العمق والانحناءات في الممر والسرعة القصوى المسموح بها وحركة المرور بالإضافة إلى تأثير الرياح والأمواج والمياه الضحلة.

الفرق المهم بين مساعدة القاطرة أثناء التراكى ومغادرة السفن للرصيف وأثناء عبور الممر يكمن في اختلاف سرعة السفينة وهو عامل رئيسي حيث يحدد نوع القاطرة و كذا طريقة المساعدة المستخدمة .

حيث أن سرعة السفينة خلال المناورات هي عادة منخفضة جدا أو منعدمة بالرغم من أن القاطرات ينبغي أن تكون قادرة على السيطرة على السفينة والحد من سرعتها وكذا التغلب على تأثير الرياح والتيارات المائية أثناء الاقتراب من دائرة الدوران أو الرصيف .

شكل (٦-١) يوضح العلاقة بين سرعة السفينة وكذا نوع المساعدة المطلوبة حيث أن جزء كبير من سرعة السفينة أثناء مرورها في الممر الملاحي تكون في حدود من (٣) إلى (٦)عقدة وفى بعض الأحيان تكون اكبر وعند السرعات المنخفضة يكون تأثير الرياح والأمواج أكثر وضوحا في تغيير المسار المطلوب ومن ناحية أخرى قدرة السفينة على التوجيه تكون اقل .



شكل (٦-١) العلاقة بين سرعة السفينة و طريقة المساعدة المستخدمة

الطرق المختلفة للمساعدة السفن في الموانئ في جميع أنحاء العالم سوف يتم سردها في هذا الباب بما في ذلك أنواع القاطرات المستخدمة.

٦-٢المبادئ الأساسية والتعريفات Basic principles and definitions

للفهم الجيد لعمل القاطرات أثناء مساعدة السفن يكون هناك بعض المبادئ والتعريفات الأساسية التي يجب معرفتها مثل النقطة المحورية ونقطة القطر (السحب) ونقطة الدفع والمركز الجانبي لضغط المياه وطرق القطر (السحب)المباشر والغير مباشر.

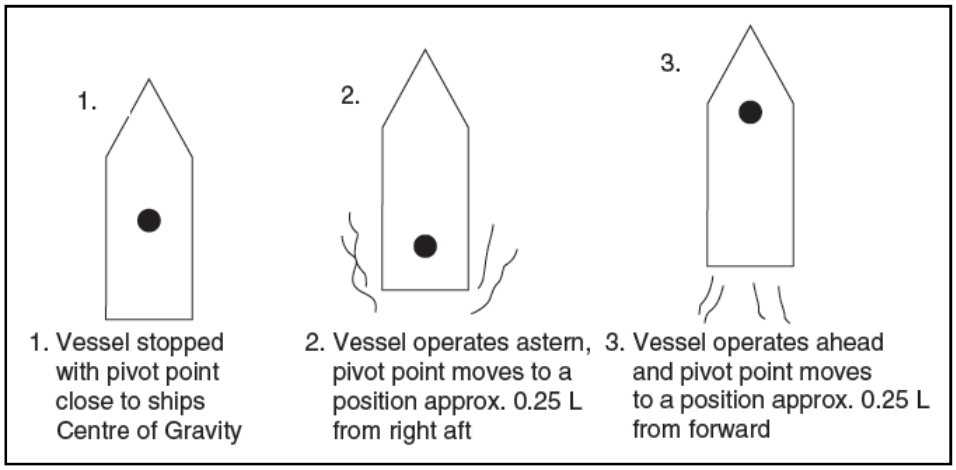
٦-٢-١النقطة المحورية لسفينة The ship's pivot point

من المهم أن نفهم تأثير النقطة المحورية على أي سفينة ولكن بشكل خاص مع القاطرات أثناء عمليات القطر حيث أن معرفة النقطة المحورية يساعد ربان القاطرة في معرفة كيف يتعامل مع السفينة في حالات القطر المختلفة.

حيث أن اى سفينة سوف تدور حول نقطة تقع على طولها تسمى النقطة المحورية وعند وجود تأثير لقوة على السفينة فسوف تدور السفينة حول هذه النقطة وهذه القوة يمكن أن تكون ناتجة عن تأثير عمل الدفة أو عملية القطر أو وجود رياح أو تيارات مائية وموضع النقطة المحورية لسفينة سوف يتغير بسبب سرعة و غاطس وشكل بدن السفينة وحجم الدفة ونوع و بناء القاطرة.

من المهم أيضا أن نفهم كيف أن النقطة المحورية للسفينة المراد قطرها يتغير فعندما تكون السفينة ساكنة في الماء مع عدم وجود قوى خارجية توثر عليها سيكون تقريبا موضع النقطة المحورية يتزامن مع مركز ثقل السفينة عند وسط السفينة وعندما تكون السفينة متحركة إلى الأمام فان النقطة المحورية سوف تتحرك إلى الأمام حوالي (٢٥) ٪ من طول السفينة في اتجاه المقدمة

والعكس صحيح عندما تتحرك إلى الخلف فان النقطة تتحرك حوالي (٢٥) ٪ من طول السفينة في اتجاه مؤخرة السفينة كما في شكل (٦-٢).



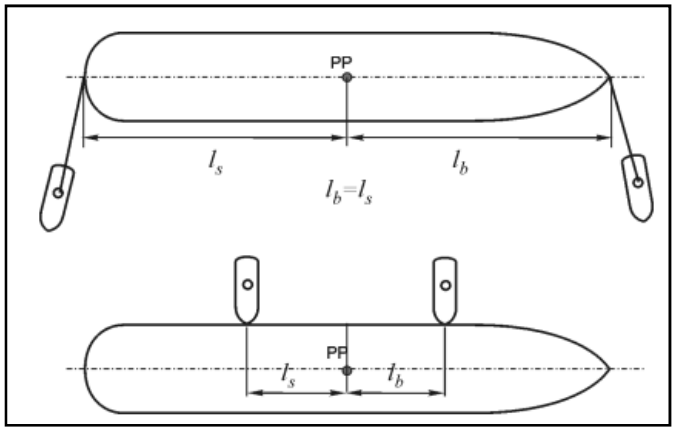
شكل (٦-٢) تحرك موضع النقطة المحورية طبقا لحركة السفينة

- **فعالية عمل القاطرة** **Tug effectiveness**

فعالية القاطرة أثناء العمل تتناسب مع المسافة (الذراع) بين نقطة اتصال القاطرة والنقطة المحورية **(PP)** للسفينة على سبيل المثال إذا كان السفينة تسير قدما نحو الرصيف بمساعده القاطرة وكانت جنبا إلى جنب السفينة فإذا كان موضع القاطرة عند النقطة المحورية لسفينة فأنة لا يكون هناك تأثير للقاطرة على حركة السفينة و إذا كان وضع القاطرة بعيدا عن النقطة المحورية فأنة سيكون هناك تأثير للقاطرة على حركة السفينة ويتم دورانها وبالتالي كلما كان موضع القاطرة بعيدا عن النقطة المحورية كلما زاد قوة تأثير القاطرة على السفينة وهناك ثلاث حالات لحركة السفينة تحدد فعالية القاطرة:

أولا: السفينة في حالة سكون **Ship dead in the water**

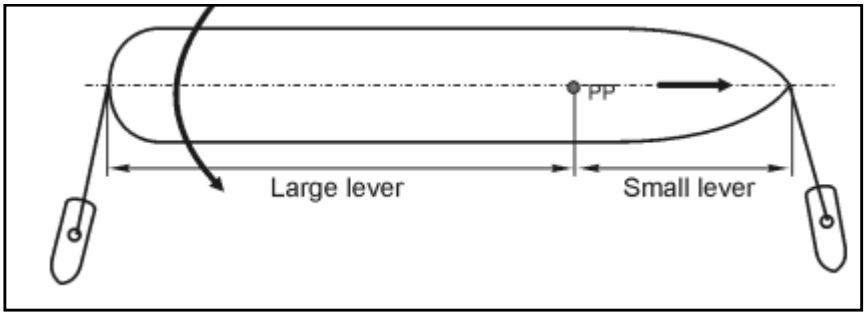
في هذه الحالة تكون النقطة المحورية **(PP)** في وسط السفينة فإذا كان هناك اثنين من القاطرات تقوم بعملية شد السفينة وإذا كان كل من القاطرتين تدفعان بنفس القوة وعلى نفس المسافة (الذراع) من النقطة المحورية كما في شكل (٦-٣) فأن السفينة تتحرك إلى جانب واحد دون دوران.



شكل (٦-٣) إزاحة السفينة في اتجاه القاطرات

ثانيا: السفينة في حالة تحرك للأمام **Ship making headway**

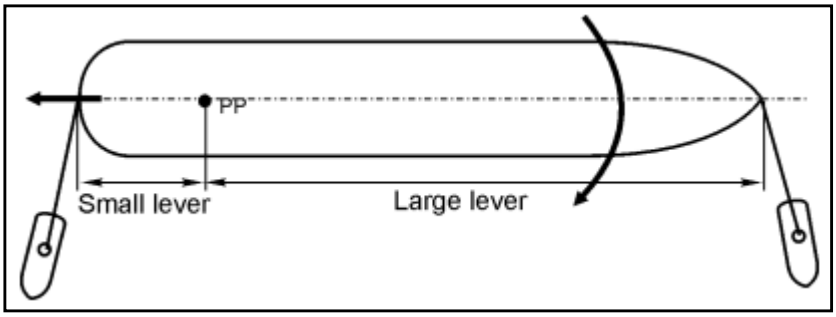
في هذه الحالة تتحرك النقطة المحورية **(PP)** إلى مقدمة السفينة فعند تحرك السفينة للأمام مع اثنين من القاطرات واحدة إلى الأمام والأخرى إلى الخلف فان القاطرة التي بالخلف لديها تأثير أكبر من القاطرة التي بالأمام لأن المسافة (الذراع) من نقطة اتصال القاطرة بالسفينة إلى النقطة المحورية للسفينة أكبر وإذا كان كل من القاطرتين تطبق نفس القوة فإن النتيجة ستكون دوران السفينة إلى الجانب الأيسر بسبب القاطرة التي بالخلف كما في شكل (٦-٤) .



شكل (٦-٤) دوران السفينة إلى جانب الأيسر

ثالثا: السفينة في حالة تحرك للخلف **Ship making sternway**

في هذه الحالة تتحرك النقطة المحورية **(PP)** إلى مؤخرة السفينة فعند رجوع السفينة مع اثنين من القاطرات واحدة إلى الأمام والأخرى إلى الخلف فان القاطرة التي بالمقدمة لديها تأثير أكبر من القاطرة التي بالخلف لأن المسافة (الذراع) من نقطة اتصال القاطرة بالسفينة إلى النقطة المحورية للسفينة أكبر وإذا كان كل من القاطرتين تطبق نفس القوة فإن النتيجة ستكون دوران السفينة إلى الجانب الأيمن بسبب القاطرة التي بالمقدمة كما في شكل (٦-٥) .



شكل (٦-٥) دوران السفينة إلى جانب الأيمن

مثال (٦-١):

بفرض سفينة طولها(١٦٠) متر وهناك قاطرتان ذات قوة شد (٢٠) طن لكل منهما احدهما في مقدمة السفينة والأخرى في المؤخرة ومتصلين بالسفينة عن طريق حبال شد ولا يوجد مؤثرات خارجية مثل رياح أو أمواج.

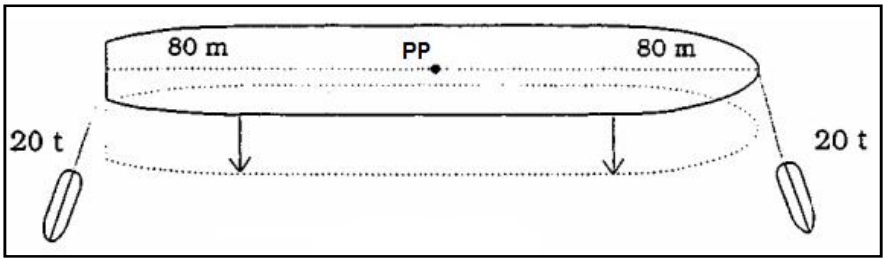
أولا: السفينة في حالة سكون **Ship dead in the water**

في هذه الحالة فان النقطة المحورية **(PP)** ومركز الثقل للسفينة يكونا تقريبا عند وسط السفينة وان القاطرتين يقومان بشد السفينة بكامل قدرتهم ونظرا لان المسافة (الذراع) بين النقطة المحورية ونقطة الاتصال للقاطرات متساوية وهى تقريبا (٨٠) متر فان عزم الدوران في هذه الحالة كالتالي:

القاطرة الأمامية = ٢٠ (طن) × ٨٠ (متر) = ١٦٠٠ طن. متر

القاطرة الخلفية = ٢٠ (طن) × ٨٠ (متر) = ١٦٠٠ طن . متر

نتيجة لهذا فان السفينة سوف يحدث لها إزاحة في اتجاه القاطرتين بدون دوران كما في شكل (٦-٦).



شكل (٦-٦) إزاحة السفينة في اتجاه القاطرات

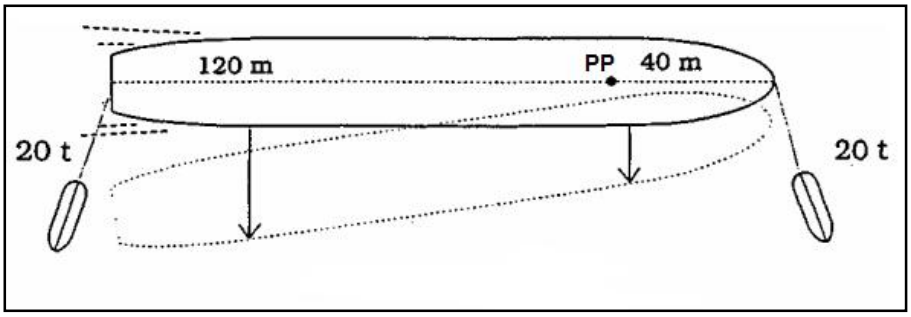
ثانيا: السفينة في حالة تحرك للأمام Ship making headway

عند تحرك السفينة للأمام فان النقطة المحورية **(PP)** تكون تقريبا عند (٢٥)٪ من طول السفينة في اتجاه المقدمة ونظرا لاختلاف المسافة (الذراع) بين النقطة المحورية ونقطة الاتصال للقاطرات كما في شكل (٦-٧) فان عزم الدوران في هذه الحالة كالتالي:

القاطرة الأمامية = ٢٠ (طن) × ٤٠ (متر) = ٨٠٠ طن. متر

القاطرة الخلفية = ٢٠ (طن) × ١٢٠ (متر) = ٢٤٠٠ طن . متر

نتيجة لهذا فان القاطرة الخلفية تكون أكثر فاعليه من القاطرة الأمامية ولهذا فان السفينة سوف يحدث لها دوران إلى الجانب الأيسر.



شكل (٦-٧) دوران السفينة إلى جانب الأيسر

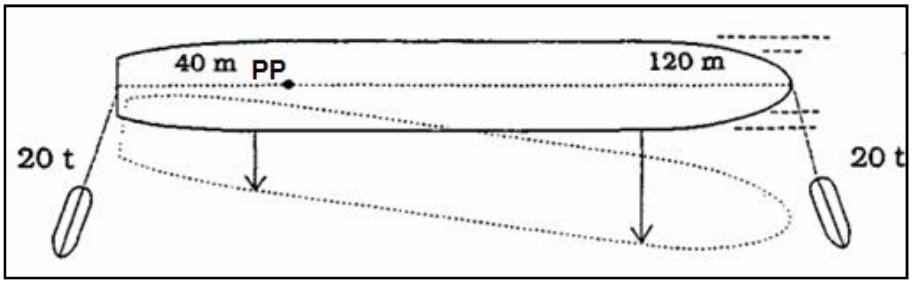
ثالثا: السفينة في حالة تحرك للخلف Ship making sternway

عند تحرك السفينة للخلف فان النقطة المحورية **(PP)** تكون تقريبا عند (٢٥)٪ من طول السفينة في اتجاه المؤخرة ونظرا لاختلاف المسافة (الذراع) بين النقطة المحورية ونقطة الاتصال للقاطرات كما في شكل (٦-٨) فان عزم الدوران في هذه الحالة كالتالي:

القاطرة الأمامية = ٢٠ (طن) × ١٢٠ (متر) = ٢٤٠٠ طن. متر

القاطرة الخلفية = ٢٠ (طن) × ٤٠ (متر) = ٨٠٠ طن. متر

نتيجة لهذا فان القاطرة الأمامية تكون أكثر فاعليه من القاطرة الخلفية ولهذا فان السفينة سوف يحدث لها دوران إلى الجانب الأيمن.



شكل (٦-٨) دوران السفينة إلى جانب الأيمن

٦-٢-٢ نقطة القطر The towing point

القاطرات التي تقطر بحبل فان خطاف القطر أو ونش القطر ليس بالضرورة أن يكونا نقطة القطر(السحب) حيث نقطة القطر هي تلك النقطة التي من عندها يذهب الحبل في خط مستقيم من القاطرة نحو السفينة والقاطرات التي تقوم بالدفع (التدفيع) على جانب السفينة فان نقطة الاتصال أو نقطة الدفع تكون مهمة.

٦-٢-٣ المركز الجانبي للضغط The lateral centre of pressure

المركز الجانبي للضغط المياه المتدفقة على بدن القاطرة هو نقطة غير ثابتة موقعها يعتمد على شكل بدن القاطرة تحت الماء بما في ذلك الزوائد مثل الدفة والرفاصات وكذا غاطس القاطرة والزاوية التي تتدفق بها المياه على بدن القاطرة ويبدو أن تأثير الدفة والرفاصات على موقع مركز الضغط يكون كبيرا إلى حد ما.

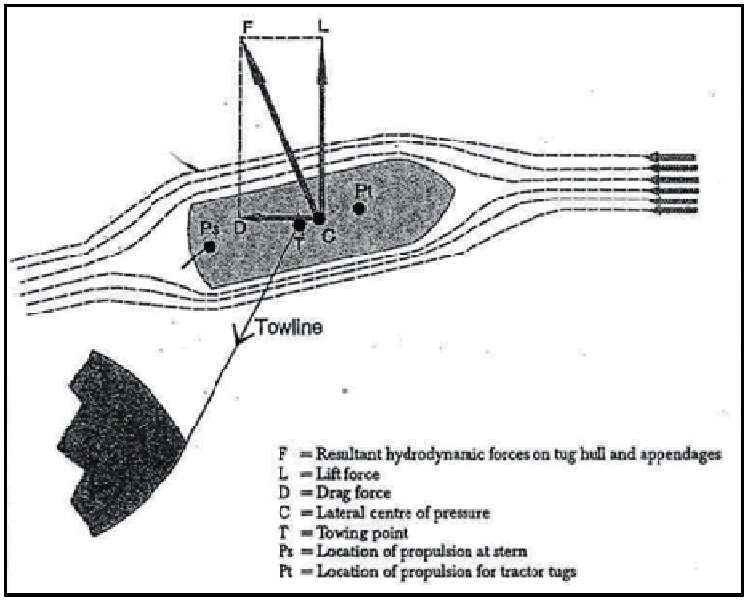
القاطرات من طراز الجرار **(Tractor)** وخصوصا قاطرات الفويث شنايدر يكون لديها في الخلف زعنفة **(Skeg)** كبيرة مما يؤدى إلى أن مركز الضغط يقع في الخلف .

نتيجة لتدفق المياه على بدن القاطرة فأنها تبذل قوى عليها ونقطة تأثير هذه القوى تسمى المركز الجانبي للضغط واتجاه ومقدار هذه القوة يعتمد على شكل والمساحة الجانبية للبدن تحت الماء وزاوية دخول المياه وعمق المياه أسفل القاطرة.

عندما يكون تدفق المياه نحو القاطرة مقابلا لمنتصف جانب القاطرة فان مركز الضغط يكمن عادة خلف وسط القاطرة وبالنسبة للقاطرات التقليدية فانه يقع عند حوالي (٠.٣٠) من طول القاطرة من ناحية المؤخرة أما للقاطرات الجرار **(Tractor)** فانه يقع عند حوالي (٠.٤٠) من طول القاطرة من ناحية المؤخرة أما القاطرات الجرار العكسية والقاطرات **(ASD)** فقد يقع مركز الضغط إلى الأمام أكثر وهذا يتوقف على تصميم البدن.

عند دوران القاطرة بحيث تكون المقدمة في اتجاه تدفق المياه فان مركز الضغط يتحرك إلى الأمام أما في حالة دوران القاطرة وتكون المؤخرة في اتجاه تدفق المياه فان مركز الضغط يتحرك إلى الخلف.

يبين الشكل (٦-٩) قاطرة تمضي قدما وتقوم بقطر سفينة مسرعة بحبل و القوة الناتجة التي أنشأتها تدفق المياه القادمة هي القوة **(F)** والمفترض أن يكون مركزها بالقرب من وسط السفينة تقريبا فان القوة **(F)** يمكن تحليلها إلى قوة رفع **(L)** وقوة مقاومة **(D)** حيث قوة الرفع **(L)** تعطي قوة إضافية على حبل الشد وقوة المقاومة **(D)** لابد من التغلب عليها ويتم ذلك بواسطة زيادة دفع **(Thrust)** القاطرة ونقطة القطر **(T)** تقع قليلا خلف مركز الضغط حيث القوة في حبل الشد بالاشتراك مع القوة الرفع **(L)** يخلق عزم دوران في المستوى الافقى في اتجاه عكس عقارب الساعة.



شكل (٦-٩) القوى المؤثرة على قاطرة تتحرك إلى الأمام

بالنظر إلى موضعين من مواضع الرفاصات حيث **(P_s)** يرمز لوجود مكان الرفاص بمؤخرة القاطرة كما في القاطرات التقليدية و**(ASD)** و**(P_t)** يرمز لوجود مكان الرفاص بالمقدمة كما في القاطرات الجرار **(Tractor)** ونظرا لصغر المسافة بين النقطتين **(T)** و**(C)** يؤدى إلى صغر عزم الدوران وبالتالي إلى صغر القوى اللازمة للتوجيه سواء بواسطة تحريك الدفة أو تحريك منظومة الدفع متعددة الاتجاهات ونتيجة لذلك فان قوة المحرك المتاحة للسحب تكون اكبر و للتقليل من عزم الدوران إذا كان الرفاص موجودا بالخلف فيكون هناك حاجة لدفة يمنى فسوف يكون هناك قوة مقاومة وكذلك قوة إضافية في حبل الشد وإذا كان الرفاص موجودا في المقدمة فيكون هناك حاجة إلى قوى توجيه جانبية ولكن في الاتجاه المعاكس و هذا بالتالي يقلل من قوة حبل الشد.

مع زيادة السرعة فان القوة **(F)** تزداد وبالتالي زيادة قوة الرفع **(L)** ويكون هناك حاجة لقوة توجيه اكبر ولذلك كلما زادت السرعة زاد الفرق في القوى بحبل الشد بين القاطرات التقليدية والقاطرات الجرار **(Tractor)**.

قوى حبل الشد يمكنها أن تحدث ميل لقاطرة وبالنظر إلى اتجاه قوى التوجيه فمن الواضح أنه عندما تقع الرفاصات في الخلف فان قوى التوجيه الجانبية تزيد ميل القاطرة في حين عندما تقع الرفاصات في المقدمة فان قوة التوجيه تتصدي للميل الذي سوف يحدث عن قوة حبل الشد فعندما تعمل القاطرات **(ASD)** مثل القاطرات التقليدية فيكون لها قوى توجيه عالية تؤدى إلى قوى إمالة كبيرة وهذا أيضا يرجع إلى أن مركز الضغط في هذا النوع من القاطرات عموما يكمن إلى حد ما إلى الأمام .

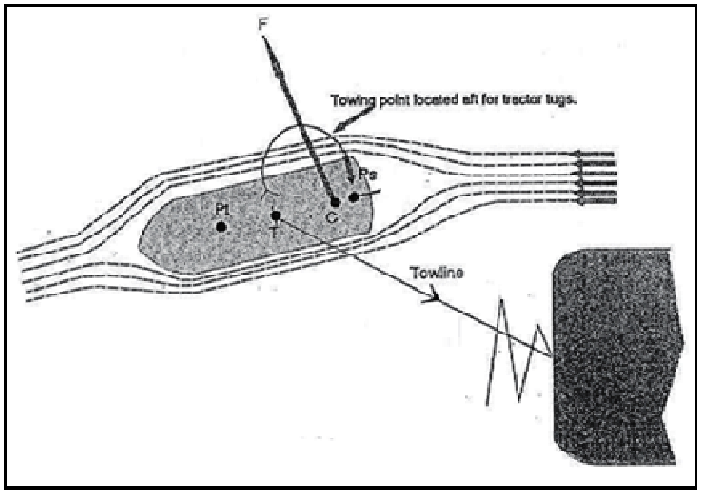
على الرغم من أن موقع حبل الشد هو الأكثر فعالية لكل من القاطرات التقليدية و الجرار عندما تعمل بوصفها قاطرة أمامية وتقطر بحبل حيث أن نقطة القطر تقع على القاطرات الجرار إلى الخلف أكثر وذلك لأسباب تتعلق بالسلامة ويكون أداءها أفضل عندما تعمل هذه القاطرات كقاطرات خلفية وسوف نتناول شرحها لاحقا ونتيجة لان نقطة القطر التي تقع إلى الخلف بالقاطرات الجرار فأنها تقلل من فعالية القاطرة عندما تعمل كقاطرة أمامية حيث يكون هناك حاجة إلى قوة توجيه جانبية كبيرة للتصدي لعزم الدوران الكبير مما يؤدى إلى مزيد من الانخفاض في قوة حبل الشد .

أما في القاطرة التقليدية وبواسطة إعطاء المزيد من قوة المحرك من أجل تحقيق نفس قوة حبل الشد فان القاطرة سوف تكون في اتجاه حبل الشد مما يؤدى إلى ارتفاع عزم الدوران وكذا قوة المقاومة التي يتعين التغلب عليها فعند السرعات العالية قد تصبح قوة المقاومة كبيرة بحيث تكون القاطرة غير قادرة على الاستجابة بشكل كاف للقوة والتأرجح حولها.

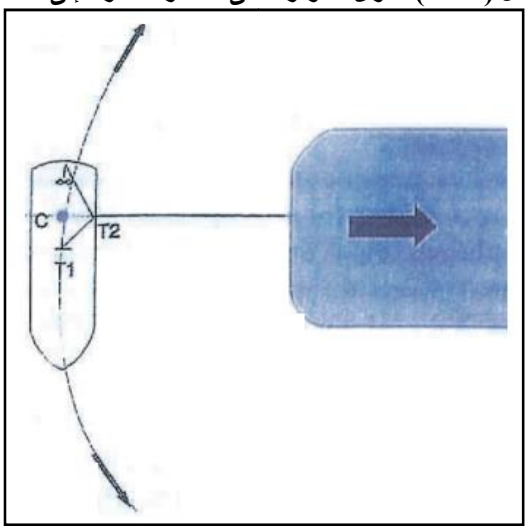
النتيجة هي أنه عند عمل القاطرة التقليدية كقاطرة أمامية تكون أكثر فعالية عندما تقطر بحبل من القاطرة الجرار وبتقليل مقاومة القاطرة الجرار تحت الماء سوف يؤدى إلى زيادة فعاليتها باعتبارها قاطرة أمامية ومع ذلك فإن هذا له عواقب بالنسبة لفعاليتها كقاطرة خلفية عندما تعمل بطريقة السحب الغير مباشر حيث يتم استخدام القوى الهيدروديناميكية على بدن القاطرات .

في الشكل (٦-١٠) القاطرة تتحرك إلى الخلف ونتيجة لذلك فان مركز الضغط يقع إلى الخلف على سبيل المثال عند النقطة **(C)** لكل من القاطرات التقليدية وكذا القاطرات الجرار **(Tractor)** أولا باعتبار القاطرات الجرار فان نقطة القطر **(T)** خطيرة للغاية ليس فقط بسبب عزم الإمالة الكبير الناتج عن القوى الهيدروديناميكية المؤثرة على بدن القاطرة ولكن أيضا بسبب قوى التوجيه الكبيرة عند **(P_t)** والتي تبذل من قبل القاطرة من أجل التغلب على عزم الدوران الناتج عن تدفق المياه مما يعطى قوى إضافية في حبل الشد وقوى إمالة إضافية فعند السرعات العالية أو الزوايا الكبيرة للمياه المتدفقة قد يسبب قوى إمالة مما يؤدى إلى انقلاب القاطرة كما أن المسافة العمودية الكبيرة بين منظومة الدفع ونقطة القطر (السحب) تساهم أيضا في حدوث عزم إمالة كبير لذلك على الرغم من أن قوى حبل الشد في القاطرات الجرار تكون كبيرة فيكون أكثر أمانا لوضع نقطة القطر بالخلف وعلى مسافة صغيرة خلف النقطة **(C)** حيث انه في القاطرات الفويث شنايدر تقع نقطة القطر عموما فوق وسط الزعنفة **(Skeg)** كما أن القاطرات التقليدية لا تعمل كما هو مبين في الشكل (٦-١٠) لأنه مع السرعات العالية يكاد يكون من المستحيل قيادة قاطرة بأمان وبالتالي فهو خطير للغاية.

أذا زادت زاوية المياه المتدفقة فان الزيادة في قوى حبل الشد قد يسبب انقلاب القاطرة فعند السرعات المنخفضة جدا فان القاطرات التقليدية غالبا ما تعمل على توجيه السفينة التي تسير إلى الخلف عند اعتبارها قاطرة أمامية أو توجيه السفينة التي تسير إلى الأمام عند اعتبارها قاطرة خلفية وخصوصا القاطرات أحادية الرفاص وهذا يمكن أن يتم باستخدام حبل الضبط **(Gob rope)** أو عن طريق تمرير حبل الشد من خلال فتحة توجيه الحبل **(Fairlead)** تقع في الخلف كما هو الحال في بعض قاطرات **(Combi)** حيث انه باستخدام حبل الضبط يمكن تحويل نقطة القطر إلى موضع ما بين مؤخرة القاطرة وشمعة (بيتة) القطر أو الونش القطر حيث انه عن طريق تحويل نقطة القطر من النقطة **(T1)** إلى النقطة **(T2)** كما في شكل (٦-١١) يمكن للقاطرة أن تعمل بأمان بدون خطر الانقلاب أما في حالة القاطرات ثنائية الرفاص فيمكن استخدام الرفاصات بدلا من حبل الضبط للحفاظ على وضع القاطرة.



شكل (٦-١٠) القوى المؤثرة على القاطرة تتحرك إلى الخلف



شكل (٦-١١) استخدام حبل الضبط

٦-٢-٤طرق القطر(السحب) المباشر والغير مباشر

Direct and indirect towing method

يتم شرح طرق القطر(السحب) المباشر والغير المباشر في الشكل (٦-١٢) حيث يرمز إلى موقع منظومة الدفع بالنقطة **(P)** ومركز الضغط الجانبي بالنقطة **(C)** ونقطة القطر بالنقطة **(T)** حيث القاطرة **(A)** في الشكل من النوع **(Tractor)** مثل قاطرات الفويث شنايدر أما القاطرة **(B)** من النوع**(ASD)** .

تتم طريقة القطر(السحب) المباشر بواسطة القاطرة الخلفية عند السرعات المنخفضة للسفينة حيث تقوم القاطرة بالسحب في الاتجاه المطلوب وذلك لإعطاء مساعدة في التوجيه أو للسيطرة على سرعة السفينة.

القاطرات الجرار **(Tractor)** تقوم بالمساعدة عن طريق مؤخرة القاطرة والتي تتصل بمؤخرة السفينة أما القاطرات الجرار العكسية أو **(ASD)** تقوم بالمساعدة عن طريق مقدمة القاطرة والتي تتصل بمؤخرة السفينة سواء القاطرات الجرار العادية أو العكسية أو **(ASD)** تكون أكثر فعالية في التوجيه وتعتمد على العلاقة بين مسافة كل من **(T-P)** و**(C-T)** وقوة المحرك لقاطرة وأداء الدفع في اتجاه السحب وأيضا على مساحة بدن القاطرة تحت الماء حيث صغر المسافة **(CT)** بالنسبة إلى **(PT)** يكون أفضل أداء لقاطرة في طريقة السحب المباشر.

يتم تطبيق طريقة السحب الغير مباشر من قبل القاطرة الخلفية وعند سرعات أعلى من (٦-٥) عقدة ومع أسلوب السحب الغير مباشر فان القاطرة تستفيد من القوى الهيدروديناميكية التي أنشأتها تدفق المياه الواردة على بدن القاطرة تحت الماء وكذلك الزعنفة **(Skeg)** .

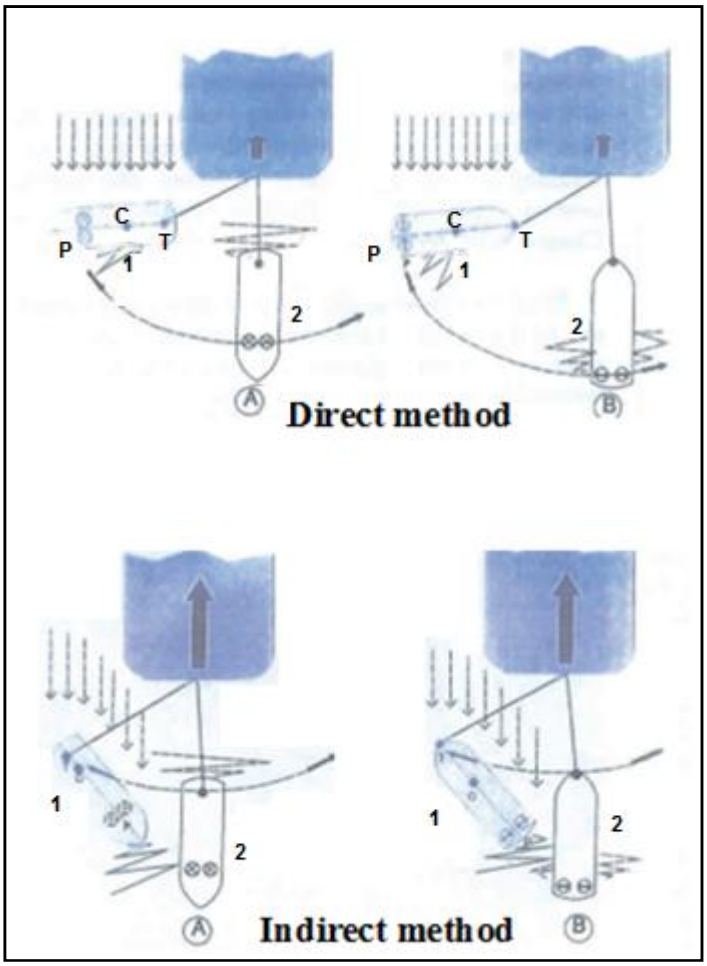
نظر لوجود نقطة القطر في الخلف في القاطرات الجرار وبالتالي تكون المسافة صغيرة بين نقطة القطر **(T)** ومركز الضغط **(C)** ويعني هذا أن هناك حاجة إلى قليل من قوى التوجيه من القاطرة لتكون فيه القاطرة في أفضل وضع لتبذل فيه أعلى قوى توجيه لمساعدة السفينة .

أما في القاطرات الجرار العكسية أو **(ASD)** فتكون المسافة أكبر بين نقطة السحب **(T)** ومركز الضغط **(C)** ونتيجة لذلك فيكون هناك حاجة إلى مزيد من قوى التوجيه للحفاظ على القاطرة في المكان الأكثر فعالية مما يخفض من قوة حبل الشد.

في طريقة القطر الغير مباشر يمكن للقاطرات أن تعطي قوى توجيه عالية لسفينة تبحر بسرعة وسوف يتم التعامل مع طريقة السحب الغير مباشر لاحقا في باب القاطرات المصاحبة.

من هذا الشرح الموجز للسحب المباشر والغير مباشر فمن الواضح أن موقع كل من مركز الضغط ونقطة السحب يكون حرج جدا حيث عندما يكون موقع نقطة القطر إلى الأمام أكثر في القاطرات الجرار فانه يؤدى إلى زيادة قوى حبل الشد وكما يمكن أن يقلل من سلامة التشغيل والأداء للقاطرة أما في القاطرات الجرار العكسية أو **(ASD)** فعندما يقع مركز الضغط إلى الإمام أكثر فانه لا يؤثر على سلامة القاطرة ولكن يزيد أداء القاطرة باعتبارها قاطرة خلفية.

في حالة عدم وجود مساعدة توجيه مطلوبة من القاطرات فعلى سبيل المثال عندما تكون القاطرات الفويث شنايدر مصاحبة للسفينة فيكون هناك نقطة قطر ثانية يتم تثبتها عند أقصى نقطة في مؤخرة بعض القاطرات والتي تعمل على تقلل جهد التوجيه المطلوب وعندما تطلب السفينة مساعدة في التوجيه فان نقطة السحب الأصلية التي بالأمام يتم استخدامها مرة أخرى والتي ينبغي أن يكون ممكنا من دون تحرير(حل) حبل الشد وفي بعض قاطرات **(ASD)** يتم استخدم تصاميم محددة لجب مركز الضغط أكثر إلى الأمام .



شكل (٦-١٢) طرق السحب المباشر والغير مباشر

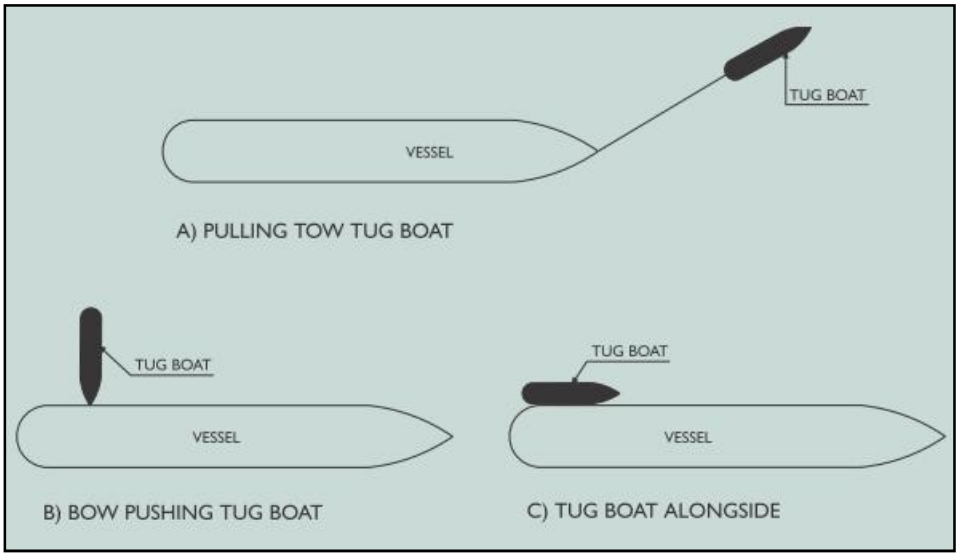
٦-٢-٥نقطة الدفع Pushing point

عند الدفع (التدفيع) على جانب السفينة فكلما كانت المسافة كبيرة بين منظومة الدفع **(P)** ونقطة الدفع (التدفيع) **(Pu)** فيما يتعلق بالمسافة بين مركز الضغط **(C)** ونقطة الدفع **(Pu)** فمن الأفضل للقاطرة العمل عند زوايا قائمة.

٦-٣طرق المساعدة Assisting methods

الطرق المختلفة التي تتعامل بها القاطرات مع السفن في مختلف الموانئ في جميع أنحاء العالم ترجع إلى اختلافات كبيرة في ظروف كل ميناء حيث أن طرق المساعدة المستخدمة للسفن في موانئ العالم كما في الشكل (٦-١٣) هي:

- المساعدة بواسطة حبال القطر **(Tug towing).**
- المساعدة بوسطة الدفع (التدفيع) **(Tug pushing)** .
- المساعدة بالعمل على جانب السفينة **(Tug alongside)**.



شكل (٦-١٣) أوضاع التشغيل المعتادة لقاطرة

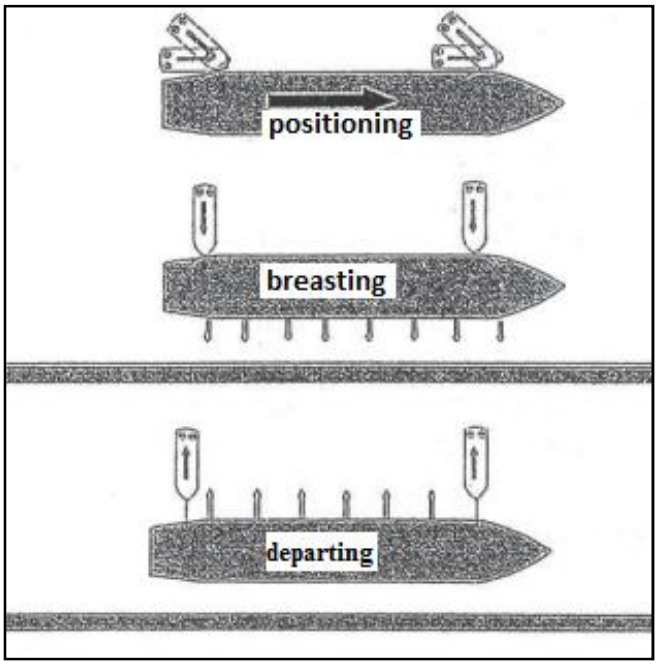
القاطرات في الموانئ الأوروبية تستخدم طريقة المساعدة بواسطة حبال القطر بينما القاطرات في موانئ الولايات المتحدة وغرب المحيط الهادى عادة تستخدم طريقة المساعدة بالعمل على جانب السفينة برغم أن هذه الطرق تعتمد على نوع القاطرة المستخدمة .

في بعض الموانئ يتم استخدم مزيج من هذه الطرق وهذا يتوقف على الظروف الداخلية لميناء كما أنه في ظروف أو أحوال خاصة تستخدم طرق مساعدة غير التي تستخدم في الظروف العادية ولذلك فمن الممكن في بعض الموانئ أن نجد القاطرات عادة تستخدم طريقة العمل على جانب السفينة وأحيانا أخرى سوف تساعد في القطر بواسطة الحبال وعلى سبيل المثال عند دخول السفن للحوض الجاف يصبح من الضروري تغيير طريقة المساعدة حيث تتأثر طريقة المساعدة بالعوامل الجوية مثل الأمواج ففي حالة الطقس الهادئ تكون طريقة المساعدة هي العمل على جانب السفينة ويكون القطر بالحبال أكثر أمانا عندما تتدهور الأحوال الجوية والبحرية وذلك من أجل تجنب فقدان السيطرة على السفينة.

وفقا للبحوث التي أجريت في عام ١٩٩٦ فان طرق المساعدة المستخدمة في الموانئ في جميع أنحاء العالم وعلى افتراض استخدام اثنين من القاطرات أثناء مساعدة السفن كالتالي:

أولا : عمل القاطرتين على جانب السفينة أثناء التوجه إلى الرصيف و بواسطة الشد أو الدفع (التدفيع) أثناء التراكى أو المغادرة الرصيف

تستخدم هذه الطريقة عادة في معظم الموانئ في الولايات المتحدة الأمريكية وكندا و أستراليا و ماليزيا و جنوب أفريقيا و وكذلك في محطات النفط في النرويج في حين أن الطريقة المستخدمة في هذه الموانئ تكون مماثلة ولكن يختلف في نوع القاطرة المستخدمة وتعتمد الطريقة التي يتم توصيل القاطرات بها للسفينة على نوع القاطرة وعموما يتم توصيل حبل من مقدمة القاطرات ذات طراز **(ASD)** أو الجرار العكسية أو حبل من مؤخرة القاطرات ذات طراز الجرار **(Tractor)** كما في شكل (٦-١٤).

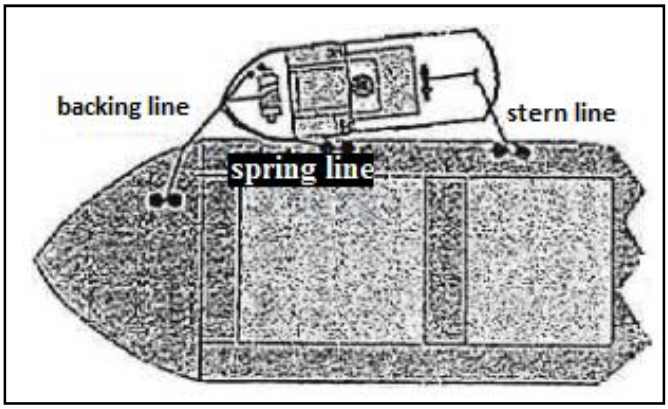


شكل (٦-١٤) العمل على جانب السفينة أثناء التراكى ومغادرة الرصيف

في الولايات المتحدة الأمريكية القاطرات المستخدمة تكون مربوطة بجانب السفينة بواسطة واحد أو اثنين أو ثلاثة من حبال الشد وهذا يتوقف على نوع القاطرة والظروف الحالية بالميناء ونوع المساعدة المطلوبة أما في حالة القاطرات التقليدية يمكن أن تعمل بشكل طبيعي مع اثنين أو ثلاثة حبال شد وإن كان في بعض الحالات يعتبر حبل واحد كافي .

كما يتضح من شكل (٦-١٥) قاطرة تقليدية تم توصيلها بالسفينة عن طريق ثلاث حبال احدهما في مقدمة القاطرة **(Backing line or bow line)** والثاني عند وسطها **(Spring line)** والأخير عند المؤخرة **(Stern line)**.

حيث حبل المقدمة **(Backing line)** يتم توصليه سريعا بالسفينة أما الحبل الوسط **(Spring line)** يتم تثبيته على الونش الامامى للقاطرة ويمرر للسفينة من خلال فتحة توجيه الحبال **(Fairlead)** وفى بعض القاطرات الأخرى كلا الحبلين الامامى والوسط يتم تثبيتهم على ونش أما الحبل الثالث يستخدم عند عمل القاطرة بزاوية قائمة على سفينة ولمنع القاطرة من الانزلاق من على جانب السفينة عند تحرك السفينة إلى الأمام أو الخلف وكذلك للحفاظ على وضع القاطرة من تأثير رفاص السفينة عند حركتها إلى الخلف وهذا الحبل يتم تثبيته إما على ونش أو على شمعة (بيتة) رباط.

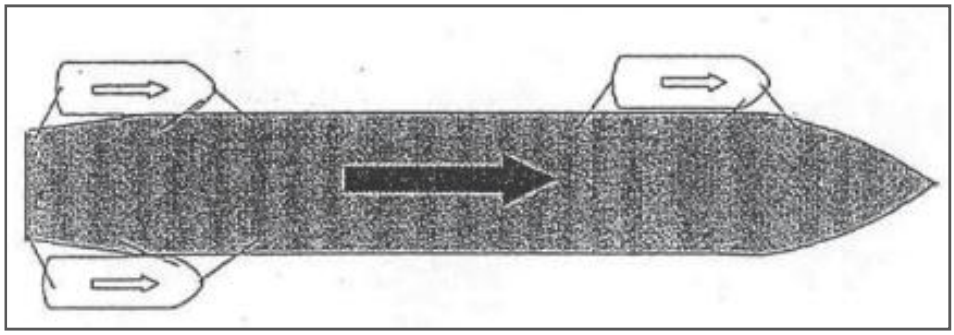


شكل (٦-١٥) توصيل القاطرة بالسفينة

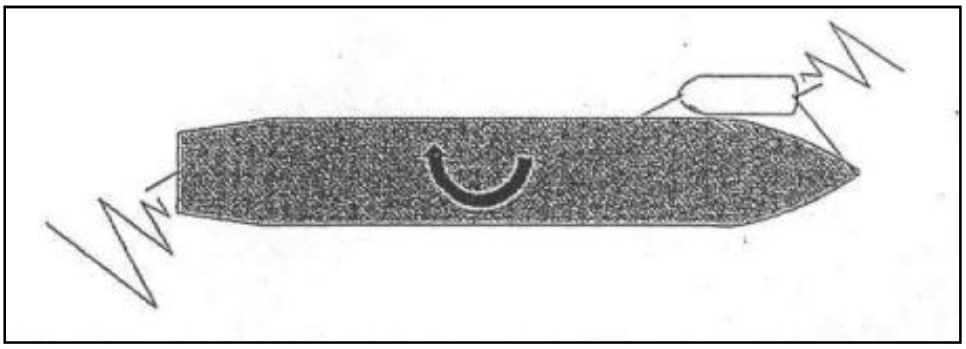
نظرا لان مناورة القاطرات ثنائية الرفاص أفضل فأنها تعمل عادة مع عدد أقل من الحبال عند مساعدة السفينة وعادة واحد أو اثنين من الحبال يكونا كافيين.

عندما تقوم القاطرات بمساعدة سفينة بطريقة جانب السفينة **(Alongside towing)** فان القاطرات الأمامية والخلفية تتصل جيدا بالسفينة كما في شكل (٦-١٦) حيث تستخدم هذه الطريقة في القطر في العديد من موانى العالم ولكن تستخدم أساسا عند قطر الصنادل **(Barges)** فعندما تتصل القاطرة بالسفينة فأنهما في هذه الحالة يعتبران كسفينة ثنائية الرفاص وذات دفتان مستقلتان فعند اتصال القاطرة بالسفينة كما في شكل (٦-١٧) بحيث مقدمة القاطرة في اتجاه مؤخرة السفينة فان قدرة ودفة القاطرة يماثلان قوة دافعة شبيهة بالدافعات الأمامية المتحركة **(Steerable bow thruster)** حيث تستطيع السفينة الدوران وذلك عن طريق وضع دفة القاطرة إلى أقصى الشمال مع الماكينات إلى الإمام .

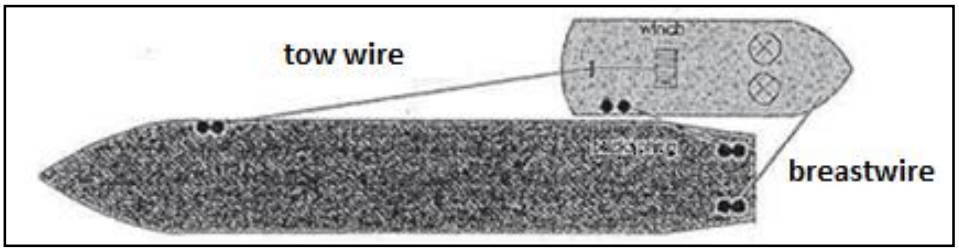
تستخدم طريقة المساعدة بجانب السفينة **(Alongside towing)** أيضا في موانئ الولايات المتحدة الأمريكية للتعامل مع السفن الغير قادرة على الدفع **(Dead ship)** بسب قصور أو حدوث انهيار في أنظمة الدفع الخاصة بها وأحيانا تطبق في بعض الموانئ الأخرى على سبيل المثال في ميناء كيب تاون فالسفن التي يصل طولها إلى (١٠٠) متر يتم التعامل معها في بعض الأحيان كسفينة غير قادرة على استخدم منظومة الدفع الخاصة بها ويتم قطرها بهذه الطريقة وبواسطة قاطرة فويث شنايدر كما في شكل (٦-١٨).



شكل (٦-١٦) القطر بجانب السفينة (Alongside towing)



شكل (٦-١٧) قاطرة أمامية تعمل على جانب السفينة

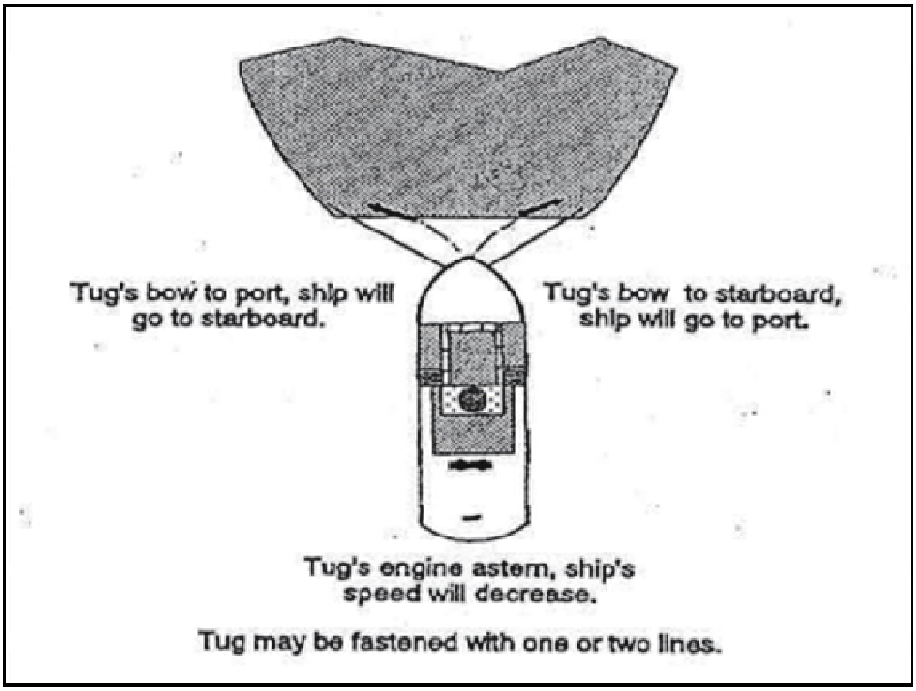


شكل (٦-١٨) القطر لسفينة (Dead ship)

كما أنه يمكن لمقدمة القاطرة دفع مقدمة السفينة وذلك لتحريكها للخلف أو الدفع (التدفيع) على الجانب الأيمن بمقدمة السفينة لتحريكها إلى الاتجاه الأيسر أو الدفع (التدفيع) على الجانب الأيسر بمقدمة السفينة لتحريكها إلى الاتجاه الأيمن كما في شكل (٦-١٩).

شكل (٦-١٩) عمل القاطرة عند مقدمة السفينة

في بعض موانئ الولايات المتحدة الأمريكية وقناة بنما تستخدم القاطرة التي بمؤخرة السفينة كدفة كما هو مبين في الشكل (٦-٢٠) حيث تستخدم للتحكم في سرعة السفينة فالقاطرة التقليدية يمكنها توجيه السفينة في الاتجاه المطلوب باستخدام ماكينات ودفة القاطرة أما الأنواع الأخرى من القاطرات مثل قاطرات فويث شنايدر تستخدم أيضا هذا الأسلوب وفي بعض الأحيان تستخدم هذه الطريقة في المياه الداخلية الهولندية.

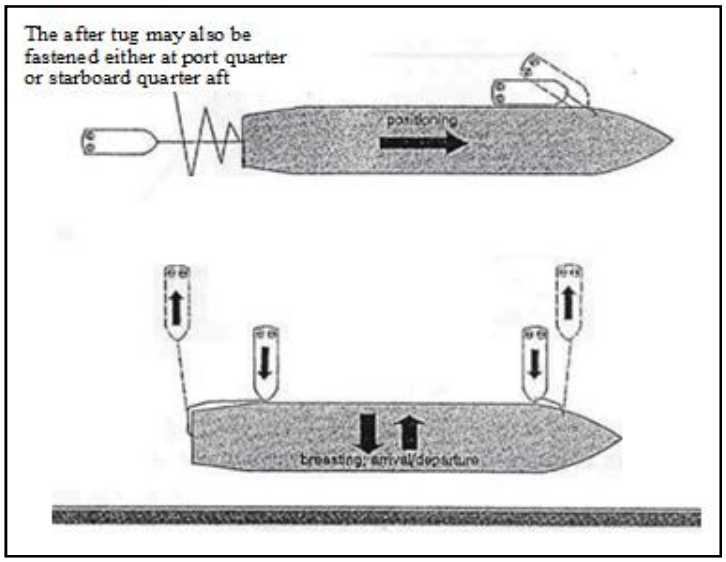


شكل (٦-٢٠) استخدام القاطرة كدفة لسفينة

ثانيا: عمل القاطرة الأمامية على جانب السفينة والقاطرة الخلفية تقطر السفينة بحبل أثناء التوجه إلى الرصيف والشد أو الدفع (التدفيع) أثناء التراكى أو مغادرة الرصيف

هذه الطريقة والتي لا تختلف كثيرا عن تلك الطريقة المذكورة أعلاه وهى تستخدم في موانى اليابان وتايوان وهونج كونج كما في شكل (٦-٢١) حيث تستخدم القاطرة التي بمؤخرة السفينة في التوجيه والتحكم في السرعة وأثناء مناورات التراكى تتغيير طريقة المساعدة إلى طريقة الشد والدفع (التدفيع) والقاطرات في هذه الموانئ ذات تصميم مماثل حيث بنيت خصيصا لهذا النوع من طرق المساعدة و طراز هذه القاطرات تكون من النوع الجرار العكسية أو في بعض الأحيان قاطرات **(ASD)**.

بصرف النظر عن البلدان المذكورة أعلاه فان هذه الطريقة يتم تطبيقها في بعض الموانئ الأخرى في جميع أنحاء العالم سواء مع القاطرات الجرار العكسية أو مع القاطرات الجرار العادية وعلاوة على ذلك يتم استخدام القاطرات التقليدية في بعض الأحيان لهذا الأسلوب كما هو الحال في بعض موانئ الولايات المتحدة الأمريكية حيث القاطرة التي بالمؤخرة السفينة تعمل مثل الدفة حيث انه أثناء التراكى تكون هذه القاطرة قريبة و وراء مؤخرة السفينة وتدفعها نحو الرصيف على طريق حبل المقدمة.

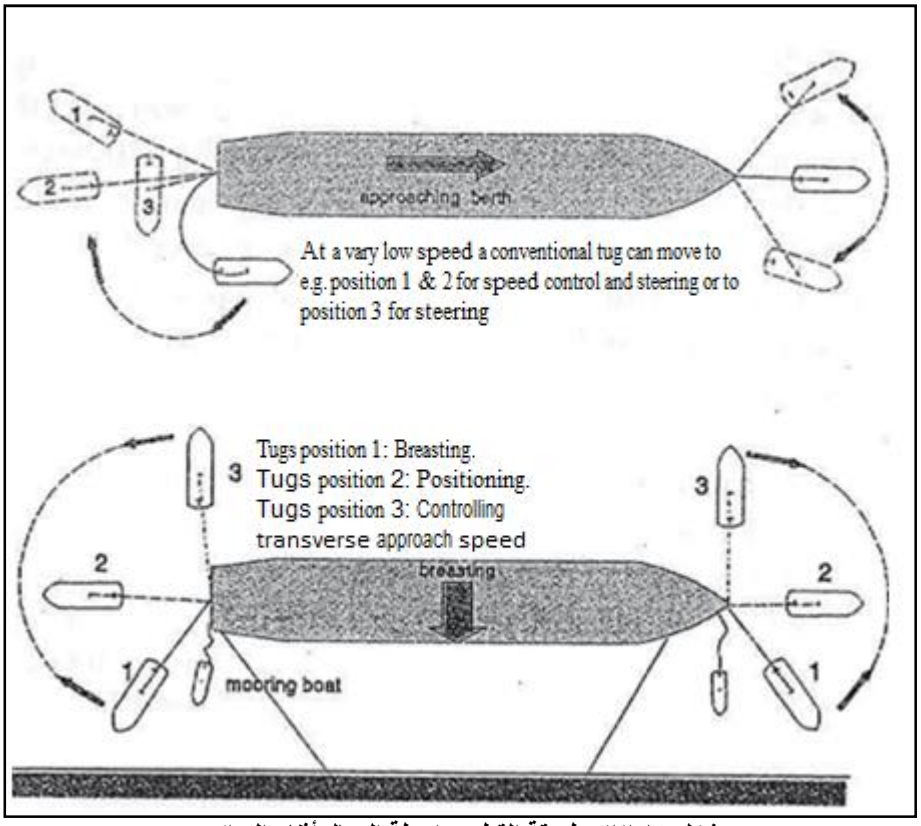


شكل (٦-٢١) توصيل قاطرة بجانب السفينة والأخرى بحبل

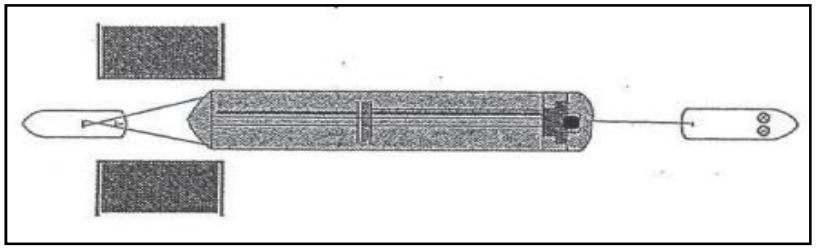
ثالثا:القاطرات تقطر السفينة بحبل أثناء التوجه إلى الرصيف أو التراكى أو مغادرة الرصيف

هذه الطريقة تستخدم خصيصا في أوروبا وفى كثير من الأحيان تستخدم القاطرات التقليدية لمساعدة السفن ولكن الأنواع الأخرى من القاطرات تستخدم أيضا لهذه الطريقة كما يتم تطبيق هذه الطريقة أيضا في العديد من موانى العالم ولا سيما في الموانئ التي يتم استخدام القاطرات التقليدية فيها كما في شكل (٦-٢٢).

في كثير من هذه الموانئ تستخدم القاطرات لمساعدة السفن أثناء المرور نحو الرصيف وأثناء الانتقال من النهر إلى الميناء حيث من مميزات هذه الطريقة أنه يمكن استخدامها في الممرات الضيقة كما يمكن استخدامها عند الدخول إلى الأحواض الجافة في مثل هذه الحالات القاطرة الأمامية تستخدم في بعض الأحيان عدد اثنين من الحبال يسميان الحبال العرضية **(Cross lines)** ويتم توجيهم إلى السفينة من على ونش مزدوج في مقدمة القاطرة كما هو الحال في بعض القاطرات العكسية **(Reverse tractor)** وبالتالي يمكن للقاطرة التفاعل بسرعة جدا ومع مساحة صغيرة للمناورة كما في شكل(٦-٢٣).



شكل (٦-٢٢) طريقة القطر بواسطة الحبال أثناء التراكى



شكل (٦-٢٣) السفينة أثناء قطرها بقاطرة تقليدية خلال الأماكن الضيقة

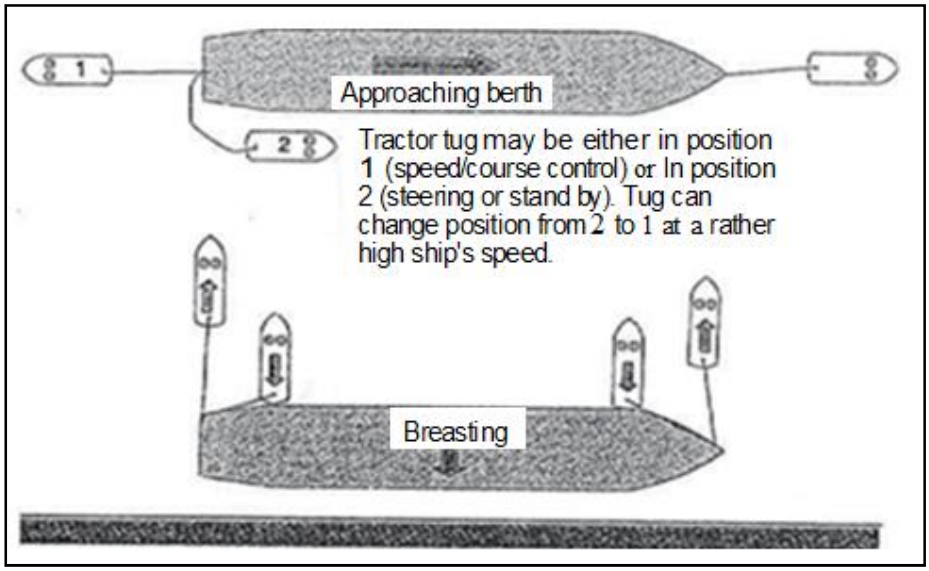
القاطرات المستخدمة سابقا لهذا النوع من طرق المساعدة هي القاطرات التقليدية وكانت ذات محرك صغير وشكل بسيط لبدن القاطرة تحت الماء وكانت القاطرات ذات فعالية في العمل عندما تكون السفينة لديها بعض السرعة حيث يتم الاستفادة من وزن القاطرة وكذا استخدام قوى الهيدروديناميكية المؤثرة على بدن القاطرة ومع زيادة حجم السفن تطلب الأمر استخدام قاطرات ذات قدرة أعلى حيث أن القاطرات التقليدية الحديثة ذات مناورة أفضل مع زيادة في قوة المحرك واصغر في نسبة الطول إلى عرض القاطرة .

هذه القاطرات لا تزال فعالة في العمل عندما تكون السفينة ذات سرعة ونظرا للقدرات المحدودة للقاطرات التقليدية فقد استخدمت لهذه الطريقة أنواع جديدة من القاطرات مثل القاطرات فويث شنايدر.

عندما يتم استخدام قاطرتين أو أكثر أثناء التراكى فان القاطرة الأمامية والخلفية يستخدمان للسيطرة على سرعة اقتراب السفينة نحو الرصيف في حين أن القاطرات الأخرى تستخدم للدفع على جانب السفينة.

رابعا:القاطرات تقطر السفينة بحبل أثناء التوجه إلى الرصيف والشد أو الدفع (التدفيع) أثناء التراكى أو مغادرة الرصيف

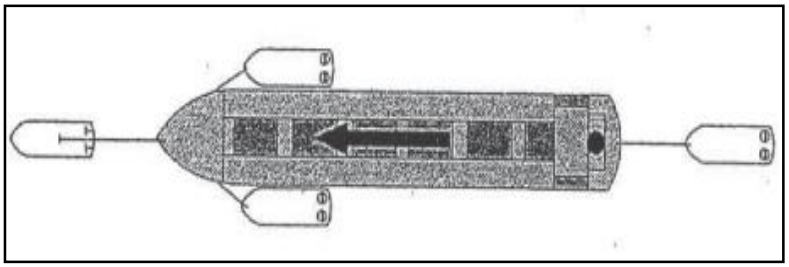
هذه الطريقة أصبحت شائعة الاستخدام في الموانئ حيث يتم استخدام طريقة القطر بواسطة الحبل مع القاطرات ذات المناورة العالية مثل القاطرات العكسية أو القاطرات **(ASD)** كما في شكل (٦-٢٤) وهذه الطريقة على سبيل المثال تستخدم في بعض الموانئ الأوروبية مثل ميناء روتردام وميناء غوتنبرغ حيث تستخدم أساسا القاطرات طراز جرار **(Tractor)** او القاطرات الجرار العكسية أو القاطرات **(ASD)** .



شكل (٦-٢٤) طريقة القطر بالحبال أثناء التراكى والدفع (التدفيع) والشد أثناء المغادرة

خامسا: مزيج من الأنظمة السابقة

في العديد من الموانئ يتم تشغيل أنواع مختلفة من القاطرات والتي تساعد السفن الكبيرة وغالبا ما يتطلب الأمر قاطرتين أو أكثر وعلاوة على ذلك فان مناورات الدخول إلى الميناء أو التراكى على الأرصفة تكون معقدة بحيث لا تستخدم طريقة مساعدة واحدة بل مزيج من أكثر من طريقة ومثال على ذلك استخدام أكثر من طريقة مساعدة أثناء التراكى مثل التي تستخدم في ميناء أسترالي لسفن البضائع الصب الكبيرة التي تدخل الميناء كما في الشكل (٦-٢٥) حيث يتم استخدام قاطرات ذات طراز جرار العكسية أو القاطرات **(ASD)** والتي تستخدم على جانب السفينة **(Alongside)** وكذا بواسطة حبل عند مؤخرة السفينة ويتم استخدام قاطرات تقليدية عند مقدمة السفينة حيث توجيه السفينة بهذا الشكل أفضل وخاصة عندما يكون مسافة التوقف المتاحة صغيرة حيث أن القاطرات التي على جانب السفينة القريبة من الرصيف تتحرك إلى الجانب الأخر للسفينة وتقوم بالدفع .



شكل (٦-٢٥) مزيج من طرق المساعدة

٦-٤ العلاقة بين نوع القاطرة وطريقة المساعدة

Relationship between type of tug and assisting method

يتبن مما سبق أنه يوجد علاقة بين نوع القاطرة و طريقة المساعدة المستخدمة حيث أن العامل الأساسي هو أن تكون القاطرة مناسبة للعمل إما على جانب السفينة أو القطر بحبل أو كليهما كما في موانئ اليابان وتايوان وهونج كونج هناك طريقة واحدة لمساعدة السفن وكذا نوع واحد من القاطرات .

القاطرات ذات طراز الجرار العكسية تكون مناسبة لطريقة المساعدة بالقطر بحبل عند مؤخرة السفينة وكذا لطريقة المساعدة على جانب السفينة عند المقدمة كما أن القاطرات ذات طراز **(ASD)** يمكن استخدامها لهذه الطريقة ومن المتوقع في هذه الموانئ أن تكون القاطرات ذات طراز الجرار العكسية وهو النوع الذي سوف يستخدم بكثرة في المستقبل.

سابقا كانت تستخدم طريقة القطر بحبل في أوروبا فقط مع القاطرات التقليدية ولكن الآن يستخدم أيضا القاطرات من طراز فويث شنايدر ونظرا لحدود قدرات القاطرات التقليدية يتزايد استخدام أنواع أخرى من القاطرات مما أدى إلى وجود مرونة في طرق المساعدة المستخدمة وهذا هو الحال في العديد من الموانئ الأخرى التي استخدمت القاطرات التقليدية.

في الولايات المتحدة الأمريكية القاطرات التي تعمل على جانب السفينة ومنذ سنوات عديدة هي القاطرات التقليدية وكانت هي النوع الوحيد المستخدم ونظرا لقدرتها المحدودة على المناورة فهناك اتجاها نحو استخدام أنواع أخرى من القاطرات أكثر مرونة مثل قاطرات طراز الجرار **(Tractor)** بالإضافة إلى قاطرات الجرار العكسية و القاطرات **(ASD)** .

الباب السابع
إمكانيات وقدرات القاطرات
TUG CAPABILITIES AND LIMITATIONS

٧-١ مقدمة Introduction

الإمكانيات والقدرات والقيود المفروضة على الأنواع المختلفة للقاطرات سوف يتم شرحها في هذا الباب اعتمادا على اثنين من طرق المساعدة الرئيسية للقاطرات:

- قاطرات تقطر بحبل.
- قاطرات تعمل على جانب السفينة.

علاوة على ذلك سوف يتم تمييز أداء الأنواع المختلفة للقاطرات وتأثير مساعدة القاطرة على سلوك السفينة.

٧-٢ القدرات والقيود المفروضة على أنواع القاطرات
Capabilities and limitations of tug types

التعاون الجيد بين المرشد وربان القاطرة لا غنى عنه لسلاسة وأمان عمل القاطرات مع السفن ويستند التعاون الجيد على الفهم الجيد لقدرات وحدود السفينة و على وجه الخصوص القاطرات المستخدمة في المساعدة.

٧-٢-١ القاطرات تقطر بحبل Tugs towing on a line

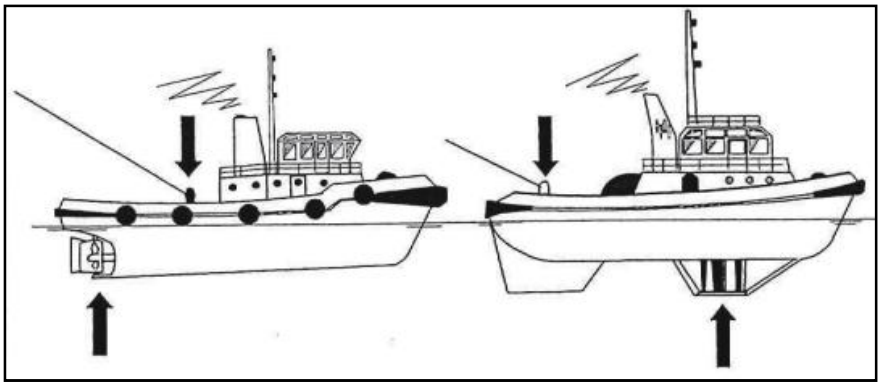
قدرات وحدود القاطرات التي تقطر بحبل ترتبط ارتباطا وثيقا بموقع نقطة القطر(السحب) وموقع وحدات الدفع(الرفاصات) كما هو موضح في القسم (٦-٢-٣) كما أن القدرة على المناورة واتزان القاطرة هي أيضا من العوامل ذات أهمية كبرى عند النظر في القدرات والقيود و هذا ينطبق على أي موقف وأي نوع من القاطرات.

في الشكل (٧-١) تظهر قاطرة تقليدية حيث تقع وحدة الدفع في الخلف ونقطة السحب قرب وسط السفينة ويمكن أيضا أن تكون القاطرة **(ASD)** عندما تقوم بالسحب بالحبل مع استخدام ونش المؤخرة مثل القاطرات التقليدية أما القاطرة الأخرى كما هو مبين في الشكل (٧-١) هي من النوع الجرار**(Tractor)** مثل قاطرة فويث شنايدر حيث نجد أن موقع وحدة الدفع ونقطة السحب في الجرار هي عكس تلك الموجودة في القاطرة التقليدية وسوف يتم مناقشة ما يترتب على ذلك.

أولا: قاطرات أمامية وتقطر بحبل Forward tugs towing on a line

أولا يتم التعامل مع القاطرات الأمامية والتي تقوم بالقطر بحبل كما في شكل (٧-٢) بغض النظر عن نوع القاطرة حيث أن القاطرة الأمامية يمكنها تقديم المساعدة في توجيه السفينة في اتجاه اليمين واليسار ومع ذلك هناك اختلاف في أوقات الاستجابة في أداء القاطرات الجرار والقاطرات

التقليدية فعند الحاجة يمكن لقاطرة الجرار التحرك بسهولة وبسرعة من جانب إلى أخر على سبيل المثال تتحرك القاطرة من يمين مقدمة السفينة إلى يسار المقدمة لتقديم المساعدة في توجيه السفينة أو للحفاظ على المقدمة في مهب الريح ويرجع ذلك إلى قدرتها على تقديم الدفع الجانبي نتيجة وجود وحدات الدفع في المقدمة أما القاطرات التقليدية تأخذ وقتا أطول قليلا.



شكل (٧-١) نقاط الاختلاف بين القاطرات

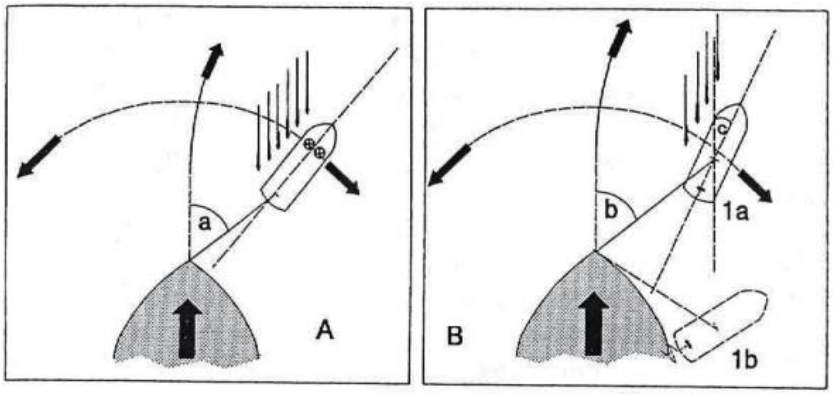
القاطرة في الجزء **(A)** في الشكل (٧-٢) من النوع الجرار **(Tractor)** تكون أقل فعالية في تقديم مساعدة التوجيه مع وجود سرعة للسفينة من القاطرات التقليدية حيث أن القاطرة الجرار تكون في نفس اتجاه حبل الشد وبالتالي يوجد مقاومة جانبية أعلى نسبيا لابد من التغلب عليها وهذا على حساب فعالية السحب لحبل الشد أما القاطرة التقليدية في الجزء **(B)** في الشكل (٧-٢) يمكنها أن تدور حول نقطة القطر (السحب) حيث لديها مقاومة أقل يمكن التغلب عليها نظرا لصغر زاوية تدفق المياه على البدن و يمكن الاستفادة بشكل أفضل من القوى الهيدروديناميكية حيث كل هذا يساعد في جعل سحب حبل الشد أكثر فعالية.

تزاد فعالية القاطرة التقليدية اعتمادا على الزاوية **(b)** وتتناقص فعالية القاطرة الجرار مع زيادة سرعة السفينة حيث مع ارتفاع سرعة السفينة فان الفرق في الفعالية بين القاطرات الجرار والقاطرات التقليدية يزداد .

انخفاض المقاومة تحت الماء للقاطرة الجرار والأداء الأفضل للدفع في جميع الاتجاهات يؤدى إلى فعالية اكبر وفيما يتعلق بهذا فان التجربة قد بينت أنه عند نفس سرعة السفينة فان القاطرة الجرار طراز رفاصات السمت يمكنها أن تعمل عند زاوية قطر **(a)** اكبر من القاطرة الفويث وبالتالي يمكن تطبيق أعلى قوى توجيه وقوى جانبية على السفينة بسبب الأداء الأفضل للدفع في الاتجاهات الأخرى أكثر من الدفع إلى الأمام أو الخلف.

بالنسبة للقاطرة الجرار فانه مع تزايد السرعة فان الزاوية **(a)** لا تزداد بالقدر الكبير ومن ناحية أخرى فان القاطرة لا يمكنها التغلب على المقاومة الجانبية وسوف تتأرجح حول حبل الشد المربوط أو المثبت عند نقطة القطر بالخلف وسوف تأتي جنبا إلى جنب مع السفينة وإذا كان حبل الشد متصل بنظام التحرير(الفك)السريع الموجود بخطاف القطر أو على ونش فيمكن أن يتم

التحرير عن الحبل من قبل آلية التحرر بسرعة ويمكن أن نخلص إلى أن استخدام القاطرة الجرار **(Tractor)** كقاطرة أمامية محدود جدا في حالة وجود سرعة للسفينة.



شكل (٧-٢) مقارنة بين القاطرات التقليدية والجرار عند عملهم كقاطرة أمامية

بالنسبة للقاطرة التقليدية فان الزاوية **(b)** يمكن أن تكون كبيرة للغاية في هذه الحالة قان القاطرة يمكنها أن تولد قوى كبيرة في حبل الشد وذلك عن طريق زيادة زاوية **(c)** ومع زيادة سرعة السفينة فيجب الاهتمام إلى تقدم القاطرة **(Tug's heading).**

فعندما تكون الزاوية **(c)** التي بين اتجاه تقدم القاطرة وتدفق المياه تصبح كبيرة جدا فان القاطرة قد لا تكون قادرة على العودة على نفس الخط مع السفينة ونتيجة لذلك فان قوى حبل الشد قد تصل إلى قيمة عالية قد يكون هذا هو الحال أيضا مع القاطرة **(ASD)** عندما تعمل مثل القاطرة التقليدية فان قوى حبل الشد العالية قد تؤدى إلى انقلاب القاطرة إذا لم يتم تحرير(حل) حبل الشد في الوقت المناسب وهذا ما يسمى تعثر أو انقلاب القاطرة **(Girting)** والذي يحدث أيضا عندما تكون سرعة السفينة مرتفعة جدا فيما يتعلق بسرعة القاطرة أو موقعها.

كثيرا ما يحدث أن خطاف التحرير(الفك) السريع لا يمكن فتحه في حالة الطوارئ وخاصة عندما تكون قوى حبل الشد عالية جدا وان حبل الشد الذي تم ربطه مباشرة إلى خطاف القطر لديه زاوية رأسية كبيرة مع سطح القاطرة (الكاورتة) علما بان أوناش السحب المجهزة بأنظمة التحرير(الفك) السريع عن الحبال بسرعة أكثر أمانا ومع ذلك ينبغي دائما السيطرة على سرعة السفينة عندما تقوم القاطرات بالقطر بواسطة الحبال وتكون أمام السفينة كما ينبغي أن يقوم المرشد بمراقبة سلوك القاطرات عن كثب.

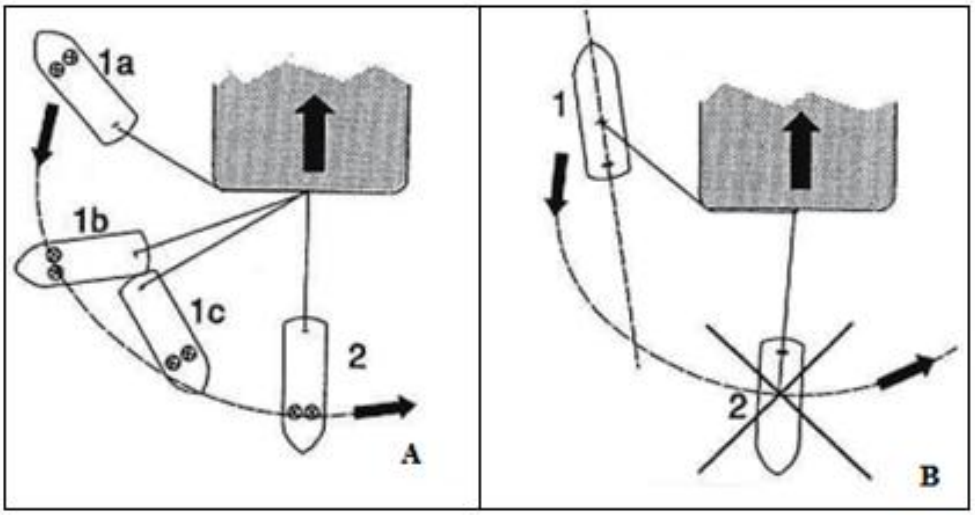
عندما تكون سرعة السفينة صغيرة جدا فان القاطرة التقليدية تكون فعالة جدا في أن تعطي مساعدة في التوجيه كما هو موضح في الوضع **(1b)** في الجزء **(B)** في الشكل (٧-٢) فان القاطرة تولد قوى توجيه عالية دون زيادة في سرعة السفينة حيث أن القاطرة تستخدم معظم قوة محركها للبقاء بعيدا عن بدن السفينة وهذا يؤدي إلى قوة إضافية بحبل الشد.

عندما تقوم القاطرات الأمامية بقطر سفينة بواسطة حبل لكي تعطي مساعدة في التوجيه عادة ينتج عتها قوة تميل إلى زيادة سرعة السفينة وهناك جانب آخر مهم يجب اعتباره وهو عندما تقوم القاطرات بالقطر بحبل فان في كثير من الأحيان لديهم ميل للحفاظ على الحبال مشدودة عندما لا يوجد طلب أي مساعدة وبالتالي غالبا ما يقوم المرشدين بالتنبيه على ربابنة القاطرات بالحفاظ على ارتخاء حبل الشد عند عدم طلب أي مساعدة.

عندما تقوم القاطرات الجرار العكسية والقاطرات **(ASD)** بالعمل كقاطرات أمامية والقطر بحبل فأنهم يعملون بطريقة مماثلة للقاطرات الجرار ولكن مقدمة القاطرة تكون في اتجاه مقدمة السفينة.

ثانيا: قاطرات خلفية وتقطر بحبل **Stern tugs towing on a line**

القاطرات التي تعمل بوصفها قاطرة خلفية وتقطر بحبل فان الوضع مختلف تماما ويعتمد اعتمادا كليا على نوع القاطرة وسرعة السفينة وما إذا كان يمكن تقديم مساعدة التوجيه لكلا الجانبين وفى الشكل (٧-٣) الجزء **(A)** يظهر قاطرة من طراز الجرار فعند السرعات الأقل فان القاطرة يمكنها أن تعطي مساعدة التوجيه من خلال طريقة القطر (السحب) المباشر كما في الأوضاع **(1a)** و**(1b)** فعند تقديم مساعدة التوجيه في الوضع **(1b)** فأنها لا تؤدى إلى زيادة سرعة السفينة على العكس من ذلك في هذا الوضع تطبق أيضا قوى الكبح (الفرملة) كما أن السرعة تزيد في الوضع **(1a)** حيث أن كفاءة القاطرة الجرار تكون أقل فعالية من القاطرة التقليدية كما في الشكل (٧-٣) الجزء **(B)** الوضع (١) حيث أن هذا الوضع مشابه لحالة القاطرات الأمامية والتي تقطر بحبل كما نوقش سابقا وإذا لزم الأمر يمكن للقاطرة الجرار في الجزء **(A)** أن تتغير بسهولة من الوضع (١) إلى الوضع (٢) للتحكم في السرعة أو لوضع يمكنها من خلاله تقديم مساعدة التوجيه إلى الجانب الأيسر وحتى في السرعات العالية مثلا سبعة عقدة يمكن لقاطرة أن تتأرجح بأمان حول الوضع **(1a)** إلى الوضع (٢) بسبب موقع نقطة السحب بالخلف .



شكل (٧-٣) مقارنة بين القاطرات التقليدية والجرار عند عملهم كقاطرة خلفية

في حاله السرعات الأعلى فيتم استخدام طريقة السحب الغير مباشر وذلك للتحكم في التوجيه كما في الوضع **(1c)** حيث يتم استخدامه لمساعدة في توجيه السفينة وذلك إلى الميمنة أو الميسرة وفى نفس الوقت فان القاطرة تكون قادرة على التحكم في سرعة السفينة.

القاطرات الجرار العكسية والقاطرات **(ASD)** يعملان بنفس الطريقة ولكن مقدمة القاطرة تتصل بمؤخرة السفينة حيث أن القاطرات الجرار العكسية والقاطرات **(ASD)** يكونوا اقل كفاءة من القاطرات الجرار **(Tractor)** العادية عندما يتم استخدامهم في طريقة السحب الغير مباشر بغرض المساعدة في التوجيه.

القاطرات التقليدية تستطيع أعطاء مساعدة التوجيه للسفينة لجانب واحد فقط كما في الجزء **(B)** في الشكل (٧-٣) للجانب الأيمن فعند استخدام القاطرة التقليدية لإعطاء مساعدة التوجيه فأنها تعطى قوة في الاتجاه الطولي والتي تزيد من سرعة السفينة حيث أنه للتحرك إلى الجانب الأيمن لمؤخرة السفينة على سبيل المثال لإعطاء مساعدة في التوجيه للجانب الأيسر فيكون هذا مستحيل عند سرعات من عقدة إلى عقدتين.

عند سرعات أعلى من ثلاث عقدة فيكون هناك خطورة في المناورة من الوضع (١) إلى الوضع (٢) وذلك للتحكم في سرعة السفينة حيث نتيجة القوة الكبيرة في حبل الشد يمكن أن تؤدى إلى انقلاب القاطرة إلا أذا تم تحرير(حل) الحبل في الوقت المناسب بواسطة استخدام آلية التحرير السريع لحبل وإذا كانت القاطرة تستخدم وسيلة حبل الضبط فان نقطة القطر تنتقل إلى أقصى مؤخرة القاطرة وبالتالي فان القاطرة تتأرجح من الوضع (١) إلى الوضع (٢) عند السرعات العالية.

كما هو واضح فعند السرعات اعلي من (٣) عقدة فان القاطرة التقليدية يمكنها أعطاء مساعدة التوجيه فقط ولجانب واحد وعند السرعات الأقل فان القاطرة يمكنها أعطاء مساعدة التوجيه في كلا الجانبين بالإضافة إلى التحكم في سرعة السفينة حيث أن القاطرة التقليدية تكون محدودة في حركتها عند استخدامها كقاطرة خلفية بسبب وضع نقطة القطر .

عندما تعمل القاطرة التقليدية بالقرب من أو خلف مؤخرة السفينة ينبغي أن يكون ربان السفينة حذر للغاية في استخدام الرفاص لأنه بسبب اندفاع مياه الرفاص يمكن أن يؤدى إلى انقلاب القاطرة .

من ناحية أخرى فإن القاطرات الجرار **(Tractor)** العادية والقاطرات الجرار العكسية والقاطرات **(ASD)** بصفة عامة لن يعوقها دفع مياه رفاص السفينة نظرا لقرب موقع نقطة القطر من مقدمة أو مؤخرة القاطرة فإذا كانت تعمل مع حبل شد قصير فان رفاصات السمت قد تتعرض لاهتزازات عالية وذلك بسبب اضطرابات المياه من دفع رفاص السفينة ولتقليل هذا التأثير يتم إطالة حبل الشد .

مما سبق يتضح أنه قبل توصيل القاطرات أمام أو خلف السفينة بشكل عام للأنواع المختلفة للقاطرات وعلى وجه الخصوص القاطرات التقليدية التي بالخلف الأخذ بعين الاعتبار قوى الرياح والتيار التي يجب التغلب عليهم.

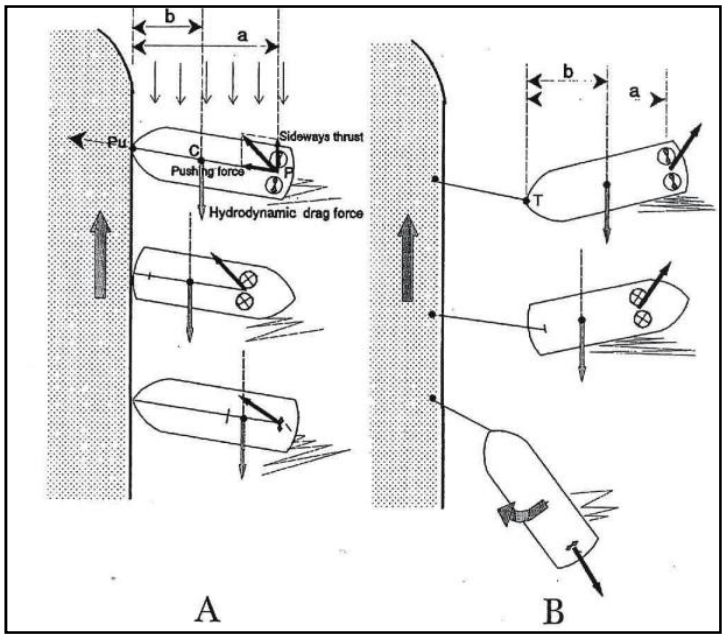
كل نوع من القاطرات لديها العديد من التطورات التي تتمتع بقدرات متفاوتة والتي ينبغي أن ينظر إليها بالإضافة إلى وضع القاطرات على سبيل المثال القاطرات التقليدية ثنائية الرفاص عموما سوف تؤدي أفضل من القاطرات التقليدية أحادية الرفاص والأمر نفسه ينطبق على القاطرات التقليدية المجهزة بخطاف القطر النصف دائري كما في شكل (٨-١) سوف يؤدي هذا إلى زيادة قدرات القاطرة والسلامة مقارنة مع نفس القاطرة بدون هذا التجهيز وبالتالي فان أداء و سلامة القاطرة التقليدية يعتمد إلى حد كبير على المناورة الجيدة ومعدات السحب المناسبة و أيضا القاطرات **(Combi)** مع دافعة السمت أمامية لديها قدرات أفضل من القاطرات التقليدية العادية وخصوصا عند نقل نقطة القطر للقاطرة **(Combi)** إلى نقطة القطر البديلة التي بالخلف.

٧-٢-٢ قاطرات تعمل على جانب السفينة Tugs operating at a ship's side

يبين الشكل (٧-٤) ثلاثة أنواع من القاطرات التي تعمل على جانب السفينة أثناء وجود بعض السرعة للسفينة وهم قاطرة جرار **(Tractor)** ويمكن أن تكون قاطرة فويث شنايدر وقاطرة جرار العكسية أو قاطرة **(ASD)** و قاطرة تقليدية .

أولا : وضع الدفع (التدفيع) Pushing mode

كفاءة القاطرة في الدفع يعتمد على مدى قدرة القاطرة في أن تدفع دون زيادة في سرعة السفينة وأفضل القاطرات التي يمكن أن تعمل بزوايا قائمة على بدن السفينة المتحركة وهذا يعتمد إلى حد كبير على نسبة **(a:b)** كما في شكل (٧-٤) الجزء **(A)** أو العلاقة بين ذراع الدفع (التدفيع) **(P-Pu)** وذراع القوى الهيدروديناميكية **(C-Pu)** .



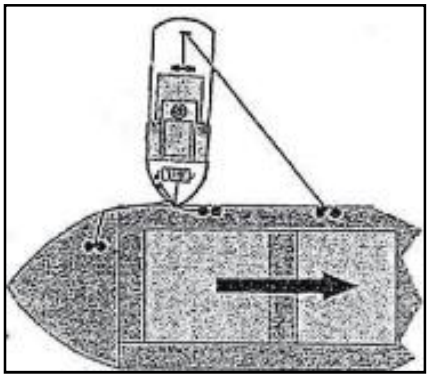
شكل (٧-٤) مقارنة بين الأنواع المختلفة للقاطرات أثناء التدفيع والسحب

حيث الرمز **(a)** هو المسافة بين موقع الرفاصات ونقطة الدفع (التدفيع) أو السحب أما الرمز**(b)** هو المسافة بين المركز الجانبي لضغط المياه المتدفقة على البدن ونقطة الدفع (التدفيع) فإذا كانت المسافة **(a)** كبيرة بالنسبة إلى **(b)** فيكون المطلوب اقل دفع جانبي للحفاظ على مكان القاطرة وبالتالي يكون هناك مزيد من قوة دفع المتاحة لأعمال الدفع (التدفيع) أو السحب.

الأفضل للقاطرة أن تتغلب على عزم الدوران الناتج عن القوة الهيدروديناميكية بواسطة العزم المتولد من الدفع الجانبي **(Sideway thrust)** من الرفاصات والأفضل للقاطرة أن تعمل عند زوايا قائمة على السفينة ويكون هناك مزيد من الطاقة المتاحة لأعمال الدفع (التدفيع) وبالإضافة إلى ذلك فإن كل من الموقع العمودي لمركز الضغط والاتزان والسطح الحر **(Freeboard)** من العوامل الهامة كما يجب على الحاجز المطاطي للقاطرة **(Fender)** منع انزلاق القاطرة على طول بدن السفينة .

نظرا لوقوع مركز ضغط المياه المتدفقة على بدن القاطرة التقليدية في الوسط فإنها قد تجد صعوبة في الوصول إلى أو البقاء عند زوايا قائمة على بدن السفينة عندما يكون لديها بعض السرعة.

عموما القاطرات التقليدية لديها مساحة كبيرة للبدن تحت الماء حيث يعتبر كفاءة التوجيه من العوامل المهمة لكفاءة أعمال الدفع (التدفيع) وتبعا لحالة القاطرات التقليدية فأنها تستخدم حبال في الخلف للبقاء عند زوايا قائمة على بدن السفينة عندما تكون السفينة مسرعة كما هو مبين في الشكل (٧-٥) ومع ذلك فان السرعة الزائدة تضر بالسلامة فيمكن أن تقطع الحبل أو تؤدي إلى انقلاب القاطرة ومع استخدام أجهزة زيادة أداء التوجيه للقاطرات التقليدية مثل الأنواع الخاصة من الدفة أو نظام **(Towmaster)** فأنها تزيد من قدرة القاطرات على الدفع (التدفيع) .



شكل (٧-٥) قاطرة تقليدية تستخدم حبل في المؤخرة

القاطرات الجرار العكسية والقاطرات **(ASD)** مع رفاصات ذات كفاءة عالية وتقع في أقصى المؤخرة وبالاشتراك مع مركز الضغط الجانبي للمياه المتدفقة على البدن عندما يقع إلى الأمام فان هذا يكون أكثر فعالية في أعمال الدفع (التدفيع) .

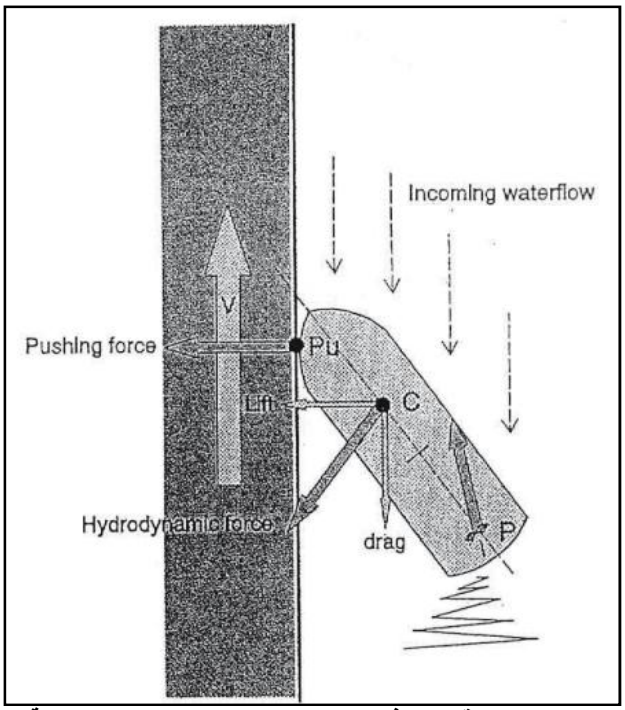
عندما تكون السرعة من ثلاثة إلى أربعة عقدة فأنها أقصى سرعة لكفاءة أعمال الدفع (التدفيع) للقاطرات التقليدية على الرغم من أنه يعتمد على قوة المحرك والرفاص والدفة حيث أن القاطرات

الجرار **(Tractor)** العادية هي أيضا أكثر فعالية من القاطرات التقليدية بسبب أن الدفع الخاص بهم يكون في جميع الاتجاهات.

سواء كانت القاطرات الجرار العادية أكثر أو أقل فعالية من القاطرات الجرار العكسية والقاطرات **(ASD)** فهذا يعتمد على نسبة **(a:b)** كما في شكل (٧-٤) الجزء **(A)** وبدن القاطرة تحت الماء وقوة المحرك وأداء التوجيه في الاتجاه المطلوب.

يكون هناك جانب آخر في تحديد قدرة القاطرة لتعمل على جانب السفينة وهو أقصى زاوية إمالة حيث يعتبر ارتفاع نقطة الدفع (التدفيع) عامل مهم في زيادة زاوية الإمالة حيث أن زاوية الإمالة التي تحدثها القوى الهيدروديناميكية يمكن تصديها من قبل قوى الدفع الجانبي وكذا الاتزان للقاطرة وكما أنه كلما كان ارتفاع نقطة الدفع كبير كلما زادت زاوية الإمالة .

نظرا لكبر مساحة بدن القاطرات التقليدية تحت الماء فأنها تواجه عزم إمالة والتي يكون من الصعوبة تصديها نظرا لانخفاض قوى التوجيه الخاصة بها ونظرا لكبر عرض القاطرات الجرار العادية و القاطرات الجرار العكسية والقاطرات **(ASD)** وكذا لكفاءتهم فأنهم يكونوا أفضل بكثير في تعويض عزم الإمالة وكما ذكر سابقا فأنهم قادرون على البقاء عند زوايا قائمة على بدن السفينة وعند سرعات اكبر من القاطرات التقليدية فعند السرعات العالية للسفينة وعند زاويا صغيرة يمكن للقاطرات القيام بأعمال الدفع (التدفيع) حيث أن قوى الرفع **(Lift forces)** أيضا تولد قوى دفع (التدفيع) إضافية والتي يمكن أن تكون عالية نسبيا كما في شكل (٧-٦) .



شكل (٧-٦) قوة التدفيع المتولدة من القوى الهيدروديناميكية

ثانيا : وضع السحب **Pulling mode**

القاطرات التي تعمل على جانب السفينة في حاجة لقدرة محرك جيدة عند التحرك إلى الخلف والتي ينبغي أن تكون تقريبا نفس القدرة عند التحرك إلى الأمام لذا فان القاطرات ذات منظومة الدفع متعددة الاتجاهات تكون مناسبة جدا لأعمال الدفع (التدفيع) أو السحب.

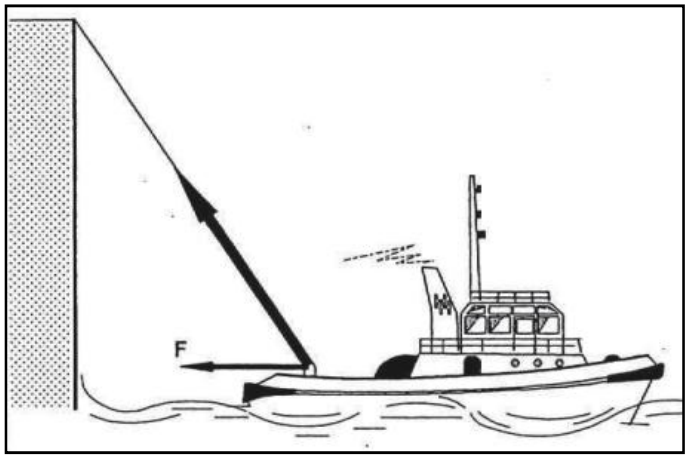
يوضح شكل (٧-٤) الجزء **(B)** نفس الأنواع الثلاثة من القاطرات ولكن أثناء أعمال السحب يكونوا متصلين بالسفينة بواسطة حبل واحد وان السفينة تكون متحركة حيث أن هذا الوضع لا يختلف كثيرا عن الحالات التي تعمل فيها القاطرات كقاطرة خلف السفينة **(Stern tug)** وتقطر بحبل وفى طريقة السحب المباشر كما نوقش سابقا ولكن الوضع مختلف نوعا ما للقاطرات التقليدية .

يمكن للقاطرات الأطول السحب بفعالية مع زيادة في سرعة السفينة فمن الواضح أن القاطرة التقليدية سوف تتأرجح حولها والقاطرة تحتاج إلى حبل يتجه إلى السفينة لتكون قادرة على السحب بزوايا قائمة والقاطرات التقليدية ثنائية الرفاص ذات اسطوانات قابلة للتوجيه (للدوران) وتكون مجهزة بأنظمة الدفة الخاصة أو نظام **(Towmaster)** فان أداءها يكون أفضل .

القاطرات الجرار **(Tractor)** العادية والقاطرات الجرار العكسية والقاطرات **(ASD)** يكون أداءهم أفضل من ذلك بكثير لأنه أثناء السحب يمكنهم تطبيق القوى في اتجاه حركة السفينة وهذه تكون ميزة كبيرة لأنظمة الدفع متعددة الاتجاهات لأنها تشارك في أعمال الدفع (التدفيع) والسحب وسواء كان أحد هذه الأنواع هو أكثر فعالية من النوع الآخر فانه يعتمد على نسبة **(a:b)** وحجم القاطرة تحت الماء وقوة المحرك وأداء وحدة الدفع في اتجاه السحب.

أحد الجوانب الهامة التي تؤخذ في الاعتبار هو انخفاض كفاءة أعمال السحب بسبب اصطدام مياه دفع رفاص القاطرة ببدن السفينة وهذه القوة يمكن أن تكون كبيرة مثل قوة شد القاطرة وأحيانا أكبر من ذلك كما أن هذا التأثير يقل بكثير إذا زادت المسافة بين رفاص القاطرة وبدن السفينة و لذا فان القاطرات الجرار **(Tractor)** العادية تقوم بأعمال الدفع (التدفيع) أو السحب بواسطة المؤخرة وذلك لإبقاء الرفاصات الخاصة بهم بعيدة عن بدن السفينة بالإضافة إلى ذلك فان القاطرات الجرار ذات رفاصات السمت عند قياهم بأعمال السحب يمكن ضبط الرفاصات الخاصة بهم بزاوية بحيث يتم تحويل دفع مياه الرفاصات بعيدا والأمر نفسه ينطبق على القاطرات الجرار العكسية والقاطرات **(ASD)** وكما يمكن أيضا أن تحقق فعالية أعلى لأعمال السحب باستخدام حبل شد أطول وهذا يمكن أن يتم في حالة أعمال السحب فقط أو بمعنى أخر ليس في حالة السحب مع الدفع (التدفيع) وإلا فإنه يطيل زمن الاستجابة.

عند التغيير من وضع السحب إلى وضع الدفع (التدفيع) يجب على ربان القاطرة أن يكون على بينة من القوى الديناميكية في حبل الشد ولا سيما مع الزاوية الحادة لحبل الشد وكذا حالة الأمواج فان هذه القوى قد تسحب القاطرة بسرعة في اتجاه السفينة عند إيقاف محرك السفينة فجأة أو عندما تتحرك السفينة بقوة إلى الخلف فيمكن للقاطرة أن تضر بقوة بدن السفينة كما في شكل (٧-٧).



شكل (٧-٧) تأثير القوة بحبل الشد

ثالثا : المساعدة في الإيقاف Stopping assistance

مما سبق يتضح أن القاطرات الجرار **(Tractor)** العادية والقاطرات الجرار العكسية والقاطرات **(ASD)** العاملة على جانب السفينة لديها أداء أفضل من القاطرات التقليدية العادية عند طلب مساعدة الكبح (الفرملة) وهذا بسبب منظومة الدفع المتعددة الاتجاهات والتي يمكنها أن توفر تقريبا نفس قوة الشد في اتجاه الأمام و اتجاه الخلف .

في النهاية ومما سبق قد تم استعراض العديد من الاختلافات في الأداء والقدرات والقيود المفروضة على الأنواع المختلفة للقاطرات ولراحة القارئ سوف يتم عمل إيجاز بسيط لأهم هذه الاختلافات والقيود بفرض أن جميع القاطرات التي تمت مناقشتها هي مناسبة لمهامها المطلوبة منها ولديها معدات سحب مناسبة والقدرة على المناورة.

- **القاطرات التقليدية Conventional tugs**

القاطرات التقليدية يمكن أن تكون فعالة جدا عندما تقوم بالقطر بحبل والسفينة متحركة كما يمكنها أن تساعد في التوجيه ولكن في كثير من الأحيان تقدم قوة غير مرغوب فيها مما تزيد من سرعة السفينة.

عندما تعمل القاطرة التقليدية كقاطرة أمامية **(Forward tug)** وتقوم بالقطر بحبل فأنها سوف تساعد في التوجيه لكلا الجانبين ولكن عندما تعمل كقاطرة خلفية **(Stern tug)** فتكون محدودة فعند السرعات العالية فان مساعدة التوجيه تكون إلى جانب واحد فقط وعند السرعات المنخفضة جدا فان مساعدة التوجيه تكون على كلا الجانبين كما يمكن التحكم في سرعة السفينة .

سواء كانت القاطرة التقليدية تعمل كقاطرة أمامية أو خلفية فيكون هناك خطر انقلاب القاطرة **(Girting)** والذي يعتمد على مكان نقطة القطر وللتقليل من هذا الخطر فان آلية التحرير(الفك) السريع عن حبل الشد يجب أن تستخدم وبسرعة.

القدرة على تقديم مساعدة الإيقاف تكون معدومة للقاطرات التي تعمل كقاطرة أمامية وتقطر بحبل وتقتصر على السرعات المنخفضة جدا للقاطرات الخلفية وينبغي التعامل بحذر مع محركات السفينة عندما تكون القاطرات التقليدية قريبة من مؤخرة السفينة وبسبب هذه القيود فان مكان القاطرة ينبغي التخطيط لة بعناية مسبقا.

فعالية القاطرات التقليدية في أعمال الدفع (التدفيع) تتناقص بسرعة مع زيادة سرعة السفينة وأعمال السحب ممكنة فقط عندما تكون السرعة صفر أو أعلى قليلا وهذا يتوقف على ما إذا كان يتم استخدام حبل في مؤخرة القاطرة للحفاظ على موضعها ويجب التحكم في سرعة السفينة بعناية بحيث يأخذ في الاعتبار القدرات المحدودة للقاطرة التقليدية التي تعمل على جانب السفينة.

- **القاطرات الجرار والقاطرات الجرار العكسية Tractor and reverse-tractor tugs**

القاطرات الجرار **(Tractor)** العادية والقاطرات الجرار العكسية عندما تعمل كقاطرة أمامية لسفينة وتقطر بحبل فأنهم يكونوا قادرين على تقديم المساعدة لكلا الجانبين وكما أن هذه القاطرات يمكنها تقديم قوة غير مرغوب فيها مما تزيد من سرعة السفينة حيث أن هذه القاطرات ليست فعالة مثل القاطرات التقليدية للسفينة تبحر بسرعة عندما تعمل كقاطرة أمامية.

القاطرات الجرار العادية والقاطرات الجرار العكسية عندما تعمل كقاطرة خلفية للسفينة فان أداءهم جيد للغاية ويمكنهم تقديم مساعدة التوجيه لكلا الجانبين والسيطرة على سرعة السفينة حتى عند السرعات العالية نوعا ما وعلى الرغم من أن فعالية القاطرة الجرار العكسية عموما أقل إلى حد ما من القاطرات الجرار الفويث شنايدر في تقديم مساعدة التوجيه عند السرعات العالية وفى طريقة السحب الغير المباشر كما أن خطر انقلاب القاطرة موجود بالكاد أثناء عمليات الموانئ العادية وعندما تعمل بوصفها قاطرة خلفية نادرا ما تتأثر من قبل رفاص السفينة.

القاطرات الجرار والقاطرات الجرار العكسية التي تعمل على جانب السفينة ذات سرعة تكون فعالة في أعمال الدفع (التدفيع) أو السحب وكما تطبيق قوى الكبح (الفرملة) حيث تجدر الإشارة إلى أن القاطرات الجرار لديهم غاطس كبير نسبيا والذي يمكن أن يكون عيب أثناء العمل في المياه الضحلة.

- **القاطرات التي تدار برفاصات السمت بالمؤخر (ASD)**

القاطرة **(ASD)** تكون قاطرة متعددة الوظائف ويمكن أن تكون فعالة عندما تعمل كقاطرة أمامية وتقطر بحبل عندما تعمل بوصفها قاطرة تقليدية ويمكن أيضا أن تعمل القاطرة **(ASD)** كقاطرة جرار عكسية فعندما تعمل القاطرة **(ASD)** كقاطرة خلفية وتقطر بحبل فأنها تعمل بصفة عامة مثل القاطرة الجرار العكسية وبنفس الأداء العالي وعندما تقوم بأعمال الدفع (التدفيع) أو السحب على جانب السفينة فأنها تكون فعالة جدا وأيضا في تطبيق قوى الكبح (الفرملة).

٧-٣ فعالية أنواع القاطرات Effectiveness of tug types

قد استخدمت نماذج اختبار وتجارب واسعة النطاق لتحديد قدرات القاطرة وتركز معظم التجارب على قدرات نوع معين من القاطرات كما فعلت شركة فويث ولا تزال تعمل فيما يتعلق بقاطرات الجرار من طراز الفويث وكذا قامت شركة **(Aquamaster)** بعدة دراسات بشأن القاطرات ذات الرفاص السمت حيث أن هناك دراسات حديثة وتجارب واسعة النطاق قد اتخذت أساسا لتقييم قدرات المصاحبة لنوع قاطرة معين أو محدد.

بالتالي معظم هذه الدراسات والتجارب تنطوي فقط على بعض الجوانب المحددة للمناورات المطلوبة للسفينة أثناء التعامل اليومي مع القاطرة وبالطبع يوجد العديد من الاختلافات في التصميم لنوع معين من القاطرة.

توفر برامج المحاكاة الحاسوبية إمكانية اكتساب نظرة ثاقبة لقدرة القاطرة على سبيل المثال برنامج المحاكاة المهمة الكاملة لغرفة القيادة **(Full mission bridge simulator)** عندما يتم تنفيذ هذه البرامج يكون بالتعاون الوثيق بين المرشدين وقادة القاطرة حيث إن النتائج تعطي دقة عالية جدا وأساسا تتم المحاكاة لقاطرة محددة أو لعدد محدود من القاطرات حيث يتم تعريف كل التفاصيل مثل نوع الدفة ومنظومة الدفع والاتزان ....الخ.

يمكن من خلال برامج المحاكاة الحاسوبية تحديد أداء الأنواع المختلفة للقاطرات كما يمكن بواسطة برامج المحاكاة التنبؤ بالقدرات التي تنتجها الأشكال المختلفة لتصميم القاطرة.

برامج المحاكاة عادة لا تأخذ في الاعتبار جميع العوامل المؤثرة في أداء القاطرة مثل تفاعل السفن مع القاطرة و تأثير عمق المياه وبالتالي فقد يكون هناك بعض عدم الدقة في نتائج المحاكاة وهذا يتوقف على الموقف الذي يتم دراسته.

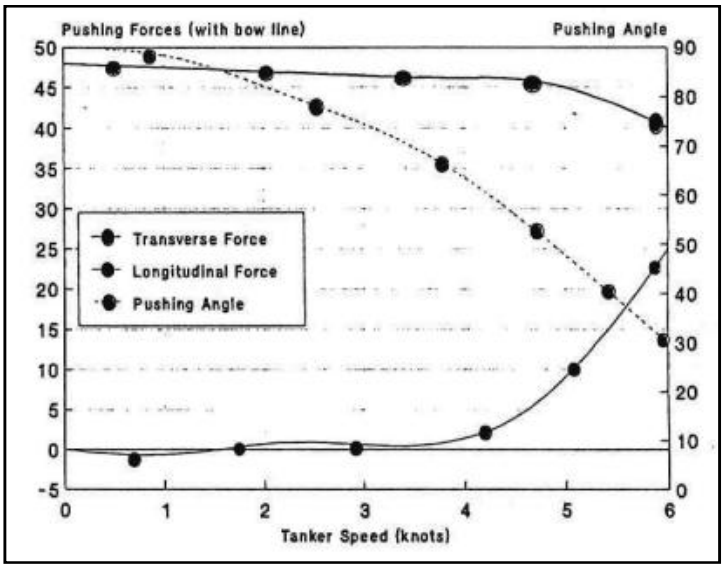
٧-٣-١ منحنيات الأداء Performance diagrams

تستند الرسوم البيانية في الشكل (٧-٨) والشكل (٧-٩) على دراسات المحاكاة والى توفر نظرة ثاقبة لقدرات القاطرة التقليدية والقاطرة **(ASD)** عند قيامهم بأعمال الدفع (التدفيع) على سفينة متحركة.

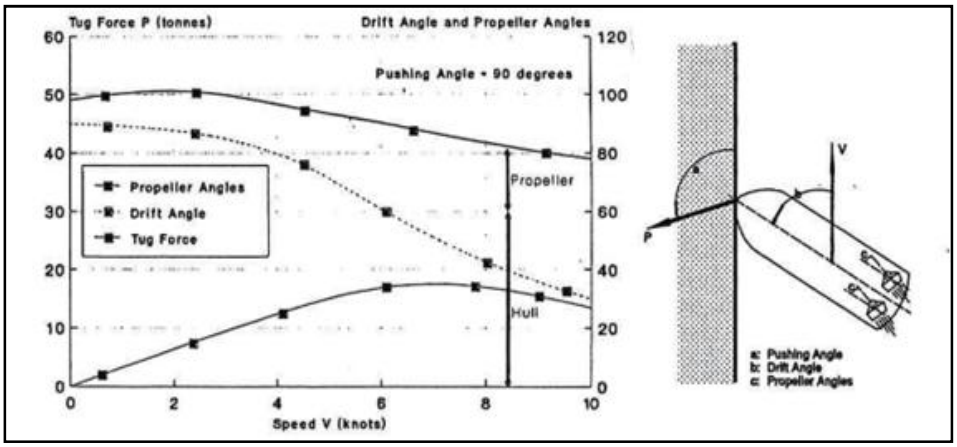
مواصفات القاطرة التقليدية هي ثنائية الرفاص والطول الكلى (٤٠) متر والعرض (١١) متر وقوة الشد (٥٠) طن حيث أن أقصى قوة لأعمال الدفع (التدفيع) لهذه القاطرة تم تحديدها عند سرعات مختلفة للسفينة ويبين الرسم البياني أقصى قوى دفع عرضية **(Maximum transverse pushing force)** وكذا القوى الطولية **(Longitudinal forces)** التي تبذل في نفس الوقت ولكنه يظهر أيضا زاوية دفع القاطرة **(Tug pushing angle)** حيث أن القاطرة تقوم بأعمال الدفع (التدفيع) بواسطة حبل المقدمة **(Bow line)** .

كما هو مبين في الشكل (٧-٨) تصبح زاوية الدفع أصغر كلما زادت سرعة السفينة و تقل قوى الدفع العرضية المبذولة بواسطة القاطرة مع سرعة السفينة أعلى من خمسة عقدة ولكن القوى الطولية تزداد بسرعة عند سرعة السفينة اكبر من أربعة عقدة.

عندما لا يتم استخدام حبل المقدمة فان القوى الطولية والقوى العرضية المبذولة عند سرعات أعلى من خمسة عقدة تقل وبتالي فان أداء القاطرة يقل وفي حالة ارتفاع الأمواج حوالي ستة أقدام فان أداء القاطرة ينخفض أيضا.



شكل (٧-٨) منحنى الأداء لقاطرة تقليدية



شكل (٧-٩) منحنى الأداء لقاطرة (ASD)

أما بالنسبة إلى أداء قاطرة **(ASD)** عندما تقوم بأعمال الدفع (التدفيع) وذات طول كلى (٣١) متر وعرض (١٠.٧) متر وقوة شد (٥٠) طن فكما يوضح الشكل (٧-٩) الأداء الجيد لهذه القاطرة

حيث القاطرة تبذل القوة العرضية فقط ولا يكون هناك زيادة في القوة الطولية و كلما زادت السرعة كلما زاد حجم القوى الهيدروديناميكية على بدن القاطرة مما يؤدى إلى كبر قوة الرفع **(Lift force)** وعند سرعة حوالي (٨.٥) عقدة فان (٨٠)٪ من قوة الدفع العرضية تنشا من قبل قوة الرفع.

اتزان القاطرة والسطح الحر **(Freeboard)** وارتفاع نقطة الدفع لها تأثير كبير على أقصى قدر من قوى الدفع (التدفيع) التي يمكن تحقيقها وهناك بعض العوامل الأخرى المحدودة مثل أقصى عدد للفات الماكينات وعزم الدوران للمحرك و زاوية الميل.

يظهر شكل (٧-٨) وشكل (٧ -٩) الفارق الكبير في فعالية أعمال الدفع (التدفيع) بين كل من القاطرات **(ASD)** والقاطرات التقليدية فان القاطرة **(ASD)** تكون فعالة عند السرعة الأعلى بينما لا تزيد سرعة السفينة من القوة الطولية.

يوضح كل من الشكل (٧-١٠) والشكل (٧-١١) منحنيات الأداء لكل من قاطرة من النوع **(ASD)** وقاطرة من النوع الفويث شنايدر عندما يقومان بالقطر بحبل عند سرعات مختلفة أربعة وستة وثمانية عقدة وقد تم إنتاج هذه المنحنيات بواسطة برنامج محاكاة **(TUGSIM)** حيث أن أداء القاطرة في المنحنيات محدود بسبب أقصى ميل لغمر حافة السطح الرئيسي (الكاورتة) وأقصى تحميل للمحرك تم احتسابه كما انه تم إعطاء مواصفات القاطرات في الجزء العلوي من الشكل و الهدف الرئيسي من الرسوم البيانية هو أن تظهر أقصى قدر من قوى التوجيه **(Steering forces)** وقوى الكبح (الفرملة) **(Braking forces)** يمكن تحقيقها.

السفينة تكون عند المركز (0) من الرسم البياني وتبحر في الاتجاه الذي يشير إليه السهم والقاطرة **(ASD)** تعمل كقاطرة أمامية بالنسبة لسفينة وتصل زاوية القطر إلى (٩٠) درجة مثل القاطرة التقليدية والقاطرة **(ASD)** يمكنها أن تعمل كقاطرة خلفية بالنسبة لسفينة كما أن القاطرات الجرار العكسية والقاطرات **(ASD)** والفويث عندما يعملان كقاطرة خلفية فأنهم يعملان أما بطريقة السحب المباشر**(Direct mode)** أو طريقة السحب الغير مباشر**(Indirect mode) .**

أولا:القاطرات تعمل كقاطرات أمامية

يمكن رؤية الخصائص العامة التالية في الرسوم البيانية حيث أن أداء القاطرة الفويث في إعطاء مساعدة التوجيه كقاطرة أمامية وتقطر بحبل يتناقص بسرعة مع تزايد السرعة وعندما تصل السرعة إلى نحو ستة عقدة فان أداء القاطرة **(ASD)** في إعطاء مساعدة التوجيه يتناقص عند القطر بزوايا صغيرة ويزداد عند زوايا القطر الكبيرة وعند سرعة ثمانية عقدة فان القاطرة **(ASD)**لا تزال تنتج قوى توجيه عالية على النقيض من القاطرة الفويث وغالبا القاطرات التقليدية العادية ما تعمل بطريقة مماثلة لكنها محدودة عموما باتزان القاطرة.

ثانيا:القاطرات تعمل كقاطرات خلفية

عند سرعة أربعة عقدة فان القاطرات التي تعمل كقاطرة خلفية وبطريقة السحب المباشر فكلاهما يكونوا فاعلين.

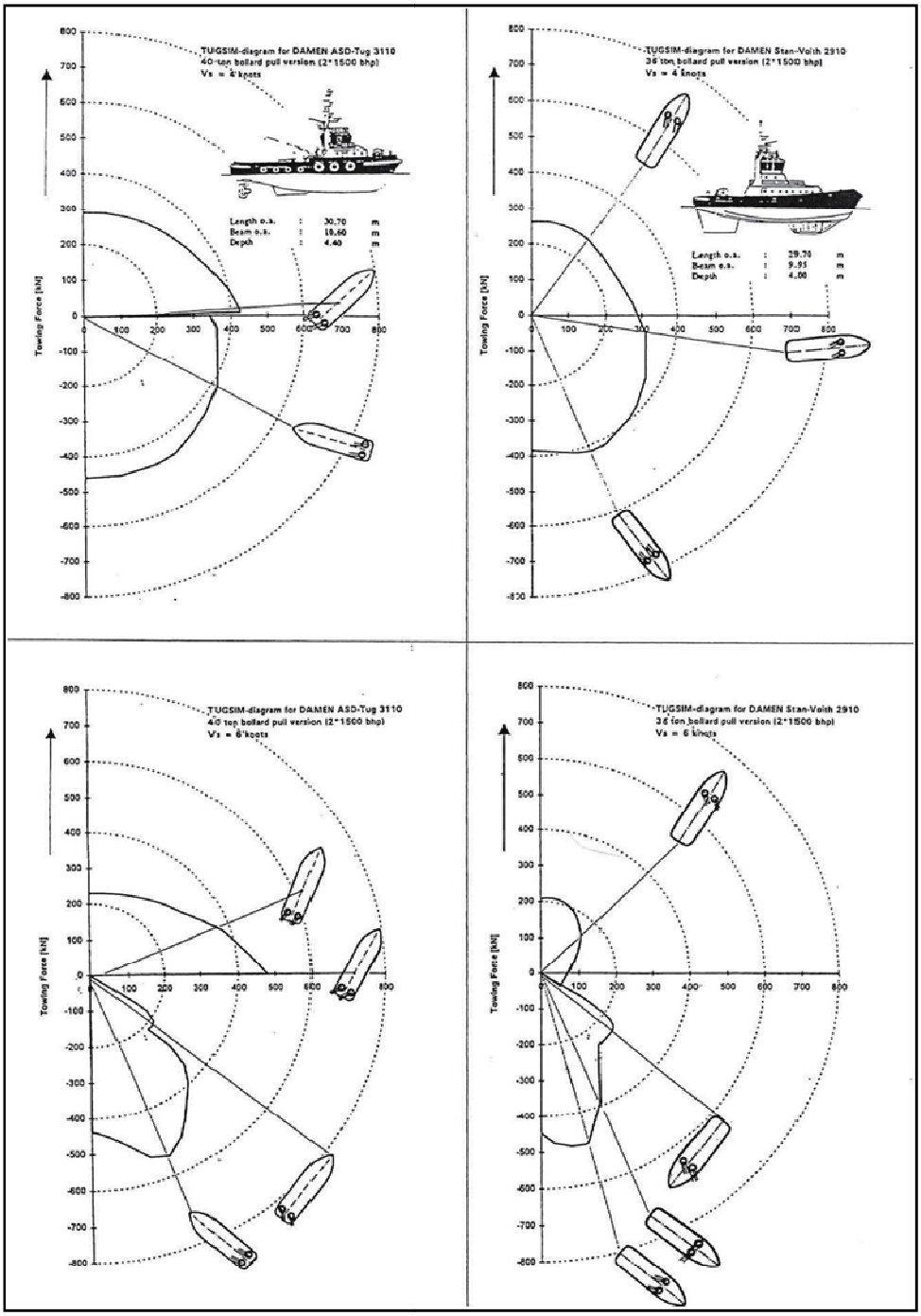
في حالة السرعة ستة عقدة فان أداء القاطرة **(ASD)** يكون أفضل في طريقة السحب المباشر في حين يبدأ أداء القاطرة الفويث في تطبيق قوى التوجيه في التحسن في طريقة السحب الغير مباشر بينما أداء الكبح (الفرملة) يرتفع لكل من القاطرات في طريقة السحب المباشر.

عندما تكون السرعة ثمانية عقدة فان قوى التوجيه التي يمكن تطبيقها من القاطرات في طريقة السحب الغير المباشر تكون عالية بالرغم من القاطرة الفويث تكون إلى حد ما أكثر فعالية على الرغم من أنها أقل قوة من القاطرة **(ASD)** .

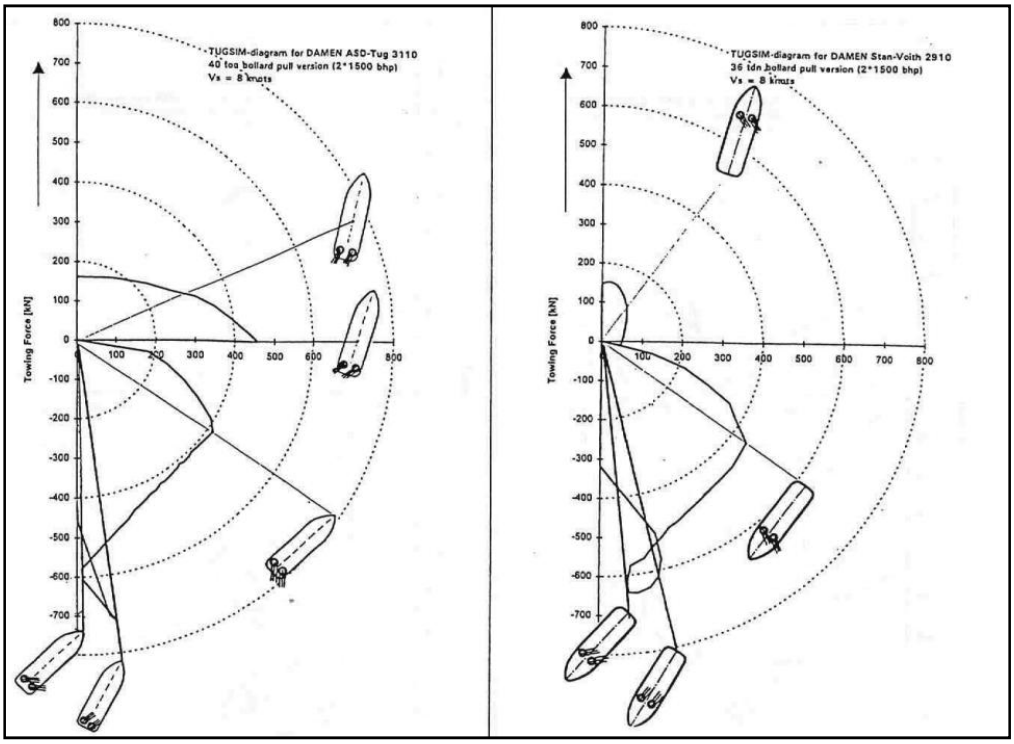
أعلى قوى للكبح (الفرملة) يمكن الحصول عليها عندما تكون السرعة ثمانية عقدة من قبل كل من القاطرات والتي يعملان بطريقة السحب المباشر والقطر بزاوية صغيرة (أدنى جزء من منحنى).

هكذا يمكن ملاحظة الآتي في حالة القاطرة أمامية بالنسبة لسفينة وتقطر بحبل فان القاطرة **(ASD)** تعمل بشكل أفضل أما في حالة القاطرة خلفية وتقطر بحبل وعند السرعات الأعلى فان القاطرة الفويث تكون أفضل في تقديم مساعدة التوجيه ويكون كل من القاطرتين الفويث و**(ASD)** متساوين في أداء تطبيق قوى الكبح (الفرملة) ويظهر جانبا آخر بشكل واضح في الرسوم البيانية هو تزايد السرعة عندما تقوم القاطرات الأمامية بالقطر بحبل على سبيل المثل من الرسم البياني عند ستة عقدة وباعتبار قاطرة **(ASD)** تعمل كقاطرة أمامية وتقطر بحبل فان القاطرة كما هو مبين في الموضع المشار إليه تطور قوة توجيه للميمنة في حدود (٣٥) طن ولكن في الوقت نفسه قوة في اتجاه حركة السفن في حدود (١٥) طن حيث أن هذه القوة تزيد من سرعة السفينة والتي هي في معظم الحالات غير مرحب بها.

من ناحية أخرى فإن جميع القاطرات الخلفية كما هو مبين في الرسم البياني عند تطبيق قوى التوجيه أيضا تطور قوى الكبح (الفرملة) وعادة هذا له تأثير إيجابي كبير حيث إنها تحافظ على سرعة السفينة منخفضة وبالإضافة إلى ذلك يمكن السفينة لاستخدام المحرك كقوة إضافية للتوجيه دون زيادة سرعة السفينة.



شكل (٧-١٠) منحنيات الأداء لقاطرات عند سرعة أربعة وستة عقدة



شكل (٧-١١) منحنات الأداء لقاطرات عند سرعة ثمانية عقدة

•التحكم في السرعة - مساعدة الكبح Speed control - braking assistance

القاطرات الجرار **(Tractor)** والجرار العكسية والقاطرات **(ASD)** عند عملها كقاطرة خلفية بالنسبة للسفينة فان أداءها يكون جيد بالنسبة لمساعدة التوجيه والتحكم في سرعة السفينة وقد أدى ذلك إلى المنافسة بين مصممي الرفاصات الرأسية الفويث والرفاصات السمت **(Aquamaster)** حول أي نوع من القاطرات الفويث و**(ASD)** سوف يؤدي أفضل كقاطرة خلفية وعند السرعات العالية ويرجع ذلك أساسا إلى المناقشات فيما يتعلق بأعمال المصاحبة **(Escorting)** التي سوف يتم تناولها لاحقا ومع ذلك هناك جانبا واحدا سوف يتم مناقشته هنا وبإيجاز هو أداء الكبح للقاطرات المجهزة بالرفاصات السمت لأنه من المهم للمساعدة اليومية في الموانئ وفي هذا الصدد أدخلت بعض المصطلحات الجديدة بواسطة شركة **(Aquamaster)**.

تجدر الإشارة إلى أنه عندما يكون مطلوب مساعدة الإيقاف (التوقف) لسفينة من قبل قاطرة فويث شنايدر او قاطرة **(ASD)** وعلى سبيل المثال بسرعة أكثر من خمسة عقدة فان أعلى قوة الكبح (الفرملة) التي يمكن تطبيقها عندما تقوم القاطرة بالسحب بزاوية صغيرة مع خط الوسط لسفينة كما يمكن أن يرى في منحنيات الأداء بواسطة **(TUGSIM)**.

عندما يطلب مساعدة الكبح (الفرملة) عند السرعات العالية من خلال قاطرة تقليدية التي تعمل بواسطة المقدمة وتكون كقاطرة خلفية بالنسبة للسفينة قد لا يكون من الممكن عكس حركة

الرفاصات ذات الخطوة الثابتة بسبب الحمل العالي للرفاص والتي لابد من التغلب عليه بواسطة المحرك وعلى الرغم من هذا التأثير الذي يمكن تخفيضه بواسطة التصميم السليم ومحرك يدور في اتجاهين ولنفس السبب فعند التوقف المفاجئ **(Crash stop)** فانه يجب ضبط اذرع تغيير الخطوة للرفاصات الفويث شنايدر وفقا لسرعة السفينة وكذا الرفاصات السمت يجب إدارتها إلى الخلف ولكن يمكن ضبطها ومع التحكم في الرفاصات بشكل مستقل عند زاوية مع خط الوسط للقاطرة وفي حالة الرفاصات السمت ذات الخطوة المتغيرة ينبغي أن تطبق تغيير خطوة الرفاص إلى الخلف وفقا لسرعة السفينة عندما تكون السفينة ذات سرعة عالية نوعا ما ولابد من توقفها وبسبب انخفاض أداء الرفاصات المتغيرة الخطوة عند عكس حركتها في اتجاه الخلف فان استخدام الرفاصات ذات الخطوة الثابتة تكون أكثر فعالية في تطبيق مساعدة الكبح (الفرملة).

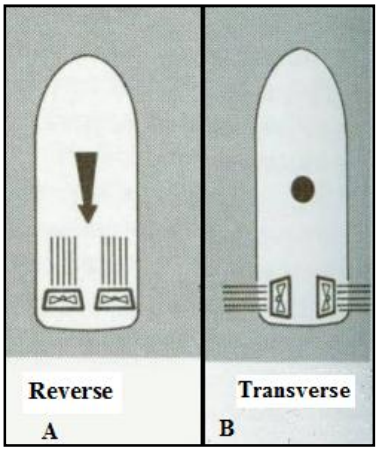
في طريقة المساعدة بالسحب المباشر فان شركة **(Aquamaster)** ادعت أنه عند سرعات تصل إلى ثمانية عقدة يمكن أن تصل قوى الكبح (الفرملة) إلى قيم تصل إلى واحد ونصف من قوة الشد لقاطرة في اتجاه الخلف (قاطرات الجرار العكسية وقاطرات **(ASD)**) ذات الرفاصات السمت وذلك بدوران الرفاصات (١٨٠) درجة و على نفس خط الوسط للقاطرة كما في الجزء **(A)** في الشكل (٧-١٢) ولكن عند السرعات أعلى من ثمانية عقدة فان قوى الكبح (الفرملة) تنخفض بشكل كبير وبغض النظر عن القوة المطبقة فان حالة المحرك تزيد أيضا بسرعة إلى حالة الحمل الزائد **(Overload condition)** وتسمى طريقة الكبح هذه بطريقة التوقيف العكسي **(Reverse arrest mode)** .

هناك طريقة ثانية لتطبيق قوى الكبح في طريقة المساعدة بواسطة السحب المباشر وتسمى بطريقة التوقيف المستعرض **(Transverse arrest mode)** حيث يمكن إنشاء قوى توقيف كبيرة من خلال ضبط الرفاصات إلى الخارج وعند زاوية ما يقرب من (٩٠) درجة مع خط الوسط للقاطرة كما في الجزء **(B)** في الشكل (٧-١٢) وهذه القوة سوف تزداد مع زيادة السرعة وتجاوز قيمة قوة الشد لقاطرة في اتجاه الخلف وعند سرعة أعلى من ثمانية عقدة بدون وصول المحرك إلى حالة الحمل الزائد ويوضح شكل (٩-٢) طريقة توصيل وعمل القاطرة مع السفينة في كل من طريقة التوقيف العكسي و طريقة التوقيف المستعرض.

لذلك عند سرعة اقل من ثمانية عقدة يمكن استخدام طريقة التوقيف العكسي وعند سرعات أعلى من ثمانية عقدة يمكن استخدام طريقة التوقيف المستعرض .

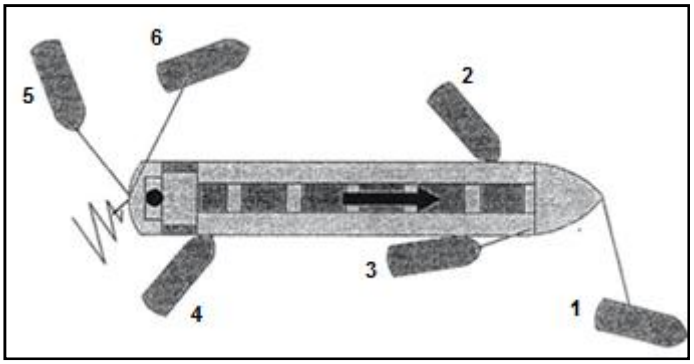
٧-٤فعالية مكان القاطرة Effective tug position

مكان القاطرات يعتمد على عدة عوامل منها أبعاد السفينة مثل النوع والحجم والغاطس والقدرة على المناورة وتأثير الظروف البيئية وتفاصيل الممر الملاحي نحو الرصيف وحجم دائرة الدوران وموقع الرصيف وكل هذه العوامل يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار حيث هذه العوامل معا تحدد ما يمكن توقعه من القاطرات في مساعدة التوجيه والتغلب على القوى الخارجية مثل الرياح والتيارات المائية والمساعدة في وقف السفينة أو مزيج منهما ومن المهم جدا أن نعرف عدد ونوع وقوة الشد المتاحة من القاطرات.



شكل (٧-١٢) وضع الرفاصات في التوقيف العكسي و التوقيف المستعرض

يوضح الشكل (٧-١٣) المواقع المختلفة للقاطرة والتي يمكن أن تعمل على سفينة متحركة إلى الأمام لإدارتها إلى الميمنة والآن يتم دراسة تأثير القاطرات على السفينة عندما تعمل في واحدة من هذه المواقع مع الأخذ في الاعتبار مكان النقطة المحورية علما بأنه يكون هناك قوة عرضية بالقرب من مقدمة السفينة ناتجة عن حركة الدفة أو دفع القاطرة لها وبالتالي تؤدى إلى دورانها.



شكل (٧-١٣) الأماكن المختلفة للقاطرة

القاطرة الأمامية رقم (١) تقطر بحبل وتكون قادرة على ممارسة قوى توجيه عرضية عالية جدا على السفينة ويمكن أن يكون التأثير محدودا بسبب القوى العرضية بالقرب من مقدمة السفينة التي يجب التغلب عليها ومن الواضح أنه لسفينة معينة فان هذه القوى العرضية تكون متناسبة مع الغاطس وعمق المياه أسفل السفينة .

القاطرة رقم (٢) ليست جيدة جدا للقيام بمساعدة التوجيه المطلوبة حيث يجب على القاطرة التغلب على نفس القوى العرضية كما في القاطرة رقم (١) ولكن ذراع قوى التوجيه العرضية المبذولة عن طريق القاطرة يكون اقصر وأيضا مقاومة القاطرة تحت الماء تعارض الدوران كما أنه عندما

تكون القاطرة غير قادرة على القيام بأعمال الدفع (التدفيع) بزاوية قائمة على بدن السفينة سوف يؤدى إلى زيادة سرعة السفينة.

القاطرة رقم (٣) يمكن أن تساعد في دوران السفينة إلى الميمنة من خلال تحركها إلى الخلف وكما يمكن زيادة القدرة على دوران السفينة من خلال استخدام القاطرة بالإضافة إلى استخدام محركات السفينة ونتيجة لتحرك القاطرة إلى الخلف فإنها تعمل على تباطأ سرعة السفينة وبالتالي زيادة تأثير محرك السفينة على الدفة وإذا كانت القاطرة رقم (٢) تعمل بواسطة حبل المقدمة **(Bow line)** فان كل من القاطرات رقم (٢) ورقم (٣) يكونوا في وضع جيد للحد من تقدم السفينة إذا لزم الأمر.

القاطرة رقم (٤) تكون في وضع فعال لمساعدة السفينة في الدوران إلى الميمنة عن طريق الدفع (التدفيع) بسبب كبر ذراع (مسافة) القوة وبتالي كبر عزم الدوران وكذا إلى وجود مركز المقاومة الجانبية إلى الأمام وكما أن مقاومة القاطرة تحت الماء تعطي تأثير إضافي للدوران إلى الميمنة وعندما لا تستطيع القاطرة رقم (٤) أن تعمل بزوايا قائمة فان سرعة السفينة سوف تزيد ولكن نتيجة لارتفاع معدل الدوران الناتج عن تدفيع القاطرة بالتالي فان سرعة السفينة لا تكاد تتأثر وإذا كانت القاطرة متصلة بالسفينة بواسطة حبل المقدمة فإنها يمكن أن تساعد أيضا في الدوران إلى الميمنة من خلال التحرك إلى الخلف وبنفس الطريقة كما في القاطرة رقم (٣).

القاطرة رقم (٥) تكون في موضع فعال جدا وذلك بسبب كبر ذراع (مسافة) القوة وبتالي كبر عزم الدوران كما أن القاطرة لا تزيد من سرعة السفينة وعلى العكس من ذلك فان القاطرة توفر أيضا قوى الفرملة أثناء تطبيق مساعدة التوجيه.

القاطرة رقم (٦) تكون في موضع فعال مماثل لقاطرة رقم (٥) ولكن لديها عيب هو أن القاطرة تزيد من سرعة السفينة.

الفرق في فعالية بين القاطرة الأمامية والخلفية أثناء التدفيع يمكن أن ينظر إليه عندما تزداد سرعة السفينة على سبيل المثال بافتراض أن القاطرة رقم (٣) والقاطرة رقم (٤) يكونوا من نفس النوع وقوة الشد وكلاهما يقوم بالدفع (التدفيع) بزوايا قائمة فعند سرعة السفينة تساوى صفر فأنها تتحرك عرضيا كما يزيد من سرعة السفينة وتأثير القاطرة رقم (٣) هو أصغر من القاطرة رقم (٤) وتبدأ السفينة في الدوران إلى الميمنة الأمر نفسه ينطبق على القاطرات ذات قدرات المماثلة عندما يقطروا بحبل في الأمام والخلف.

لدوران السفينة على سبيل المثال في حالة توقف السفينة في دائرة الدوران فان القاطرات أرقام (١) و (٥) و(٦) يكونوا في أفضل وضع بسبب كبر ذراع (مسافة) القوى المبذولة من القاطرات.

الآن وقد تم استعراض مواضع القاطرة الأكثر فعالية حيث أن موضع القاطرة الذي سوف يستخدم أثناء المرور إلى الرصيف أو في أعمال التراكى و مغادرة السفن يعتمد على ما هو مطلوب من القاطرات ويعتمد أيضا على السفينة و ظروف الميناء ...الخ .

في حال طلب مساعدة التوجيه إلى الميمنة أثناء التوجه نحو الرصيف فان القاطرات أرقام (٣) و(٤) و(٥) و(٦) يكونوا في موضع جيد.

القاطرة رقم (٥) تستطيع أعطاء مساعدة التوجيه في كلا الجانبين فإذا كان هناك قوى انحراف بالعرض من جانب الايسر على السفينة ويجب التغلب عليها فان القاطرات أرقام (٣) و(٤) يكونوا في وضع جيد وأيضا القاطرة رقم (١) عندما تتحرك إلى جانب اليسار وكذلك القاطرات أرقام (٥) و(٦) وفي حالة عندما يكون مطلوب إيقاف السفينة فان القاطرات أرقام (٢) و(٣) ومع استخدم حبال المقدمة وكذلك القاطرة رقم (٥) فأنهم يقومون بالمساعدة بشكل فعال.

في حال طلب مساعدة القاطرة أثناء عمليات التراكى والمغادرة فسوف يكون هناك عدة ترتيبات ممكنة وهذا يتوقف أيضا على نوع القاطرة وفى حالة التراكى للسفن الكبيرة يمكن استخدام حتى أربعة قاطرات وفي كثير من الأحيان فان القاطرات أرقام (٣) و(٤) يستخدموا لأعمال الدفع (التدفيع) والقاطرات أرقام (١) و(٥) و(٦) يستخدموا للتحكم في السرعة أثناء التوجه نحو الرصيف.

إذا كانت القاطرة رقم (١) من النوع الجرار أو الجرار العكسي أو **(ASD)** وتعمل بوصفها قاطرة جرار عكسية فان القاطرة رقم (١) تعمل جنبا إلى جنب مع القاطرة رقم (٥) ويمكن أن تدفع بسهولة فضلا عن التحكم في سرعة السفينة أثناء التوجه نحو الرصيف للتراكى.

لضمان أن القوى المطلوبة من القاطرة يمكن استخدامها بشكل فعال فأنها تعتمد على التقييم الصحيح لقوة الشد والاختيار الصحيح لنوع القاطرات وكذلك فيما يتعلق بمواضع القاطرات وطرق المساعدة المستخدمة.

٧-٤-١مقارنة بين القطر بحبل و العمل على جانب السفينة

Towing on a line compared with operating at a ship's side

في الفقرة (٦-٣) نوقشت طرق المساعدة المختلفة حيث أن اى طريقة مساعدة تكون مناسبة أكثر لميناء معين حيث تعتمد على وضع و ظروف الميناء ومع ذلك فمن الجيد أن يكون لدينا فكرة عن مزايا وعيوب الطريقتين الأساسيتين وفي الفقرة (٧-٢) ذكرت القاطرات التي تقطر بحبل وتكون قادرة على التشغيل وذكرت القيود المفروضة على القاطرات التي تعمل على جانب السفينة بسبب الأمواج وذلك خلال مساحة مناورة صغيرة ومع الأخذ بعين الاعتبار قدرات وقيود القاطرات وفيما يلي سوف يتم إعطاء تعليقات إضافية .

الأنواع المختلفة من القاطرات يمكن استخدامها للقطر بحبل وبعضها أكثر فعالية من غيرها وأثناء التوجه إلى الممر الملاحي فان القاطرات يتم وضعها عادة بحيث يمكنها التغلب على تأثير الرياح أو التيارات المائية بقدر الإمكان .

بالتالي فان طريقة المساعدة وهى القطر بحبل لديها ميزة أنها يتم وضع القاطرات عادة في الجانب الآمن من السفينة وحتى في أسوأ الحالات عندما تزداد قوي الرياح أو التيارات يمكن للقاطرات التي تقطر بحبل تقديم المساعدة حتى آخر لحظة والتقليل من خطر الضرر .

عندما يتم استخدام القاطرات ذات منظومات الدفع متعددة الاتجاهات والتي تقطر بحبل فأنهم يكونوا قادرين على التحول إلى طريقة الدفع (التدفيع) أثناء التراكى بدون الحاجة لتحرير(حل) حبل الشد وهذا يؤدى إلى تقصير وقت التراكى لأنه لا يوجد وقت يضيع في استرداد أو أعادة رباط حبل الشد بالقاطرات بالإضافة إلى ذلك فان السفينة تظل تحت سيطرة أفضل وذلك بسبب أن حبل الشد يظل مثبت بالقاطرة أثناء أعمال الدفع أو السحب.

يتم وضع القاطرات عند جانب السفينة وفقا لقوى الرياح أو التيارات التي يجب التغلب عليهم أو التغييرات التي تحدث نتيجه تقدم السفينة نحو الرصيف فعند وضعهم للتغلب على قوى الرياح أو التيارات فقد يكون هذا الموضع خاطئ فالقاطرات يجب أن تتحرك قبل أن يتم تراكى السفينة ومع ذلك فهذا يعني أن السفينة لا يوجد لديها أو يوجد لديها القليل من مساعدة القاطرات خلال تحرك القاطرات إلى الجانب الأخر ويمكن أن تبدأ السفينة في الانحراف.

عند وضع القاطرات للتغلب على قوى الرياح أو التيارات المائية فان المخاطر لكلا من القاطرات والسفن قد تنشا عندما يتم التقليل من هذه القوى وتبدأ السفينة في الانحراف وعندما يصبح الوضع خطيرا جدا بالنسبة للقاطرات فأنها قد تحاول أن تبتعد من بين السفينة والجانب المواجه للريح أو الممر أو الرصيف وترك السفينة بدون أي مساعدة.

٧-٤-٢ حدود التشغيل Operational limits

يمكن لقاطرات الميناء أن تعمل في جميع الظروف من الرياح والتيارات ومع ذلك فان الوضع مختلف في حالة الضباب فالضباب في الموانئ يجعل مساعدة القاطرة ذات مخاطرة كبيرة حيث أن الرؤية الجيدة تجعل ربان القاطرة يقيم موضعه وسرعة القاطرة بالنسبة لسرعة السفينة وأيضا فيما يتعلق بالمنطقة المحيطة بها مثل العوامات وضفاف النهر والأرصفة و بالمقارنة مع تحركات السفن فان تحركات القاطرة تكون أسرع بكثير مما يجعل من الصعب المناورة عن طريق جهاز رادار القاطرة بالإضافة إلى ذلك فان القاطرات في كثير من الأحيان تعمل على مقربة من جانب السفينة مما يؤدى إلى أن تكون صورة جهاز الرادار مشوهة أو فارغة جزئيا وعلاوة على ذلك فأنه أثناء الضباب فان ربان القاطرة قد يفقد الرؤية الجيدة لحبل الشد وهذا تماما يجعل مساعدة القاطرة أثناء الضباب أكثر صعوبة بكثير مما كانت عليه عندما تكون الرؤية جيدة ولهذا السبب يكون هناك قيود موجودة في عدد من الموانئ على استخدام القاطرة أثناء ظروف الرؤية السيئة.

هناك عدة موانئ تقع بالقرب من البحر المفتوح أو أن تكون موجودة في الأرصفة البحرية في المياه المفتوحة ونتيجة لذلك قد تكون هناك حاجة لمساعدة القاطرة في البحر المفتوح ويمكن أن يكون صعبا لقاطرات الميناء أن تمرر حبال الشد في ظل الأمواج فقاطرات الميناء العاملة على جانب سفينة لديها حبال شد قصيرة فعندما تعمل القاطرات على جانب السفينة وتكون عرضة للأمواج فان القوى الديناميكية في حبل الشد قد تصل إلى قيم عالية والحبال قد تكون عرضة

للضرر بسبب الأمواج ولذلك غالبا ما تستخدم حبال من الألياف القوية جدا ومزدوجة في بعض الأحيان وذات خصائص استطالة (تمدد)عالية.

مع ذلك إذا سمحت الظروف بذلك فيمكن للقاطرات أن تتحول إلى القطر بحبل مما يتيح لهم التعامل مع السفينة بأمان أكثر لأنه إذا كان حبال الشد أطول فأنها تكون أفضل في امتصاص أفضل للقوى الديناميكية وعندما يتم تجهيز القاطرات بأوناش قطر فيمكن للحبال أن يتم تطويلها أو تقصيرها حسب ما تقتضيه الضرورة.

من ناحية أخرى وفي حالة الأمواج يمكن لقاطرات الميناء بدلا من القطر بحبل والعمل على نحو أكثر فعالية وعلى ارتفاعات عالية للأمواج أن تعمل على جانب السفينة إذا كانت الظروف والمناورات للسفينة تسمح بذلك وكل هذا يتوقف على الوضع الفعلي.

في حالة الأمواج فان تعثر أو انقلاب **(Girting)** للقاطرات التقليدية والتي تقطر بحبل يكون أعلى منه في حالة المياه الهادئة كما أن تداول حبال الشد يتم بأمان أكثر مع القاطرات ذات المناورة العالية وبشكل عام فان القاطرات الجرار **(Tractor)** تعمل بأمان أكبر ويمكن تقديم المساعدة في حالة الأمواج ذات الارتفاعات الكبيرة وعلى أي حال فان الأمواج تقلل من فعالية التشغيل لقاطرات الميناء عندما تقطر بحبل وكذلك عندما تعمل على جانب السفينة عند تعرضها للأمواج حيث أن مستوى الأداء ينخفض مع زيادة ارتفاع الأمواج حيث أن البيان التالي يوضح الحد الأقصى لعمل قاطرات الميناء هو:

الحد الأقصى لارتفاع الأمواج:

- أنواع القاطرة التقليدية: من (١.٥) الى (١.٨) متر.
- أنواع القاطرات الجرار العادية و القاطرات الجرار العكسية و ASD:(٢) متر.

الرؤية:

في العديد من الموانئ يكون حد الرؤية هو (٠.٥) ميل.

٣-٤-٧ نتائج التصميم Design consequences

ما تم بحثه فيما يتعلق بأداء الأنواع المختلفة من القاطرات أدى إلى وجود تصميم بديل لبعض أنواع قاطرات الفويث الجديدة والسبب واضح حيث أن القاطرة الجرار تكون فعالة جدا باعتبارها قاطرة خلفية وتقطر بحبل وهى تعمل بالمؤخرة وتكون موجهة نحو السفينة وعادة أيضا يوجه ربان القاطرة المؤخرة عندما تعمل القاطرة على جانب السفينة .

ذلك ما يمكن أن ينظر إليه في الوقت الحاضر هو مفهوم جديد تماما لقاطرات الفويث شنايدر كما على سبيل المثال في النرويج يتم إدارة غرفة القيادة (١٨٠) درجة.

كما أن هناك تصميم أخر وذلك عن طريق علو المؤخرة لتوفير حماية أفضل ضد المياه الواردة كما في القاطرات المصاحبة والتي سوف يتم مناقشتها لاحقا وهناك تغييرات مماثلة في تصميم

القاطرات الفويث شنايدر يمكن العثور عليه حيث يتم وضع مداخن القاطرة إلى أمام غرفة القيادة وهو ما يعطي رؤية أفضل لقائد القاطرة وبالإضافة إلى ذلك يمكن استخدام نقاط القطر البديلة.

٧-٤-٤ الخلاصة

بفرض أن عمليات التشغيل داخل الميناء طبيعية وان السرعة القصوى للسفينة من ستة إلى سبعة عقدة يمكن الاستنتاج الآتي ولكن مع بعض التحفظات أن مدى ملائمة الأنواع المختلفة للقاطرات التي تستخدم لمساعدة السفن يمكن ترتيبها طبقا لطريقة المساعدة كما يلي:

- **أفضل أنواع القاطرات الأمامية (Forward tugs) والتي تقطر بحبل:**
  - قاطرات **(ASD)** والتي تقطر بالونش الذي بالمؤخر.
  - قاطرات **(Combi)**.
  - قاطرات التقليدية.
  - قاطرات الجرار **(Tractor)** وقاطرات **(ASD)** والتي تقطر بالونش الذي بالمقدمة.
- **أفضل أنواع القاطرات الخلفية (Stern tugs) والتي تقطر بحبل:**
  - قاطرات الجرار وقاطرات **(ASD)** والتي تقطر بالونش الذي بالمقدمة.
  - قاطرات **(Combi).**
  - قاطرات التقليدية.
- **أفضل أنواع القاطرات التي تعمل على جانب السفينة:**
  - قاطرات الجرار وقاطرات **(ASD)**.
  - قاطرات **(Combi)**.
  - قاطرات التقليدية.

الترتيب المذكور أعلاه هو بطبيعة الحال عام ولكن الاختلافات في تصميم نوع معين يمكن أن يغير الترتيب وخصوصا مع أنواع القاطرات ذات الخصائص المماثلة إلى حد ما مثل القاطرات الجرار و الجرار العكسية و **(ASD)**.

القاطرات التقليدية لن تصل إلى القدرة على المناورة العالية مثل القاطرات متعددة الاتجاهات ولكن القاطرات التقليدية لديها أيضا العديد من الاختلافات في التصميم وأجهزة المناورة مما يجعل احدها ذات مناورة عالية أكثر بكثير من آخر كما أن الاختيار الجيد لمعدات سطح القاطرة (الكاورتة) يمكن أن يحسن من أداء القاطرة فعلى سبيل المثال فبتركيب خطاف القطر نصف دائري لقاطرة تقليدية يجعل القاطرة متفوقة على قاطرة تقليدية مماثلة غير مجهزة وينطبق الشيء نفسه على القاطرات **(ASD)** عندما تعمل بمثابة قاطرة تقليدية.

ينبغي أن يوضع في الاعتبار أيضا أن الترتيب أعلاه يشير إلى فعالية القاطرة ولكن عند الأخذ في الاعتبار سلامة عمليات التشغيل كشرط رئيسي فانه ينصح بالقاطرات الجرار والجرار العكسية وأخيرا فان أقصى غاطس للقاطرة على سبيل المثال القاطرات الجرار يمكن جعلها غير مقبولة بالنسبة لبعض الموانئ بغض النظر عن القدرة على المناورة العالية.

الشكل (٧-١٤) يوضح أنواع مختلفة من القاطرات تستخدم لقطر ناقلة بترول بالحبل حيث أن القاطرات التي في مقدمة السفينة من ناحية اليسار وفى مؤخرة السفينة من ناحية اليمين تكون من النوع الفويث وذات قوة شد (٣٥) طن أما القاطرة التي في مقدمة السفينة من ناحية اليمين تكون قاطرة تقليدية ثنائية الرفاص وذات قوة شد (٣٧.٥) طن أما القاطرة التي في مؤخرة السفينة من ناحية اليسار تكون من النوع **(ASD)** وذات قوة شد (٦٢) طن.

فعند تراكى السفينة على الرصيف على الجانب الأيمن لها فان القاطرة الفويث التي في مقدمة السفينة من ناحية اليسار و القاطرة **(ASD)** يمكنهم تغير وضعهم بسهولة إلى وضع الدفع (التدفيع) بدون تحرير (فك) حبل الشد.

شكل (٧-١٤) الأماكن المختلفة للقاطرات لقطر ناقلة بترول

الباب الثامن