مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (23) العدد (10) 2001
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research-Engineering Science Series Vol (23) No (10) 2001

بعض المشاكل الناتجة من تحميل سفن الحمولات السائبة الجافة وتفريغها BULK CARRIERS

د. رامي حوا*

(قبل للنشر في 2000/2/24)

□ الملخّص □

إن سفن ناقلات الحمولات السائبة تعتبر العصب الرئيسي للنقل البحري؛ لما تتمتع به هذه الحمولات من أهمية كبيرة لأنها تنقل الحاجات الاستهلاكية اليومية للشعوب (كالحبوب – الفحم –....الخ)، وتكمن_ أيضا_ أهميتها في الحجوم الكبيرة التي تنقلها والأوزان الضخمة التي تتداولها، بحيث تشكل هذه السفن جائزاً ضخماً يتعرض لقوى مختلفة الأنواع والتأثير.

وفي هذه الدراسة، نحاول تسليط الضوء على أهم الأسباب أو بالأحرى الأسباب الشائعة، التي تؤدي إلى معظم هذه الحوادث؛ وذلك بإجراء دراسة تحليلية مستفيضة لإحصائيات عن حوادث سفن نقل الحمولة السائبة.

تتضمن هذه الدراسة أولا عرضاً للبنية الإنشائية لهذا النوع من السفن، ومن ثم عرضاً للقوى المؤثرة في سفن ناقلات الحمولات السائبة، في حالات التحميل المختلفة، وفي حالات الإبحار؛ نظرا لما تتمتع به هذه السفن من خصوصية شديدة، وخطورة كبيرة في حالة الكوارث التي يمكن أن تصيبها.

ويحتوي هذا البحث نتائج تحليلنا لعينة عشوائية من السفن، والتي حصل لها ضرر نتيجة للأسباب المتعلقة بطرق التحميل والتفريغ، والضرر الذي يمكن أن ينجم من سوء التصرف في أي حالة من الحالات، مع التركيز على التأثير الإنساني في هذا المجال؛ أي دور الطاقم المؤهل تأهيلا جيدا في التقليل من هذه الحوادث.

إن هذا البحث يضع يده على أهم المشكلات، وليس على جميعها، والتي يمكن أن تواجه مستثمر هذه السفن خاصة ولا سيما أن أصحاب السفن في منطقتنا يتجهون لامتلاك هذا النوع لعائداته الاقتصادية الجيدة في حال أحسن استثماره

Some Potential problems loading and discharging Bulk Carriers.

*مدرس في قسم هندسة التصميم والإنتاج كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية – جامعة تشرين – اللاذقية – سوريا

مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (23) العدد (10) 2001
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research-Engineering Science Series Vol (23) No (10) 2001

Some Potential Problems of Loading and Discharging Bulk Carriers

Dr. Rami Hawa*

(Accepted 24/2/2000)

□ ABSTRACT □

□

The Bulk Carriers are one of the main kinds of merchant vessels because they transport a very important goods for people (grain, Coal, etc.), and in large quantities.

This paper is intended to provide the shipping companies and crewmembers with the main causes for accidents by analyzing random variables of accidents.

This study includes first a typical bulk carrier structural configuration and the hull girder shear forces and bending moments in addition to local strength in some loading conditions.

In this paper, we can find the result of analysis of some bulk carrier accidents which are caused by some factors like mistakes in loading and discharging operations which prove that the human factors are the most important elements.

This paper tries to highlight the potential problem, but not all problems, which may face the companies, masters and the chief mates, with guidance and information in order to avoid these problems and to reduce the possibility of over stressing the ship's structures for such a kind of vessel, especially that Syrian ship owners like to investigate this type due to good income in the condition of professional operations.

***Lecturer at Design and Production Engineering Dpt. Mechanical & Electrical Engineering Faculty,**
Tishreen University,Lattakia, Syria

مقدّمة:

نتيجة للقلق الزائد في بداية العقد التاسع من هذا القرن، من معدلات الحوادث المرتفعة التي تعرضت لها ناقلات الحمولات السائبة BULK CARRIERS، والمبنية على أساس جدار إفرادي، وما رافقها من خسارة في الأرواح والمعدات، دعا الاتحاد الدولي لهيئات تصنيف السفن (IACS) [1] إلى الحذر من مغبة نتائج هذه الحوادث، وأوصى بالرقابة الصارمة على هذا النوع الحساس والإستراتيجي من السفن.

نتيجة لهذه الأهمية والحساسية لسفن الحمولات السائبة، فقد قمنا بتحليل مجموعة من الحوادث ورصدها[2] والتي تم إحصاؤها في مجموعات خاصة بغية حصرها ودراستها وتحليلها تحليلا علميا، مع اقتراح بعض الإجراءات التي تهدف إلى الحد من تلك الحوادث.

و بعد تحليل هذه الكوارث، تبين أن غالبية السفن التي تعرضت لها تتجاوز أعمارها /15/سنة، وكانت تنقل خامات الحديد وقت حصول الحوادث، كما تبين من الأبحاث التي تمت ،أن العوامل الرئيسية المؤدية لتحطمها كان التصادم وتحطم الإنشاءات الموجودة ضمن فراغات عنابر تحميل البضائع.

إضافة إلى وجود عوامل أخرى تلعب دورها في انهيار جسم السفينة؛ منها زيادة الإجهادات المؤثرة في الجملة الإنشائية لجسم السفينة، نتيجة وجود خلل في تحميل البضائع في العنابر، والأضرار التي تلحق بالإنشاءات الجانبية خلال عمليات تفريغ الحمولة.

الحمولات وإنشاءات جسم السفينة:

1- الشكل والتصميم التقليدي الإنشائي لناقلات الحمولات السائبة الجافة:

إن التصميم الغالب والمعروف في السفن من هذا النوع، يقوم على كون السفينة ذات سطح علوي واحد وقعر مزدوج في عنابر البضاعة، وذات تصفيح جانبي من طبقة واحدة، مع إطارات عرضية داعمة، إضافة إلى خزانات علوية وفتحات في أرضية العنابر. والشكل (1) يوضح البنية المثالية للسفن ذات الحمولات السائبة، كذلك يوضح الشكل (2) مقطعاً عرضياً نموذجياً داخل عنبر البضائع ومقطعاً طولياً لجدار جائز إنشائي عرضي مضلع كتيم للماء. ولا يختلف تصميم هذه السفن باختلاف الحجم، حيث التصميم لسفينة حمولات سائبة ذات حمولة /30000/طن [3] ،لها نفس التصميم الإنشائي لسفينة مماثلة حمولتها /80000/طن.

إن الألواح الجانبية، وألواح أرض العنبر، والجدران المستعرضة الداعمة، والألواح المائلة الجانبية والعلوية، تنقل حمولات ضغط ستاتيكي وديناميكي متولدة عن الحمولات (البضاعة) ،أو من الوقود الموجود على ظهر السفينة في خزانات خاصة، أو من الماء الموجود في خزانات التوازن (الصابوره) Ballast Tanks. ويوجد_ أيضاً_ عناصر إنشائية طولية وعرضية لدعم هذه الألواح

المذكورة سابقاً ،كما تنقل هذه العناصر الحمولات إلى العناصر الإنشائية الأولية؛ مثل القعر المزدوج ،والجوائز الداعمة أو الإطارات العرضية في الخزانات (انظر الشكل 2).

إن الجدران والحواجز الإنشائية المستعرضة بما فيها هيكلها العلوي والسفلي، وكذلك السطح المستعرض، وإنشاءات القعر المضاعف أهم العناصر الإنشائية التي تؤمن التدعيم العرضي للسفينة لمنع تشوه مقطع الجسم. وفي حالة دخول الماء إلى أي من العنابر ،فإن الجدران الحاجزة الإنشائية الكتيمة للماء تحول دون تعرض العنابر الأخرى للغرق [4].

2 – شروط التصميم- نظرة عامة:

يتم تصميم كافة السفن وفق شروط تشغيل معينة لضمان مراعاة سلامتها الإنشائية. وقد يؤدي تجاوز هذه الشروط إلى إجهادات تلحق بإنشاء السفينة، قد ينجم عنها حدوث كارثة.

يتم تحميل السفن وفقا لشروط التحميل العملياتية، التي يقوم عليها تصميم إنشاء جسم السفينة. واعتماداً على هذه التعليمات يمكن حساب إجهادات قص المياه الساكنة SWSF ،وقوى عزم الانحناء في حالات إبحار السفينة SWBM محملة أو فارغة، ومطابقة هذه القيم مع القيم التصميمية.

يتم تصميم إنشاء السفينة ،بحيث يكون مقاوماً للحمولات الديناميكية والستاتيكية، والتي يُحتمل أن تواجهها السفينة خلال عمرها العملي.

الحمولات الستاتيكية: وهي الحمولات التي تقع على السفينة حين تكون طافية في مياه ساكنة، وتنجم عن المؤثرات التالية:

– الوزن الفعلي لإنشاء السفينة ومعداتها وتجهيزاتها وآلاتها.

– وزن البضاعة.

– أوزان الوقود والحمولات الاستهلاكية الأخرى.

– الضغط الهيدروستاتيكي (ضغط ماء البحر على الجسم).

الحمولات الديناميكية: هي تلك الحمولات الإضافية الواقعة على إنشاء جسم السفينة بتأثير الأمواج، وحركات السفينة الناتجة من (قوى التسارع – وارتطام الأمواج بالجسم..) إضافة إلى حمولات ارتجاجية ناجمة عن ارتطام السوائل داخل الخزانات والعنابر بجدران السفينة الداخلية، كما توجد حمولات ناجمة عن ارتطام إنشاء المقدمة السفلي ،عند خروج وارتفاع مقدمة السفينة من البحر في الجو العاصف والأمواج العالية.

يؤدي فرط تحميل البضاعة داخل العنابر إلى زيادة معدل تعرض إنشاء السفينة للإجهادات الستاتيكية، وإضعاف مقاومة الإنشاء للحمولات الديناميكية الناتجة من الأحوال الجوية السيئة.

3– قوى عزم الانحناء والقص على جائز القعر:

هناك قيم وحدود مسموح بها لقوى القص في المياه الساكنة SWSF، وقوى عزم الانحناء في المياه الساكنة SWBM، لكل ناقلة بضائع سائبة جافة مصنفة من قبل إحدى جمعيات تصنيف السفن [4].

وهناك_ عادة_ حدود وقيم مسموح بها لعزوم الانحاء وقوى القص مخصصة لكل سفينة، وهي كما يلي:

– شروط وحدود حمولات لقوى القص في المياه الساكنة، وقوى عزم الانحناء في المياه الساكنة في حالة الإبحار.

– شروط وحدود حمولات لقوى القص في المياه الساكنة ،وقوى عزم الانحناء في المياه الساكنة في حالة داخل الميناء.

يجب عدم تجاوز قيم قوى القص في المياه الساكنة، وقوى عزم الانحناء في المياه الساكنة داخل الميناء، خلال أية فترة من عمليات تحميل البضاعة أو شحنها، حين تكون السفينة عائمة في المياه الساكنة، فإن وزن السفينة فارغة والحمولة الساكنة (الأوزان الأخرى ومنها وزن الوقود وماء التوازن والمؤن والبضاعة) يتأثر بقوة الطفو الواقعة على خارج الجسم، ونشاهد على امتداد طول السفينة تقلبات موضعية في قوى الطفو الشاقولية ووزن السفينة، وهذه الحمولات الشاقولية المتغيرة على طول السفينة تسبب تعريض جائز قعر السفينة لقوى انحناء وقص (راجع الأشكال 3–4–5) وتحدث بالنتيجة حمولات قص ماء ساكن شاقولية، وعزم انحناء مياه ساكنة في كل قسم من الجسم.

حين تكون السفينة مبحرة، فإنها تتعرض لقوى قص وانحناء دورية ناتجة من التبدل المستمر لضغط الموج على الجسم وتولد قوى القص والانحناء الدورية هذه حمولات قص وانحناء إضافية ديناميكية بتأثير الأمواج على جائز القعر. ويكون جائز قعر السفينة معرضاً في أي وقت لقوى انحناء وقص ماء ساكن وقوى قص وانحناء بتأثير الأمواج.

وتقع الإجهادات في جسم السفينة نتيجة لقوى القص والانحناء هذه على العناصر الإنشائية الطولانية. راجع الشكلين 6–7 على التوالي.

4– المقاومة الموضعية للحواجز الإنشائية العرضية وإنشاء القعر المزدوج:

بهدف زيادة خواص المرونة وشروط السلامة ،تم إيجاد مقاييس تحميل معينة في بعض ناقلات البضائع السائبة الجافة والتي تهدف إلى تحديد وزن البضاعة الأعظمي المسموح في كل عنبر بضاعة، وفي كل عنبرين متتاليين، في مختلف شروط غاطس السفن.

ونشاهد مقاييس التحميل الموضعية هذه على شكل بيانات رقمية مجدولة، ومنحنيات بيانية، ويولد الإفراط في التحميل أو التحميل الزائد إجهادات كبيرة، تقع على القعر المزدوج ،والحواجز الإنشائية العرضية، وحواف العنابر وزواياها والإطارات الرئيسية ،والدعامات في العنابر (انظر شكل 8). ويتم تصميم القعر المزدوج، والسطح المستعرض والحواجز الإنشائية في العنابر وفق حمولات بضاعة محددة، وشروط غاطس إبحار معينة، كما تتأثر هذه الأشكال الإنشائية بالحمولات الشاقولية الصافية الواقعة على القعر المزدوج للسفينة، وهذه الحمولات هي الفرق بين وزن البضاعة الشاقولي المتجه للأسفل ،ووزن ماء التوازن في القعر المزدوج وخزانات ماء التوازن في جدار عنابر البضاعة، وكذلك قوى الدفع العلوي للطفو التي ترتبط بغاطس السفينة.

وتؤدي شروط التحميل الزائد في العنابر، إضافة إلى عدم وجود غاطس كبير، إلى توليد حمولة شاقولية صافية زائدة على القعر المزدوج، قد تسبب تشوه الشكل الإنشائي بكامله(شكل 9–10) لهيكل العنبر.

يتضح من دراسة مخطط التحميل الموضعي تناقص قدرة العنبر على نقل الحمولات ،مع تناقص متوسط الغاطس، حيث يؤدي تجاوز هذه الحدود إلى خلق إجهادات عالية في إنشاء السفينة بجوار عنبر البضاعة المحمل.

هناك مجموعتان من مقاييس التحميل الموضعي وشروطه، بحسب توزيع حمولة البضاعة، وهما:

1–تحميل عنابر منفصلة متباعدة.

2–تحميل عنبرين متجاورين.

هناك علاقة وثيقة بين نمطي تحميل العنابر هذين، ووجود قعر مزدوج فارغ، وخزانات مياه توازن جانبية مجاورة لعنبر البضاعة مباشرة، ويمكن إيجاد وزن حمولة البضاعة الأعظمي المسموح [5] ،حين تتم تعبئة خزانات الاتزان في القعر المزدوج، والخزانات الجانبية للسفينة.

هناك علاقة بين حمولات البضاعة الأعظمية – وفق شروط التحميل الموضعية – ومتوسط الغاطس في موقع العنبر وبالنسبة لعنبر بضاعة واحد نعتمد غاطس السفينة في منتصف طول العنبر، وبالنسبة لعنبرين متجاورين نعتمد متوسط الغاطس في منتصف طول كل عنبر بضاعة.

توزيع الحمولة على طول السفينة:

يتم تصميم ناقلات البضاعة السائبة الجافة وبناؤها لتنقل أنواعاً مختلفة من البضاعة ،حيث هناك علاقة وثيقة بين توزيع الحمولة على طول السفينة، وقوى الانحناء الإجمالي والقص في جائز الجسم وإجهادات إنشاء الجسم الموضعي. وفيما يلي الأشكال المعروفة لتوزيع البضاعة في عنابر السفينة:

– تحميل عنابر السفينة كاملة على امتدادها (الشكل 11).

– تحميل البضاعة في العنابر بشكل متناوب.

– تحميل عنبرين متجاورين بشكل متناوب.

– تحميل قسم من العنبر أو جزء منه فقط.

1 – حالة تحميل العنابر بشكل متناوب (تحميل كامل):

يتم غالباً تحميل البضاعة الثقيلة مثل الحديد الخام في عنابر بضاعة متناوبة في ناقلات الحمولات السائبة (انظر شكل 12)، وفي العادة يتم تحميل البضاعة الثقيلة الوزن في العنابر ذات الأرقام الفردية، مع ترك العنابر الباقية فارغة. مثل هذا التوزيع لحمولات السفينة سيرفع مركز ثقلها ،الأمر الذي يسهل الحركة الملتوية للسفينة. وحين يتم شحن بضاعة ثقيلة الوزن

ضمن عنابر متناوبة، يكون وزن البضاعة في كل عنبر ضعفها في حالة توزيع البضاعة على كامل العنابر بشكل متجانس. ولضمان سلامة شحن البضاعة الثقيلة في العنابر يلزم تصميم الإنشاءات بشكل محدد وتدعيمها، ولا يتم تدعيم العنابر التي تبقى فارغة بهذا الشكل من توزيع البضاعة لأجل نقل البضاعة الثقيلة في عنابر متناوبة. إن السفن غير المرخص لها من قبل هيئة التصنيف العائدة لها لنقل الحمولات الثقيلة في عنابر متناوبة، يجب ألا تطبق توزيع البضاعة من هذا النوع[7]&[6].

2 – طريقة توزيع البضاعة في أزواج عنابر متجاورة (تحميل جزئي):

وتعتمد هذه الطريقة على تخزين البضاعة في مجموعة من عنبرين أو أكثر متجاورين، يليهما عنبر واحد فارغ (شكل 13)، ويتم استخدام هذه الطريقة في حالات عديدة حين تكون السفينة محملة جزئياً. وحين يتم تطبيق طريقة التحميل الجزئي في العنابر لمنع تعريض إنشاء الجسم لإجهادات عالية، يلزم الانتباه بدقة إلى مقدار البضاعة المحمولة في كل عنبر بضاعة وغاطس الإبحار المتوقع للسفينة. وحين يتم تحميل السفينة جزئياً تكون البضاعة المنقولة أقل من استطاعة النقل الكاملة للسفينة، وهذا يعني أن غاطس إبحار السفينة يكون اقل من الغاطس التصميمي الأعظم. ويجب أن يرافق وزن البضاعة في كل عنبر تأثير قوى الطفو الواقع في ألواح قعر السفينة [8]، نتيجة تناقص غاطس السفينة تتناقص القوى المؤثرة في ألواح قعر السفينة لمواجهة قوى وزن البضاعة الموجودة في العنبر. لذلك عند التحميل الجزئي للسفينة، مع تناقص الغاطس قد يكون من الضروري إنقاص مقدار البضاعة المشحونة في أي عنبر. لأجل تسهيل نقل البضاعة بالطريقة المذكورة في (الشكل 13) يلزم مراعاة وجود تصميم خاص لإنشاء القعر المزدوج والقواطع الإنشائية المستعرضة في العنابر، حيث تؤدي طريقة التحميل المذكورة لتزايد الإجهادات في العناصر الإنشائية المجاورة للقعر المزدوج، والقواطع الإنشائية داخل العنابر، وكذلك تزايد إجهاد القص في الحواجز الإنشائية العرضية بين عنابر التحميل المزدوجة المتجاورة.

المشكلات الشائعة في تحميل سفن الحمولات السائبة واقتراحات للحد منها:

بعد تحليل دقيق لعدة عينات من الحوادث البحرية والانهيارات الإنشائية لبدن، السفينة والتي بدورها سببت إما خسارة في الأرواح وإما خسارة تامة للسفينة، أو تلف الحمولة، والتي تفوق قيمتها في بعض الأحيان ثمن السفينة، وجدنا أن أهم الأسباب، هي الواردة أدناه:

1 _ مخالفة الشروط المذكورة في دليل الحمولة وكراس الاتزان STABILITY & GRAIN BOOKLET **والمعتمد من الصانع، وهيئات التصنيف ،وسلطات ميناء تسجيل السفينة:**

إن تجاوز الحدود المسوح بها والمذكورة في نظام تحميل السفن، أدى _في بعض الحالات التي تمت دراستها_ إلى تعاظم الإجهادات التي يتعرض لها إنشاء السفينة، وتطور الأمر إلى حدوث انهيار خطير في إنشاء الجسم [2] . ومن الملاحظ أنه حين تمت مخالفة تلك الحدود المسموح بها، أدى ذلك إلى تجاوز الحدود الإنشائية الموضعية والإجمالية وتجدر الإشارة إلى أنه يمكن أن تتزايد الإجهادات في العناصر الإنشائية الموضعية ،حتى في حال بقاء قيم قوى القص في المياه الساكنة، وقوى عزم الانحناء في المياه الساكنة ضمن الحدود المسموح بها.

كما يؤدي تجاوز حمولة البضاعة المسموح بها ،في أي عنبر، لتعريض الإنشاء الموضعي إلى إجهادات زائدة ولا سيما في الشروط التالية:

– وزن البضاعة المحملة في العنبر يفوق القيمة الأعظمية المسموح بها في حالة الغاطس الكامل.

– وزن البضاعة المحمولة داخل عنابر متجاورة يفوق القيمة الأعظمية المشتركة في حالة الغاطس الكامل أو الجزئي.

كذلك نشاهد تزايد الإجهادات في الإنشاء الموضعي في حال وجود قوى دفع طفو علوي ضعيفة، مقابل وزن البضاعة المحملة داخل كل عنبر من السفينة، وتحدث هذه الظاهرة حين يتم نقل الحمولة في سفينة ذات شروط غاطس ضعيفة (مثلاً حالة التحميل الجزئي عند تحميل بعض العنابر وبقاء العنابر الأخرى فارغة).

2_ تحميل البضاعة في شروط الغاطس الجزئي:

أدى تحميل البضاعة في شروط غاطس جزئي، في بعض الحالات التي تمت دراستها، إلى خلق إجهادات عالية في إنشاءات العنبر، عندما لا توجد قوى داعمة كافية تحت ذلك العنبر. فمن الضروري التقيد بعدم تجاوز شروط وزن البضاعة في كل عنبر بضاعة، أو كل عنبرين متجاورين ،مع مراعاة شروط الغاطس، لتفادي خطر تزايد الاجهادات في إنشاءات العنابر كما يجب أن يتم تحميل البضاعة وفق أكبر عدد ممكن من الدفعات الصغيرة المتباعدة زمنياً وغير متعاقبة. وذلك لتفادي خطر تزايد الإجهادات في إنشاءات العنابر.

3_ معدلات التحميل العالية:

لقد سببت معدلات التحميل العالية حدوث ارتفاع حجم الحمولات خلال فترة زمنية قصيرة، مما أدى إلى حدوث ثلاث مشكلات أساسية مرافقة لهذه الحالة [2]، الأمر الذي عرض إنشاء السفينة لإجهادات عالية:

- تأثر قيم قوى القص في المياه الساكنة وقوى عزم الانحناء في المياه الساكنة الإجمالية في جائز قعر الجسم (نرى مثالاً على ذلك في الجدول 1 (حالة تحميل حقيقية).

يستغرق التحميل لكمية /900/ طن في كل من العنابر ذات الأرقام 1 و7 زمن 5.4 دقائق، في حال استخدام فوهتي تحميل معاً. وتسبب عملية إعادة توزيع البضاعة تجاوز قيم قوى القص في المياه الساكنة، وقوى عزم الانحناء في المياه الساكنة المسموح بها بنسب 17% و33% على التوالي.

جدول (1): مثال على تأثر جائز جسم السفينة بتوزيع البضاعة في ناقلة مواد خام سائبة ذات سبعة عنابر

حالة التحميل	**عنبر رقم 1**	**عنبر رقم 3**	**عنبر رقم 5**	**عنبر رقم 7**	**قيم SWSF الأعظمية طن**	**قيم SWBM الأعظمية طن**
حالة تحميل خامات معادن نظامية	16000	18000	18000	16000	4900 (97%)	144700 (99%)
نسبة 10% من البضاعة من عنبر 5 ثم تحميلها في عنابر 1 و7	16900	18000	16200	16900 5,4 دقيقة	5900 (117%)	193500 (133%)

ملاحظة:

– الأرقام ضمن الأقواس في خانات قوى القص في المياه الساكنة، وقوى عزم الانحناء في المياه الساكنة، هي النسب المئوية للقيم المسموح بها.

- فرط حمولة على الإنشاء الموضعي.
- مشكلات في تزامن عمليات تعبئة مياه التوازن.

كما يمكن أن ينتج من معدلات التحميل العالية مشكلات في تعبئة وتفريغ خزانات التوازن، حيث يمكن أن تضعف استطاعة ضخ السفينة بالمقارنة مع معدل تحميل البضاعة. في هذه الحالة يجب إيقاف عملية تحميل البضاعة لضمان توازي عمليات تعبئة وتفريغ خزانات التوازن وتزامنها، وقد يتطلب الأمر أحياناً تعديل أو تخفيض معدل التحميل بشكل يتفق فيه مع استطاعة الضخ في السفينة.

4 _ اختلاف توزيع البضاعة ومياه التوازن:

لوحظ أن بعض حوادث ضرر جسم السفينة بشكل كبير ناجم عن عدم توزيع الحمولة بشكل منتظم ،وعدم استخدام خزانات التوازن في السفينة بشكل علمي دقيق [2]، حيث إن هناك علاقة وثيقة بين الاجهادات الناتجة في إنشاء الجسم وتوزيع

البضاعة في العنابر، وكذلك توزيع مياه التوازن في الخزانات المخصصة لها، حيث يتم تصميم إنشاء السطح المستعرض داخل العنبر، وكذلك القعر المزدوج فيه ،على أساس التوزيع المتماثل المتساوي للبضاعة داخل فراغ العنبر فمن الضروري أن تتم تعبئة البضاعة الثقيلة الوزن داخل العنبر، مع العمل على تسويتها وضبط ارتفاعها لتفادي إلحاق أضرار بإنشاء الجسم، وتحرك الحمولة ضمن العنبر في الظروف الجوية القاسية.

يجب أن تتم عمليات تعبئة خزانات التوازن اليمينية واليسارية وتفريغها بشكل متزامن، لضمان بقاء مقادير متساوية من ماء التوازن في كل زوج خزانات متقابلة يمينية ويسارية، طيلة عملية التعبئة والتفريغ. (راجع الشكل 14–15) حيث ينتج من عدم توازي توزيع مياه التوازن وقوع حمولات فتل، تسبب تشوه جسم السفينة بشكل كبير.

5_ تجاوز خطوط التحميل المحددة في جسم السفينة:

يتم تحديد علامات خطوط التحميل غير المسموح بتجاوزها في كافة السفن التي تقطع البحار، وفقاً لتوصيات المؤتمر العالمي لخطوط التحميل لعام 1966. حيث يجب أن تبقى خطوط علامات التحميل المذكورة ظاهرة في جسم السفينة المحملة، طيلة فترة الرحلة البحرية.

تحسباً للفروق بين كثافة ماء البحر داخل الميناء وماء البحر أثناء الإبحار، يمكن تحميل السفينة إلى ما فوق العلامة المحددة الظاهرة في حال وجود السفينة داخل المرفأ ،وهذه الحالة يمكن تطبيقها فقط داخل الميناء.

ويعمد بعض ربابين السفن، بقصد زيادة قدرة السفينة على نقل البضاعة حتى مستوى التحميل المناسبة، إلى تحميل البضاعة وتسويتها في العنابر الطرفية ،مما يؤدي إلى زيادة حمولات هذه العنابر إلى ما فوق الحدود المسموح به وزيادة الإجهادات الموضعية والكلية للسفينة.

6_ التعبئة الجزئية لخزانات، أو عنابر ماء البحر:

تؤدي التعبئة الجزئية لخزانات التوازن إلى احتمال تموّج الماء داخلها، وارتطامه بجدران الخزانات الداخلية بفعل تأرجح السفينة وتمايلها في رحلتها، مما يسبب تزايد قوة الضغط الديناميكي الداخلي المؤثر في حدود الخزان، وهذا ما يسمى تأثير السطوح الحرة. فهناك عند تصميم الخزانات، وحساب أبعادها، وصلابتها الداخلية ومستوى استيعابها حسابات خاصة، للسائل الذي إذا اهتز بفعل حركات السفينة يؤدي إلى تعاظم الضغط ،الأمر الذي قد يسبب إلحاق الضرر بالإنشاء الداخلي.

ولأجل تقليص أضرار تحرك الماء داخل الخزانات يجب أن يكون الخزان فارغاً أو ممتلئاً كلياً. وفي حال تم تصميم السفينة خصيصاً لأجل التعبئة الجزئية لخزانات الماء ،خلال فترة رحلة الباخرة في عرض البحر، يجب التقيد بمستويات التعبئة الوارد ذكرها في نظام تحميل السفن.

7_ خطأ قياس وزن البضاعة أثناء التحميل:

من الضروري التأكد، خلال عمليات تحميل البضاعة، من وزن الحمولة الداخلة إلى كل عنبر بمفرده ومعدلات التحميل حيث أدى معدل التحميل الزائد، في بعض الحالات التي تمت دراسة سبب عطبها [2]، إلى رفع مستوى الإجهاد الواقع على إنشاء السفينة. ومعظم هذه الحالات تمت في الموانئ التي تضم تجهيزات تحميل سريعة ،وحيث لا تتوافر تجهيزات وزن للبضاعة ،و كان يجب على ضابط التحميل في السفينة أن يطلب إيقاف التحميل في الرصيف؛ لأجل إجراء فحوص الغاطس، وحسابات الإزاحة لتحديد مع التقيد بخطة التحميل المتفق عليها.

إن تحليل هذه الحالات أدى إلى حصر أسباب زيادة إجهادات تشوه الجملة الإنشائية للسفينة من الأخطاء التالية:

– خطأ عمل الموازين المستخدمة في الموانئ.

– عدم وجود فترة كافية تسمح بقياس الغاطس وقياس الحمولات داخل العنابر،و لاسيما في معدلات التحميل السريعة.

– تحميل البضاعة الزائدة في العنابر لتعويض حمولة الوقود الجزئية.

8_ الأضرار الإنشائية:

تبين من الإحصائيات وتحليلها أن من أهم أسباب الضرر الإنشائي في السفن استخدام المعدات المخصصة لتحميل البضاعة، حيث يؤدي استخدام المعدات الميكانيكية لتفريغ الحمولات إلى إلحاق أضرار بإنشاء عنبر البضاعة والقعر المزدوج للسفينة، ولا سيما أن وزن المعدات يصل أحياناً إلى /35/طناً. إضافة إلى إلحاق أضرار بإنشاء السفينة،و لا سيما حول الجدران الجانبية والإطارات ودعامات السطح، وحدوث تحنيب يسبب بدوره تصدع الألواح الجانبية ودخول الماء إلى عنابر البضاعة. وتتعرض الطبقات الواقية المطلوب وجودها في عنبر البضاعة للتلف، بفعل التأثير المخرش للبضاعة، وكذلك عند شحن بضائع ذات درجات حرارة عالية.

وفي حالة عدم وجود طبقات واقية في العنابر المتعرضة للتلف، فإن معدلات ضرر الحمولة تكون أكبر،و لا سيما عند نقل حمولات ذات تأثير مخرش مثل الفحم، ويؤدي التآكل والصدأ إلى إضعاف إنشاء السفينة وسلامتها، وقد يتعذر كشف الأضرار اللاحقة بالعناصر الإنشائية ،إلا بعد إجراء مسح ومعاينة شاملة، حيث يمكن أن يسبب الصدأ والتآكل مشكلات إنشائية خطيرة ،مثل انهيار أو انفصال إطارات تدعيم العنابر ،وحدوث تصدعات منتشرة في الجدران الجانبية.

ويؤدي التلف الناتج من صدم ألواح تصفيح القعر الداخلية، أو الألواح النازلة المائلة إلى انهيار طبقات الحماية في خزانات ماء التوازن ،الأمر الذي يسبب استفحال الضرر الإنشائي الحاصل. لذلك من الضروري المحافظة على وجود الطبقات العازلة الواقية في عنابر البضاعة وخزانات التوازن ،ويجب أن يقوم ضباط سطح السفينة بواجباتهم كاملة؛ من إجراء كشف ومعاينة لعنابر البضاعة وأسطح السفينة بعد إنهاء عملية تفريغ الحمولة، لرصد أية مؤشرات أضرار فيزيائية أو صدأ أو تآكل.

النتائج والمناقشة:

إن معرفتنا لأسباب المشكلات الناجمة عن الخطأ في عمليات تحميل هذا النوع الرئيسي من السفن، والتي تؤدي بدورها إلى التشوه الإنشائي، وأحيانا إلى الانهيار الكامل للجملة الإنشائية، جعلت معالجة هذه المشكلات سهلة، والتي يمكن أن تؤدي أحيانا إلى غرق السفينة وخسارة الأرواح فيها.

لكن من أهم العوامل التي تساعد على تخطي الحوادث وتفاديها أو بالأحرى تقليصها إلى أقل حد ،هو استثمار دور الطاقم في أفضل حالاته؛ لأن الاعتماد على الطاقم المؤهل تأهيلا علميا جيدا يقلل من الخسارة، ويجعل السفينة تبحر بشكل آمن، وتعمل بشكل مرضٍ بدون أي مشكلات جدية، يمكن أن تحدث، وتؤثر في الطاقم والسفينة والحمولة.

كذلك، فإن استخدام الكراسات (كراسات الحمولة ودليل الاتزان) الموجودة على ظهر السفن ،من قبل الربان، أو الضابط الأول، لا يترك مجالا للخطأ، مع السماح لهم ببعض الاجتهادات الشخصية ضمن عامل الأمان المسموح به، وحسب تقديرهم للمواقف.

المراجع:

.....

[1] IACS, 1994 - BULK CARRIER, GUIDELINES FOR SURVEYS, LONDON.

[2] MARINE ENGINEERING REVIEW, march 1991 - BULKER TOP 1990 CAUSTLY LIST, LONDON.

[3] Lloyd's Register, 1981 - RULES AND REGULATION FOR CLASSIFICATION OF SHIPS, Lloyd's REGISTER OF SHIPPING, LONDON.

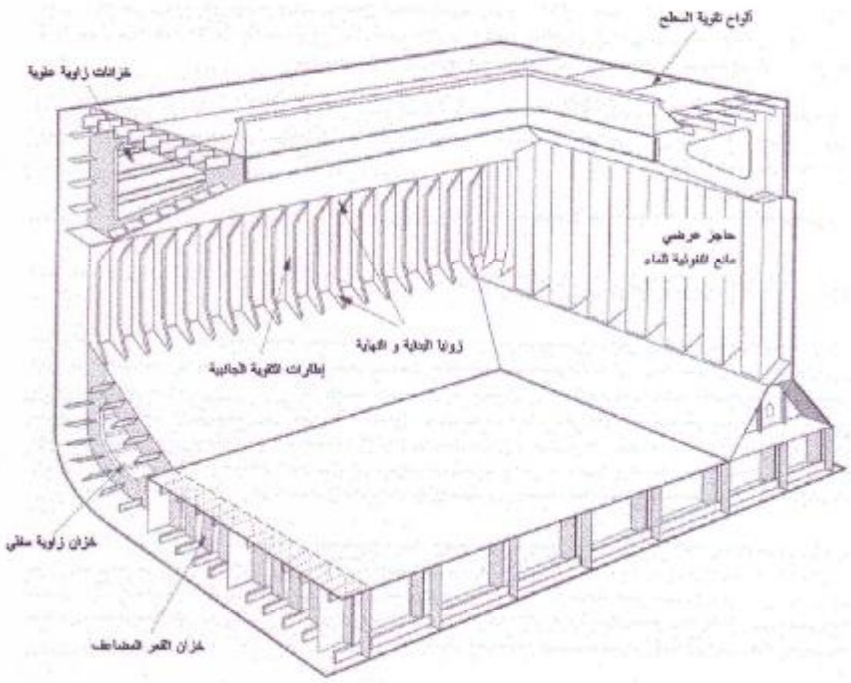
[4] BURAEU VERITAS, 1991 - RULES AND REGULATION FOR CLASSIFICATION OF SHIPS, BUREAU VERITAS, PARIS.

[5] FERGUSON, J. M. 1993 - SAFETY OF BULK CARRIER, TRANSACTION OF INSTITUTION OF ENGINEERING AND SHIPBUILDERS IN SCOTLAND, UK, VOL. 136,

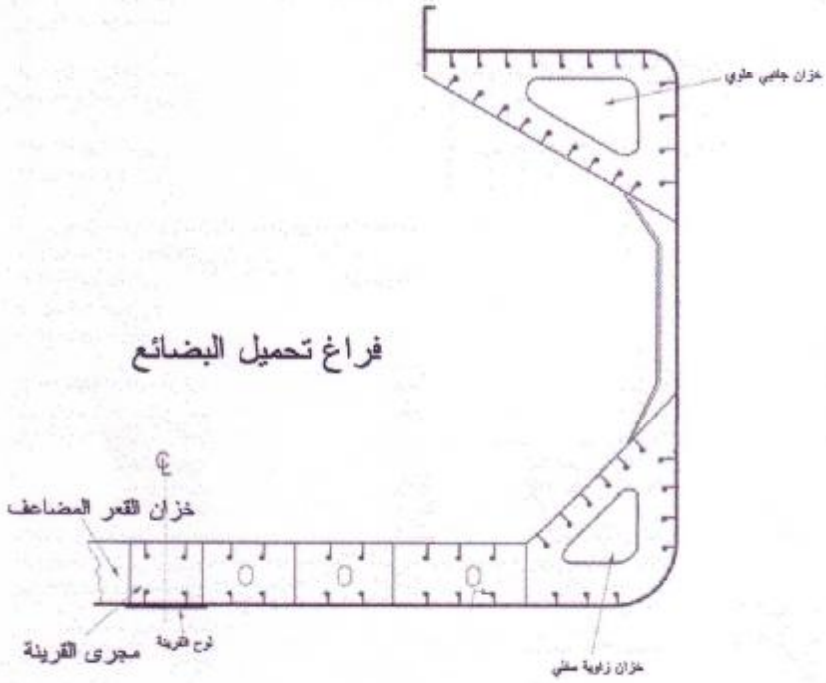
[6] Polish Register of Shipping, 1991 - RULES AND REGULATION FOR CLASSIFICATION OF SHIPS, POLISH REGISTER OF SHIPPING, GDANSK, POLAND.

[7] International Maritime Organization, 1998 – Safety Of Life At Sea' 98, 1998, LONDON.

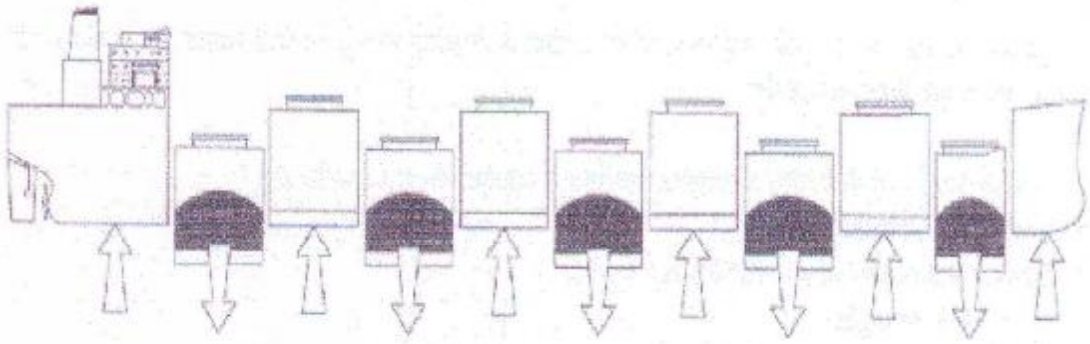
[8] MARINE ENGINEERING REVIEW, march 1991 - HULLS FIT FOR PURPOSE, London.



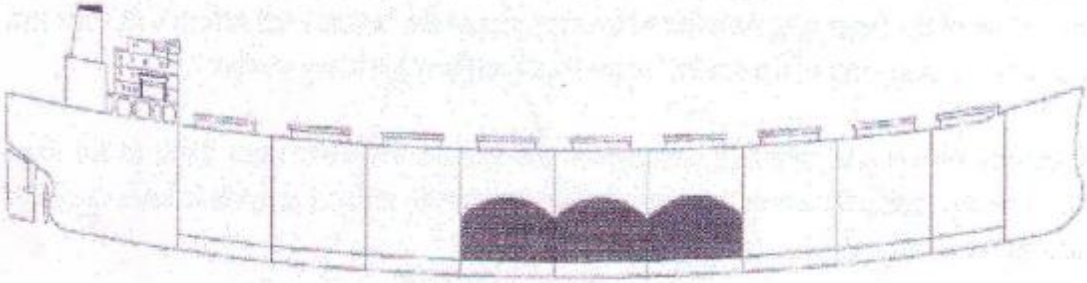
الشكل 1 : البنية المثالية لسفن الحمولات السائبة



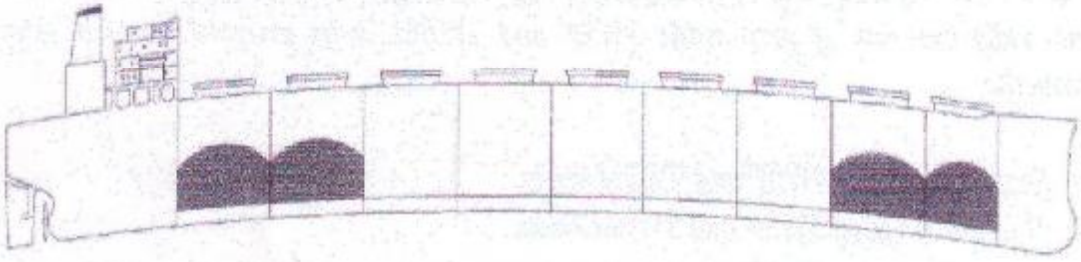
الشكل 2 : مقطع عرضي نموذجي داخل عنبر البضائع



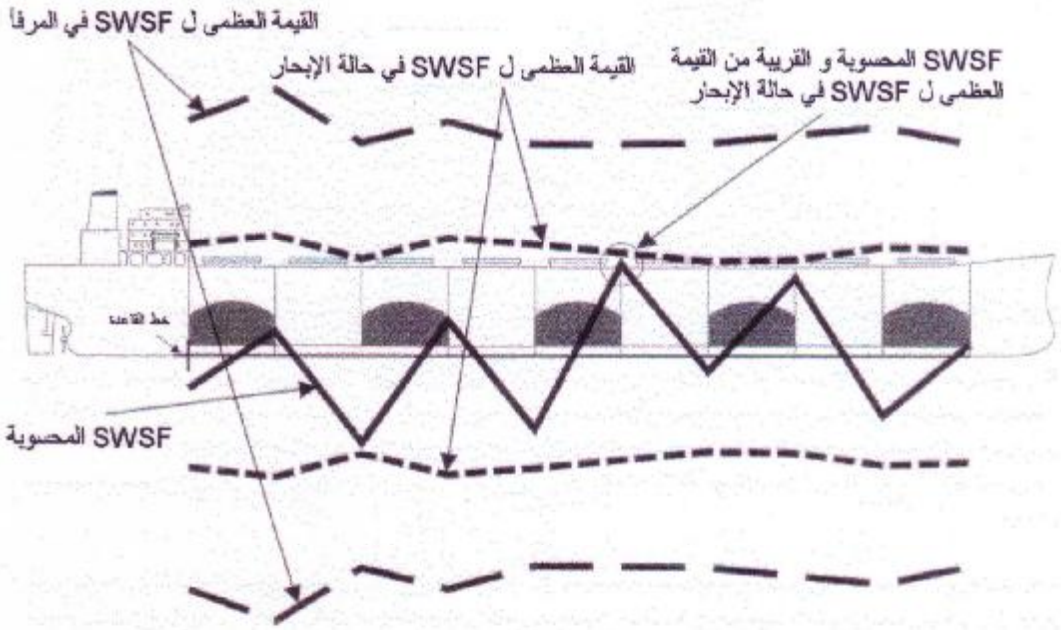
الشكل 3 : تأثير القص في جائز الجسم في المياه الساكنة



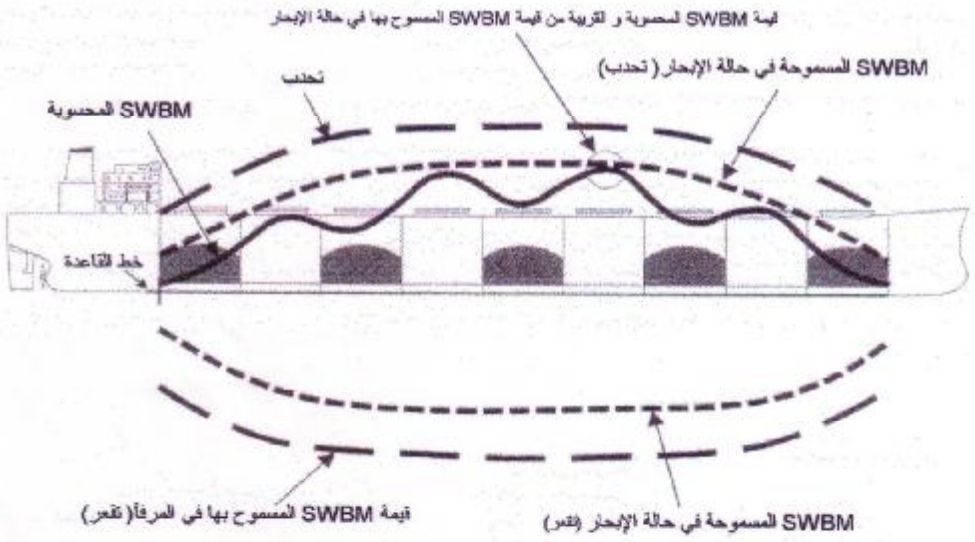
الشكل 4 : تأثير الإنحناء في جائز الجسم في المياه الساكنة



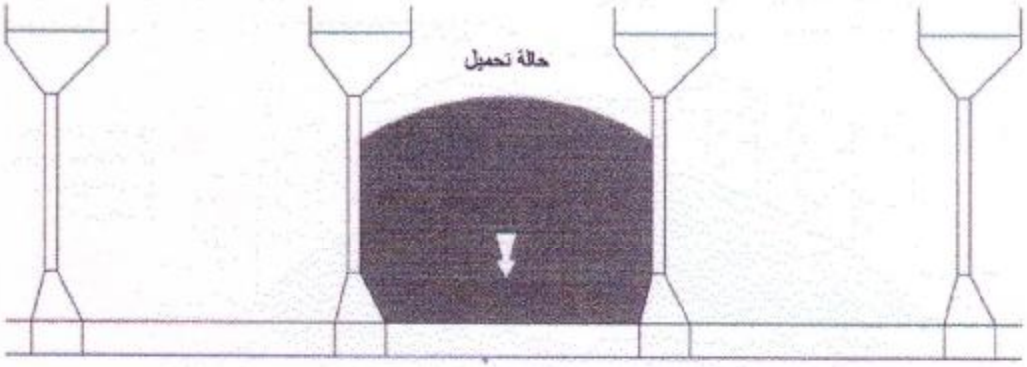
الشكل 5 : تأثير التحدب في جائز الجسم في المياه الساكنة



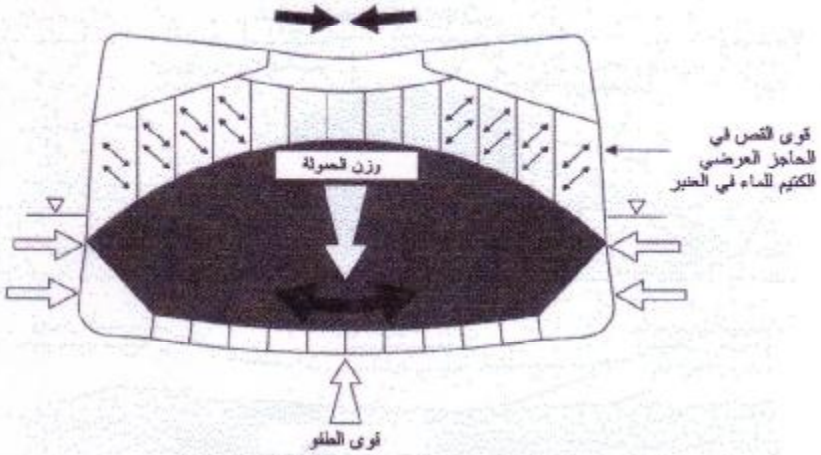
الشكل 6 :العلاقة بين قيم SWSF المسموحة و SWSF المحسوبة

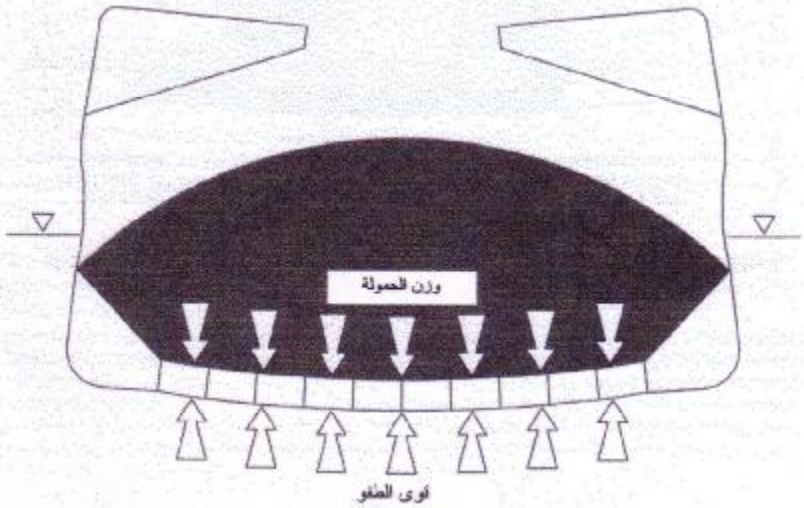


الشكل 7: العلاقة بين قيم SWBM المسموحة و SWBM المحسوبة

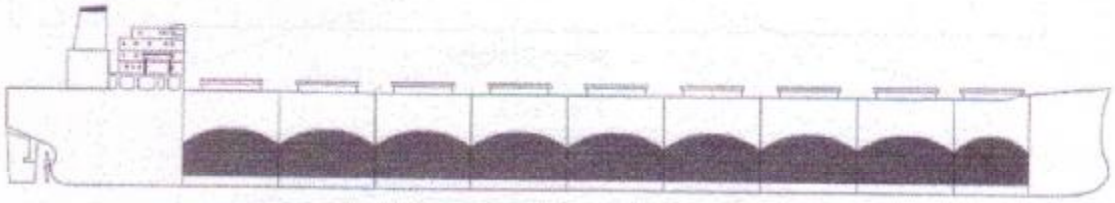


الشكل 8 : تأثير الحمولة في إنشاءات العنبر

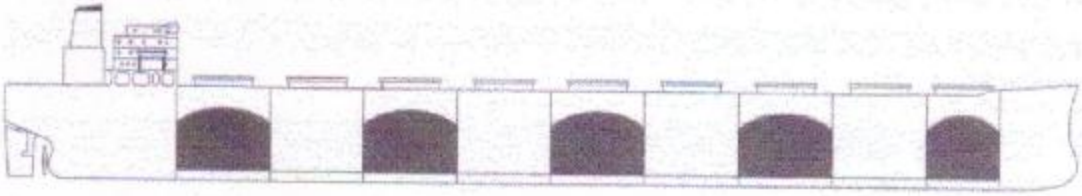




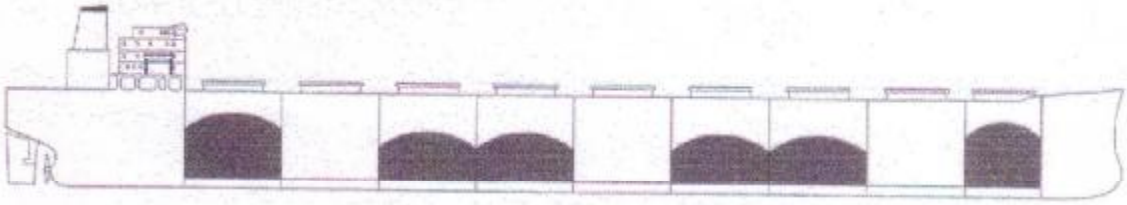
الشكلان 9 ,10 : تأثير الحمولة الزائدة في تشوه الشكل الإنشائي



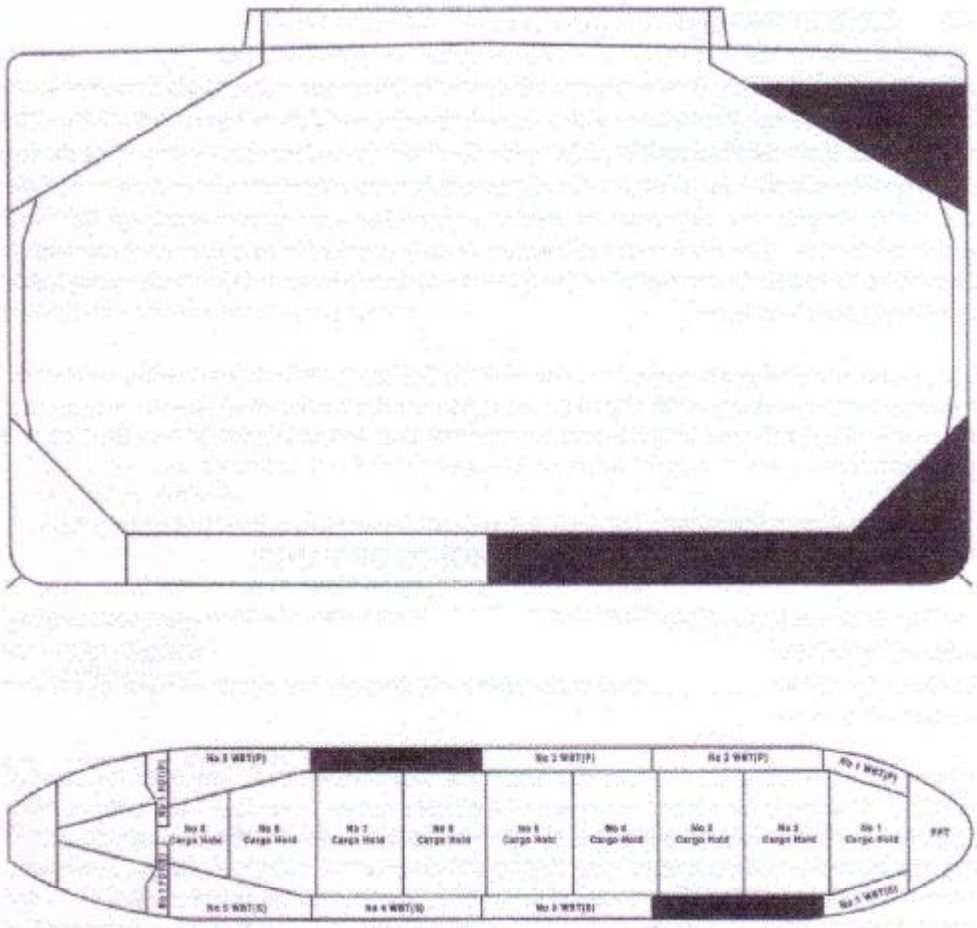
الشكل 11: حالة توزيع حمولة متساو



الشكل 12: حالة توزيع حمولة بشكل متناوب



الشكل 13: حالة توزيع حمولة جزئي في أزواج عنابر متجاورة



الشكلان 14,15: تحميل خاطئ لخزانات التوازن (الصابورة)