

## The Effect of Ship Bow Shape on the Hydrodynamic Performance of Ships

Dr. Michel Barbahan\*  
Ghaith Mayhoob\*\*

(Received 8 / 10 / 2022. Accepted 1 / 12 / 2022)

### □ ABSTRACT □

This study aims to highlight the role of the bow shape on the support ships by making a modification to the bow shape of the ship using MAXSURF Modeler, The study is carried out using Maxsurf and concerned with resistance in calm water and the added resistances resulting from the oscillatory movements during sail, in addition to finding the capacity of the ship's response to longitudinal and vertical movements using the program MAXSURF Motions.

**Keywords:** Ship front - added resistors– Longitudinal & Vertical Oscillation

---

\* Professor, Marine Engineering Department, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

\*\*Master, Marine Engineering Department - Mechanical & Electrical Engineering Faculty –Tishreen University - Latakia – Syria. E-mail: [gh.mv91@gmail.com](mailto:gh.mv91@gmail.com) gharth.mayhoub@tishreen.edu.sy

## تأثير شكل مقدمة السفينة على الأداء الهيدروديناميكي للسفن

د. ميشيل بريهان\*

غيث ميهوب\*\*

(تاريخ الإيداع 8 / 10 / 2022. قُبِلَ للنشر في 1 / 12 / 2022)

### □ ملخص □

تهدف هذه الدراسة إلى ابراز دور شكل مقدمة السفينة على سفن الدعم من خلال إجراء تعديل على شكل مقدمة السفينة باستخدام MAXSURF Modeler ودراسة المقاومات في المياه الهادئة باستخدام MAXSURF Resistance والمقاومات المضافة الناتجة عن الحركات التآرجحية أثناء الإبحار بالإضافة إلى إيجاد سعة استجابة السفينة للحركات الطولية والشاقولية باستخدام برنامج MAXSURF Motions

**الكلمات المفتاحية:** مقدمة السفينة - المقاومات المضافة - التآرجحات الطولية - التآرجحات الشاقولية

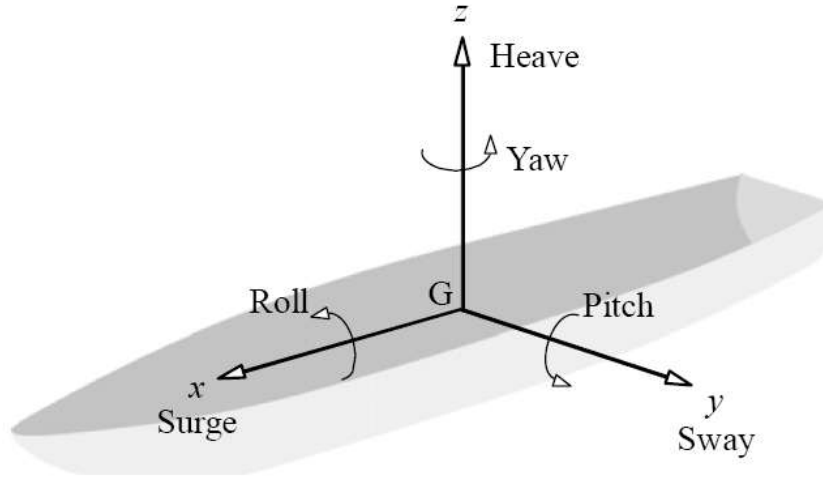
---

\* أستاذ - قسم الهندسة البحرية - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.  
\*\* ماجستير - قسم الهندسة البحرية - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

E-mail: gharth.mayhoub@tishreen.edu.sygh.my91@gmail.com

**مقدمة:**

تخضع السفينة المتحركة أو الساكنة لتأثير أمواج البحر والتي تعد مصدر العديد من الظواهر غير المرغوب فيها ويتمثل التأثير المباشر لهذه الأمواج بحدوث حركة السفينة وفق ست درجات من الحرية كما هو مبين في الشكل 1 بالإضافة لمجموعة من الظواهر مثل غمر الاسطح Green Water، وخروج الرصاص من المياه، وحدوث أحمال وتسارعات ديناميكية إضافية. وتؤثر هذه الظواهر على الهيكل بشكل مباشر مؤدية إلى زيادة المقاومات التي تتعرض لها السفينة. تقلل هذه الظواهر إلى حد كبير من قابلية تشغيل السفينة وكفاءة الرصاص وتقلل من الراحة المعيشية للطاقم والركاب وتزيد من مخاطر تضرر الرصاص والبدن والحمولة المنقولة. ويشار إلى استجابة السفينة بفعل أمواج البحر باسم "صلاحية السفينة للملاحة seakeeping" وهي خاصية مميزة للسفينة [1].



الشكل 1 حركة السفينة وفق 6 درجات حرية

يقوم جزء مقدمة بدن السفينة بدور هام في تحسين الأداء الهيدروديناميكي والصلاحية الملاحية للسفينة وتقليل المقاومات التي تتعرض لها السفينة. وفي السابق كان للمقدمة شكلاً تقليدياً على شكل حرف U أو V أما في الآونة الأخيرة تم تطوير حلول تصميمية جديدة لجزء المقدمة لبدن السفينة وذلك بهدف تحسين الأداء الهيدروديناميكي للسفن، ونتيجة لهذه الدراسات تم تطوير مفهوم المقدمة البصلية ومفهوم المقدمة من نوع AXE-Bow & X-Bow [2]، حيث يكون النوع الأول منها على شكل انتفاخ بصلي في مقدمة السفينة أما النوع الثاني والثالث يتمثل بزيادة طول السفينة بشكل كبير مع الحفاظ على جميع البارامترات الأخرى مثل العرض والسرعة والقدرة على حمل البضائع وأداء الوظائف الخاصة بهذا النوع من السفن.

**الدراسات المرجعية:**

نظراً للدور الذي يلعبه شكل مقدمة السفينة على الأداء الهيدروديناميكي للسفينة، فقد أجرى العديد من الدراسات لتبيان أهمية شكل المقدمة على هذا الأداء، حيث أجرى Grzegorz Filip وآخرون [3] دراسة عن تأثير المقدمة البصلية على سفن الحاويات حيث استخدموا نموذج KCS كنموذج أصلي للاختبار الحسابي وتم إجراء الحساب العددي باستخدام كود CFD-OpenFOAM واستخدموا ثلاث مقدمات بصلية مختلفة بارتفاع 8 m, 9 m, 10 m مع ثلاث مقدمات بصلية مختلفة العرض 4 m, 5.4 m, 6.7 m قاموا بإنشاء تسعة أشكال هندسية جديدة للمقدمة وتعديلها على هيكل نموذج KCS للقيام بالمحاكاة العددية. وأظهرت النتيجة أن المقدمة الذي يبلغ ارتفاعها 8 أمتار وعرضه 4

أمتار هو الأفضل في توفير الطاقة. في حين زادت مقاومة المقدمة التي يبلغ ارتفاعها 10 أمتار وعرضها 6.7 متراً بنسبة 25%.

"Ngo Van He et al" [4]، قام باستخدام كود CFD-FLUENT لتحسين شكل المقدمة لنموذج بدن NBS في البداية، قاموا بفحص دقة نتائج كود CFD-FLUENT من خلال المقارنة مع نتائج العمل التجريبي الذي تم إجراؤه في خزانات القطر. ثم تم تغيير بارامترات الحجم وطول المقدمة البصلية ليحصلوا على ثلاثة نماذج لها نفس الطول ولكنها تختلف في حجم الإزاحة ومساحة السطح المبللة كما تم تغيير الطول لخمس نماذج مختلفة. واستنتج أن المقدمات ذات الحجم الأكبر هي الأفضل عند رقم Froude المنخفض (أي  $F_n = 0.14$ )، وطول المقدمة البصلية الأقصر هو الأفضل في تقليل المقاومة الكلية.

"Yonghe Xie and Gangqiang Li" [5] استخدموا CFD-FLUENT لمحاكاة التدفق حول سفينة الصيد في أعماق البحار من خلال اختبار النموذج التجريبي بطول 4.67 متر بعد ذلك قاموا بدراسة تأثير نموذج بمقدمة بصلية. وتوصلوا إلى أن الانخفاض في المقاومة الكلية بسبب المقدمة البصلية هو 4.31% عند رقم  $Froude = 0.326$ . تم تقديم أشكال ابدان أخرى تعتمد على ما يسمى بمفهوم التصميم المقدمة المعكوسة على السفينة AHTS Bourbon Orca من قبل الشركة النرويجية Ulstien في عام 2005 [6] وهذا النوع من المقدمات الذي يحمل الاسم التجاري لـ X-bow له ميل مميز باتجاه المؤخرة والذي يبدأ من أقصى نقطة في مقدمة السفينة بالإضافة إلى مقاطع ضيقة على شكل حرف V وتوزيع للحجم بشكل سلس في جزء المقدمة حيث أدى هذا التصميم إلى تقليل المقاومة المضافة للبدن وتقليل الضغوط الديناميكية الناتجة عن اختراق الموجة ومع ذلك يكون في كل من تصميم AXE-bow و X-bow هناك تناقص للإزاحة في جزء المقدمة مما يؤدي في زيادة ساعات التآرجحات الطولية والشاقولية [7] ، [8]. تم أيضاً تحليل مفهوم المقدمة المعكوسة أيضاً للفرقاطة FFG-7 [9] وأظهرت الاختبارات التي أجريت في الحوض النموذجي ميزة شكل المقدمة الجديد بالمقارنة مع الشكل التقليدي حيث تم تقليل المقاومة المضافة بشكل كبير كما كانت حركات البدن والتسارع الناجم عن موجات البحر أصغر.

### أهمية البحث وأهدافه:

يحلل البحث جوانب محددة في سفن الدعم والإنقاذ من خلال دراسة أربعة أبدان لهذا النوع من السفن تختلف عن بعضها فقط بشكل جزء المقدمة مع المحافظة قدر الأمكان على ثبات الإزاحة والطول عند خط المياه، ويتمثل أحد الجوانب المهمة لهذا البحث في استخدام برنامج MAXSURF لتحديد تأثير شكل مقدمة السفينة على الأداء الهيدروديناميكي للسفينة والمتمثل بمقاومة الجر التي تتعرض لها السفينة وبالخصائص الملاحية المتعلقة بالتآرجحات الطولية والشاقولية والمقاومات المضافة.

### طرائق البحث ومواده:

اعتمد هذا البحث على برنامج MAXSURF لتعديل شكل مقدمة البدن كما تم استخدام طريقة Holtrop في إجراء الحساب العددية لمقاومة الجر ومعاملات المقاومة وكما تم استخدام طريقة المقاطع Strep Theory لحساب الخصائص الملاحية

**مقدمات السفينة:**

هناك اشكال عديدة لمقدمات السفن يمكن تصنيفها في هذه الدراسة إلى:

**a- المقدمة تقليدية:**

تكون عادة هذه المقدمات ذات مقاطع عرضية على شكل حرف V للسفن السريعة والانسيابية في حين تكون على شكل حرف U للسفن الممتلئة والبطيئة التي تتمتع بمعامل امتلاء كبير.

**b- المقدمة البصلية Bulbs-BOW**

لهذه المقدمة شكل بصلي بارز في الجزء الأمامي للسفينة أسفل خط الماء مباشرة وتعمل المقدمة البصلية على تعديل طريقة جريان الماء حول الهيكل، مما يُقلل من مقاومة المياه لحركة البدن وبالتالي تزيد من السرعة وكفاءة استهلاك الوقود والاتزان، وتتميز السفن الكبيرة ذات المقدمة البصلية عموماً بفعالية في تخفيض استهلاك الوقود من 12 % إلى 15% مقارنةً بالسفن المماثلة من دون مقدمة بصلية، كما وتزيد المقدمة البصلية أيضاً من قوة طفو الجزء الأمامي وبالتالي تقلل من الدرفلة الطولية السفينة. وتستفيد السفن ذات الطاقة الحركية العالية من وجود المقدمة البصلية المصممة لتتناسب سرعة التشغيل، ويشمل ذلك السفن ذات الكتلة الكبيرة مثل الناقلات العملاقة أو السفن ذات السرعة الخدمية العالية (سفن الركاب، وسفن الشحن) اما السفن ذات الكتلة المنخفضة وتلك التي تعمل بسرعات أبطأ تستفيد بشكل اقل من وجود المقدمات البصلية وذلك بسبب الدوامات التي تحدث في تلك الحالات ومن الأمثلة على ذلك قواطر السحب والقوارب السريعة والسفن الشراعية واليخوت الصغيرة. يبين الشكل 2 هذا النوع من المقدمات، وتعمل المقدمة البصلية بشكل رئيسي على تخفيض مقاومة

الأمواج من خلال:

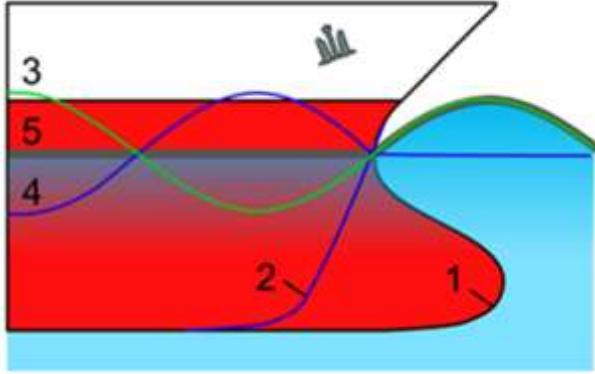
1-المقدمة البصلية

2- بدن السفينة من دون مقدمة بصلية

3- الموجة التي تولدها المقدمة البصلية

4- الموجة المتولدة بواسطة البدن

5- الموجة التي يتم الحصول عليها



الشكل 2- الأمواج الناشئة عن البدن والناشئة عن المقدمة البصلية

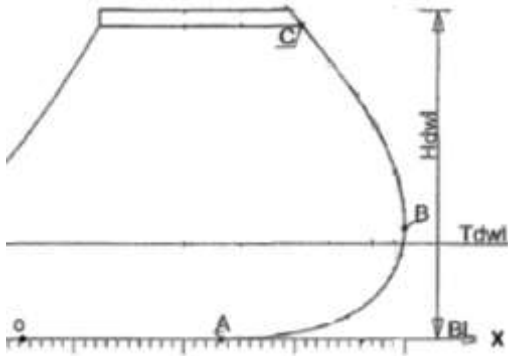
**c- المقدمة X-BOW:**

تتميز هذه المقدمة بمدخل حاد للمقدمة وانحدار للخلف مع توزيع أنعم للحجم عند المقدمة والذي أعطى المقدمة شكل مثالي للحصول على سرعات عالية ومقاومات منخفضة (تخفيض في المقاومة من 10% إلى 15% في المياه الهادئة بالمقارنة مع الابدان التقليدية) وتقليل لاستهلاك الوقود وتخفيض الاجهادات الدق والارتطام على البدن وتخفيض الاهتزازات بالإضافة إلى تخفيض تكاليف البناء. كما يساهم زيادة ارتفاع المقدمة في تخفيض حدوث ظاهرة Green Water خلال ابحار السفينة عبر الأمواج وزيادة الحيزات التي يمكن استغلالها عند مقدمة السفينة

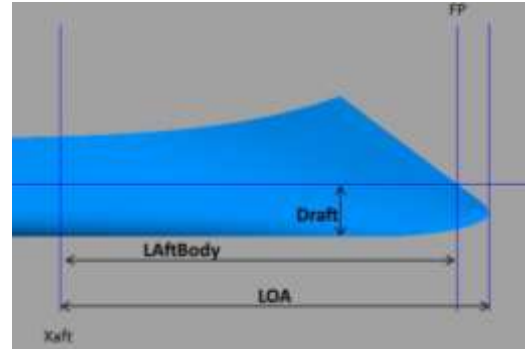
تتمتع المقدمة المعكوسة بمجموعة من البارامترات موضحة في الشكل (a, b- 3)

L.Aft Body: وهو الطول من النهاية الخلفية لقسم المقدمة وحتى عمود المقدمة

LOA وهو الطول الكلي لقسم المقدمة ويُعطى كنسبة مئوية من L-Aft-Body  
Draft وهو الارتفاع التصميمي لخط المياه A. نقطة نهوض المقدمة B طرف المقدمة C نقطة الدخول

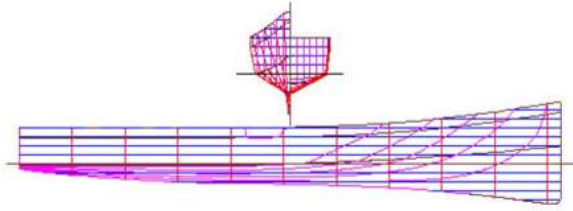


-b-



a

الشكل 3 بارامترات المقدمة X-BOW



الشكل 4- نموذج بمقدمة AXE-BOW

#### AXE-BOW -d

تتمتع هذه المقدمة بدخول حاد على شكل حرف V وقائم على خط المياه يؤمن الدخول في المياه بشكل انسيابي تماماً

#### 2- حساب المقاومات:

يتم حساب المقاومات التي يتعرض لها بدن السفينة باستخدام إما الطرق الرقمية والتي هي عبارة عن طرق تم الحصول عليها من خلال التجارب على سفن حقيقية ودراسة نماذج في احواض الاختبار او باستخدام تقنية CFD والتي تعبر ذات نتائج أكثر دقة من الأولى إلا أنها أكثر استهلاكاً للوقت وأكثر تكلفة وبحاجة لأجهزة حاسوبية عالية الأداء في حين تكون الطرق الرقمية أكثر سرعة وأقل تكلفة إلا أن نتائجها تقريبية وتستخدم في المراحل الأولى من عمليات التصميم، يتم الحصول على المقاومة الكلية ومركباتها يمكننا الحصول عليها باستخدام برنامج MAXSURF Resistance والذي يتضمن عدة طرق لحساب المقاومة الكلية ومركباتها المكونة منها ويتضمن البرنامج خوارزمية للتأكد من صلاحية تطبيق الطريقة المحددة على النموذج المدخل

#### 1-2- طريقة Holtrop-Mennen [10]

يمكن القول إن طريقة Holtrop-Mennen هي الطريقة الرقمية الأكثر شيوعاً والمستخدمه في تخمين استطاعة الدفع ومقاومة الجر للسفينة. ومن خلال تحليل البيانات التي تم الحصول عليها من عدد كبير من اختبارات النماذج (القياس

للعلاقة بين القيمة المتوسطة لمتغير واحد والقيم المقابلة للمتغيرات الأخرى) قام هولتروب وآخرون (1978) [10] بصياغة مجموعة من المعادلات التي يمكن أن تخمن مقاومة السفينة بدقة معقولة. وتوفر طريقة Holtrop–Mennen صيغة معينة للحصول على كل مكون المقاومة التي تتعرض لها السفينة

$$R_T = R_F(1 + K_1) + R_{App} + R_B + R_W + R_{TR} + R_A \quad (1)$$

حيث:

$R_F$  مقاومة الاحتكاك

$(1+K_1)$  عامل الشكل

$R_{App}$  المقاومات الاضافية

$R_W$  مقاومة الأمواج

$R_B$  المقاومة الناتجة بفعل المقدمة البصلية

$R_{TR}$  المقاومة المرتبطة بالغمر المستعرض

$R_A$  مقاومة تربط بين النموذج والسفينة، والتي تشمل خشونة السطح ومقاومة الهواء وما إلى ذلك

## 2-2- طريقة المقاطع Strip Theory [11]

الميزة الرئيسية لهذا الطريقة هي بساطتها والوقت الذي يتم توفيره بسبب انخفاض متطلبات الحساب. فيما يلي الافتراضات التي تمت في نظرية القطاعات:

1- السفينة هي Slender. أي الطول أكبر بكثير من العرض والعاطس.

2- هيكل السفينة جسم صلب.

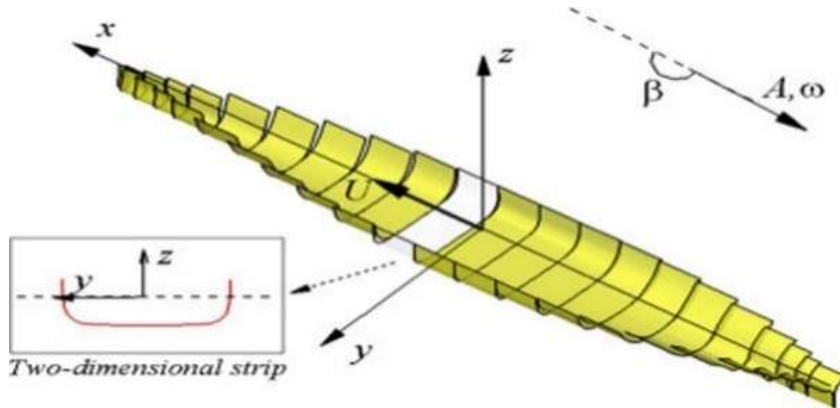
3- السرعة معتدلة.

4- الحركة صغيرة وخطية بالنسبة لسعة الموجة.

5- عمق الماء أكبر بكثير من طول الموجة بحيث يمكن تطبيق تقريب الموجة العميقة.

6- ليس للهيكل تأثير على الأمواج الناشئة (ما يسمى فرضية فرويد-كريلوف).

يتم تقسيم هيكل السفينة تحت الماء إلى عدد من المقاطع العرضية كما هو موضح في الشكل 5. ثم يتم التعامل مع كل مقطع من هذه المقاطع كقسم ثنائي الأبعاد لحساب خصائصه الهيدروديناميكية. ثم يتم دمج معاملات المقاطع على طول الهيكل للحصول على المعاملات الكلية لمعادلات حركة السفينة بأكملها.



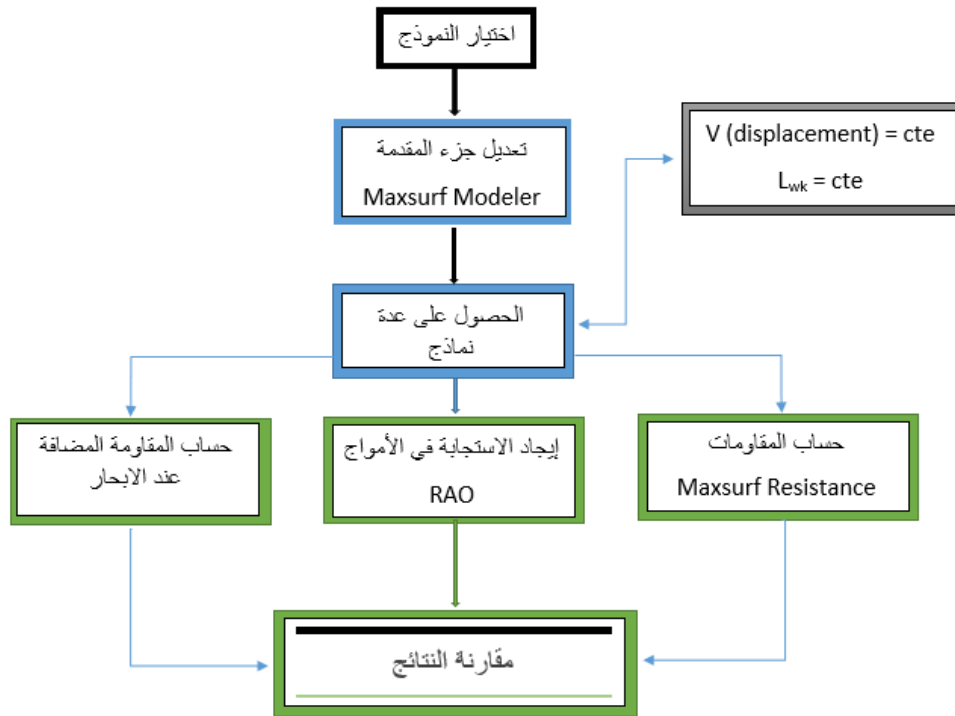
الشكل 5 شكل توضيحي للمقاطع المستخدمة في Strip Theory

يفترض أن كل مقطع صغير يحتوي على خصائص هيدروديناميكية محلية مترابطة (كتلة مضافة، تخميد، وصلابة) والتي تساهم في حساب معاملات الهيكل بالكامل في معادلات الحركة. وبالمثل، فإن الموجة التي تؤثر بالهيكل تتكون من مساهمات من جميع المقاطع. نفترض نظرية المقاطع أن الخصائص الهيدروديناميكية المحلية مماثلة للخواص إذا كان المقطع جزءاً من أسطوانة طويلة بشكل لا نهائي لها نفس الشكل المحدد كما هو موضح في الشكل أعلاه. وبعبارة أخرى، يتم تجاهل الآثار الثلاثية الأبعاد، مثل التداخل المتبادل بين المقاطع، وتسرب التدفق حول نهايات السفينة والتأثيرات الناجمة عن التغيرات في شكل المقطع على الطول. ويتم حساب القوى والعزوم المؤثرة على الهيكل التي يتم الحصول عليها من خلال اجراء تكامل على طول هيكل السفينة المغمور.

### 3- الدراسة العملية

#### 3-1- مخطط الدراسة

يبين المخطط التالي التسلسل المستخدم لأجراء الدراسة حيث يتم اختيار نموذج لسفينة الإنقاذ والدعم متوفر ضمن برنامج MAXSURF ومن ثم يتم إجراء التعديلات على جزء المقدمة بشرط الحفاظ على الازاحة ثابتة والطول عند خط المياه ثابت قدر الإمكان ومن ثم يستخدم MAXSURF Resistance لحساب المقاومة الكلية ومركبات المقاومة التي يتعرض لها النموذج باستخدام برنامج MAXSURF Motions يتم إيجاد مخططات سعة الحركة للتأرجحات الطولية والشاقولية والمقاومات المضافة لكل نموذج وفي النهاية تقارن النتائج التي تم الحصول عليها باستخدام برنامج Excel



الشكل 6 مخطط يوضح خطوات اجراء الدراسة

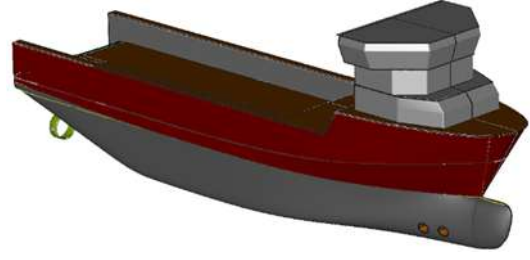
#### 3-2- تحضير النماذج:

تم اختيار بدن سفينة الدعم والإنقاذ Offshore Supply Vessel والموجود ضمن برنامج Modeler MAXSURF والموضح في الشكل 7 وبين الجدول 1 مواصفات هذا النموذج فيما توضح الاشكال من 8 - 9 - 10 النماذج النهائية التي تم الحصول عليها من خلال تعديل جزء المقدمة



الجدول 1- بارامترات سفينة Offshore Supply Vessel

Measurement	Value	Units
Displacement	3129	t
Volume (displaced)	3052.998	m <sup>3</sup>
Draft Amidships	5.577	m
WL Length	59.545	m
Beam max on WL	14.219	m
Beam on WL amidships	14.186	m
Wetted Area	1221.341	m <sup>2</sup>
Max sect. area	78.068	m <sup>2</sup>
Sect. area amidships	77.9	m <sup>2</sup>
Waterpl. Area	666.796	m <sup>2</sup>
Waterpl. Itrans	9913.613	m <sup>4</sup>
Waterpl. Ilong	134549.7	m <sup>4</sup>
Prismatic coeff. (Cp)	0.657	
Block coeff. (Cb)	0.646	
Max Sect. area coeff. (Cm)	0.985	
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.788	

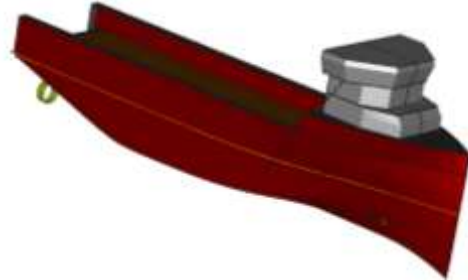


الشكل 6- نموذج سفينة Offshore Supply Vessel بمقدمة بصلية



الشكل 7 نموذج سفينة Offshore Supply Vessel بمقدمة تقليدية من

نوع V



الشكل 8- نموذج سفينة Offshore Supply Vessel بمقدمة من نوع

AXE-Bow

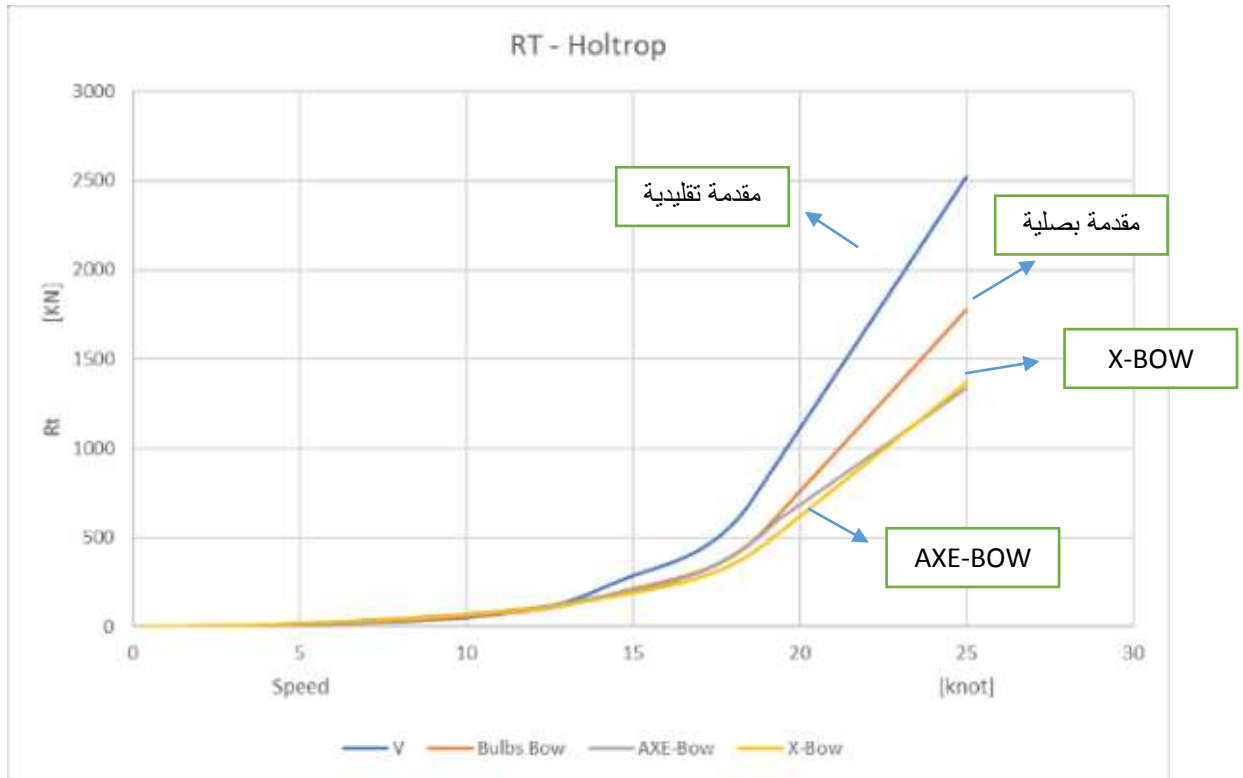


الشكل 9- نموذج سفينة Offshore Supply Vessel بمقدمة من نوع X-Bow

## النتائج والمناقشة:

### 1- المقاومة الكلية:

تم حساب المقاومة الكلية باستخدام طريقة Holtrop عند سرعات مختلفة ومن الشكل 10 نجد أن البدن بمقدمة معكوسة X-Bow له مقاومة أقل ثم البدن مع مقدمة AXE-Bow يليه البدن بمقدمة البصلية وكانت البدن مع مقدمة تقليدية له المقاومات الأعلى ويعود ذلك إلى انسيابية الجريان حول بدن السفينة والتي تقدمها المقدمة X-Bow والمقدمة AXE-Bow.

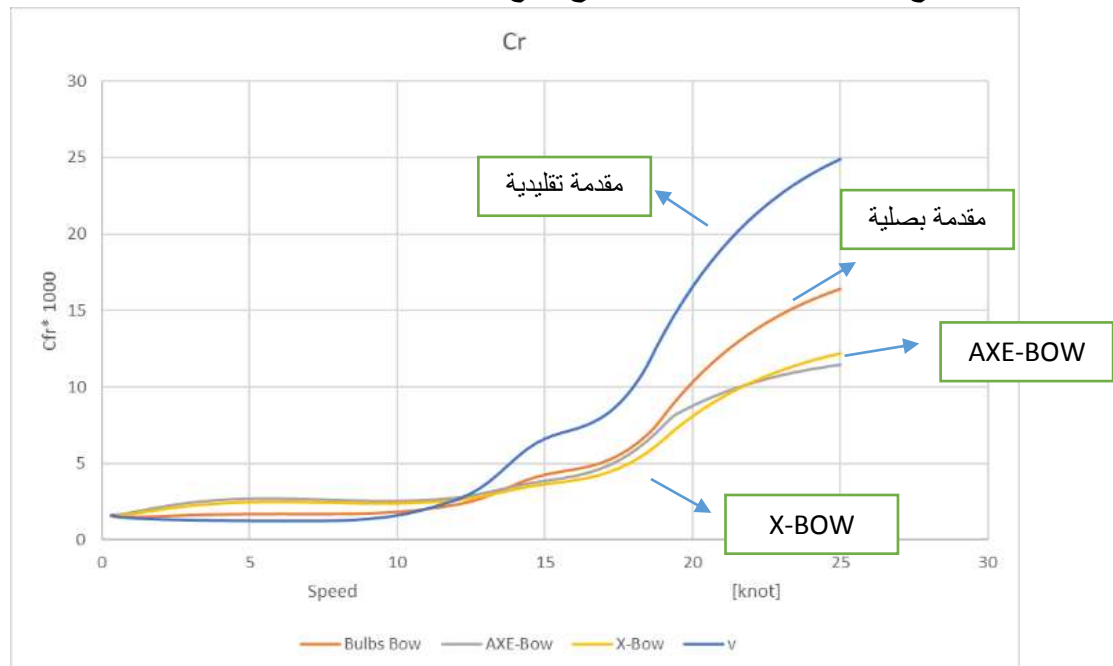


الشكل 10- المقاومة الكلية للنماذج الأربعة

2- معاملات المقاومة:

a- معامل المقاومة المتبقية ومقاومة الأمواج

يكون لكلا المعاملين نفس السلوك في حالة المقاومة الكلية، يوضح الشكل 11 معامل المقاومة الكلية كتابع لسرعة السفينة، كما يوضح الشكل 12 معامل مقاومة الأمواج كتابع للسرعة



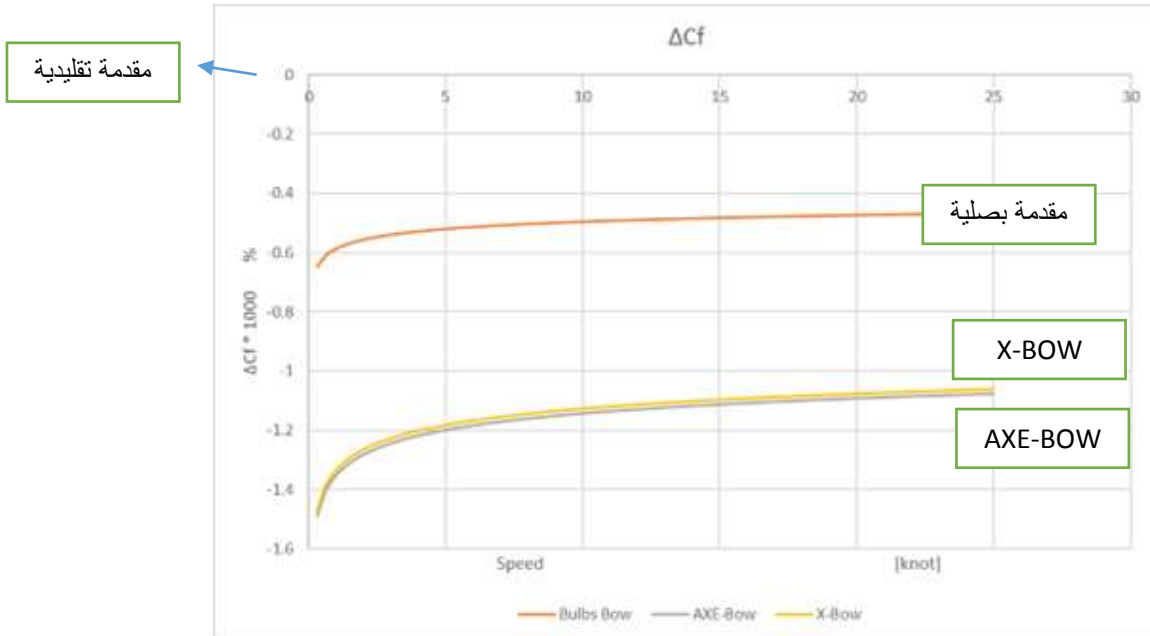
الشكل 11- معامل المقاومة المتبقية



الشكل 12- معامل مقاومة الأمواج

## -b معامل مقاومة الاحتكاك:

يوضح الشكل 13 معامل مقاومة الاحتكاك كتابع لسرعة السفينة بأن للمقدمة X-BOW و AXE-BOW تأثير أكبر على مقاومة الاحتكاك بالمقارنة مع المقدمة البصلية.



الشكل 13 معامل مقاومة الاحتكاك

يلاحظ بأن هناك انخفاض في قيمة المقاومة الكلية ومركباتها في حالي الابدان التي لها مقدمات من نوع X-Bow أو AXE-Bow يعود هذا الانخفاض بشكل رئيسي إلى شكل المقدمة ويعود إلى الأسباب التالية:

- شكل المقدمة الحاد والضيق.
- انخفاض زاوية الدخول في المياه.
- انسياب الموجة على البدن عند المقدمة.
- إعادة التوزيع للحجم عند جزء المقدمة من البدن.

أن هذه الميزات تساعد في اختراق الموجة والتخفيف من تشكل أمواج منعكسة من البدن عند المقدمة بدلاً من الركوب على سطح الموجة وتولد أمواج منعكسة في حال المقدمة المنتفخة.

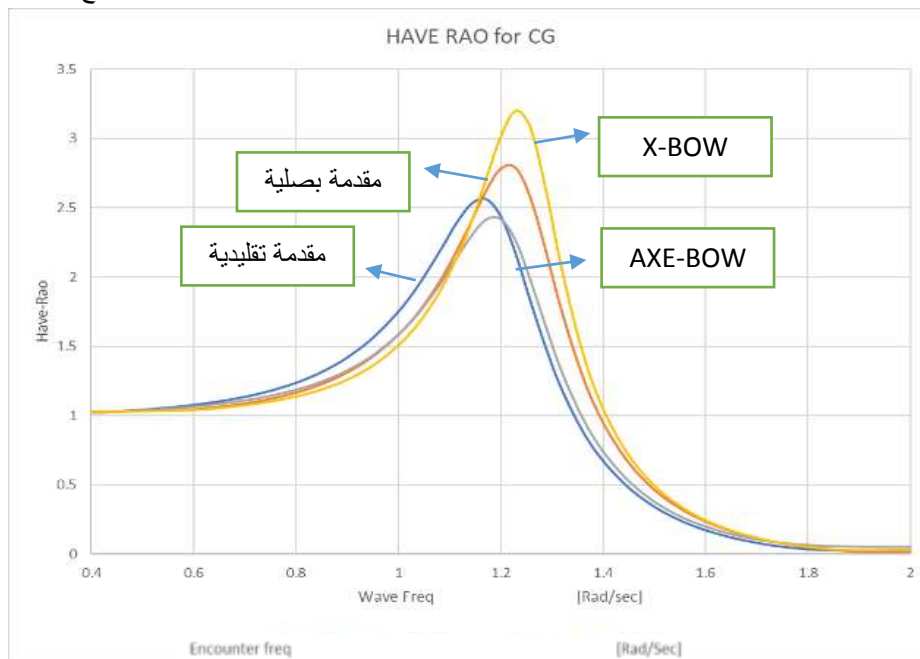
### 3- سعة التآرجحات الشاقولية:

لإيجاد مخطط الاستجابة السعوية للتآرجحات الشاقولية والطولية والمقاومات المضافة يتم استخدام طريقة Strip Theory ضمن برنامج MAXSURF Motions ، تقاس سعة التآرجحات الشاقولية عند نقطتين مختلفين على متن السفينة، الأولى عند مركز الثقل والثانية عند نقطة في مقدمة السفينة

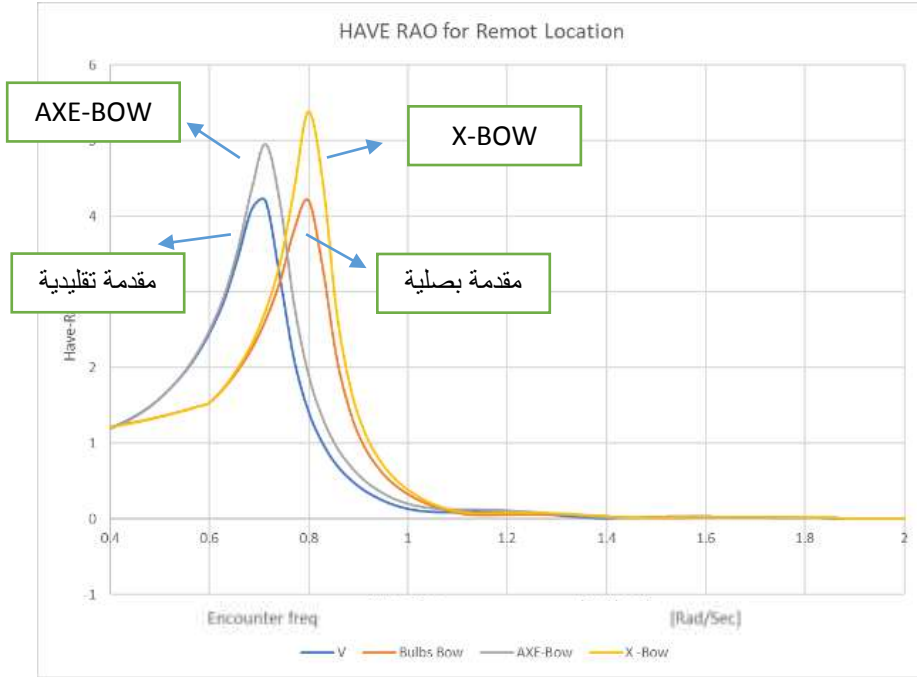
نلاحظ بان هناك اختلاف في سعة التآرجح الشاقولي بين مركز الثقل ومقدمة السفينة حيث يتم أخذ التآرجح الطولي بالاعتبار وتكون سعة التآرجح الشاقولي أقل ما يمكن في النموذج بمقدمة AXE-Bow في حين تكون أعلى عند مقدمة السفينة لهذا النموذج بالإضافة لنموذج X-Bow ويعود السبب في ذلك إلى إعادة توزع الازاحة عند المقدمة بسبب الشكل الحاد لهذا النوع من المقدمات فإنه يساعد على دخول المقدمة في المياه بشكل أكثر انسيابية دون حدوث ارتداد والذي يساهم في تخفيف اجهادات الدق والارتطام بشكل كبير على خلاف المقدمة التقليدية والبصلية حيث تكون المقدمة أكثر امتلاءً.

يبين الشكل 14 مخطط الاستجابة السعوية للتآرجحات الشاقولية عند مركز الثقل بوحدة المتر كتابع لتردد الموجة

يبين الشكل 15 مخطط الاستجابة السعوية للتآرجحات الشاقولية عند مركز مقدمة السفينة بوحدة المتر كتابع لتردد الموجة



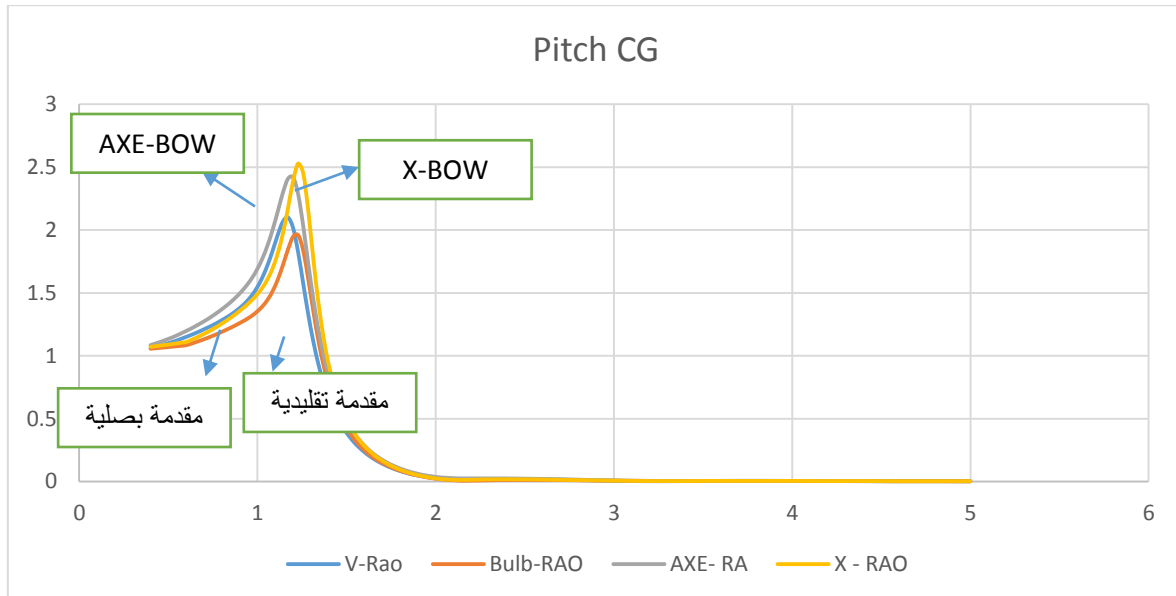
الشكل 14- مخطط الاستجابة السعوية للتآرجحات الشاقولية عند مركز الثقل



الشكل 15- مخطط الاستجابة السعوية للتأرجحات الشاقولية عند نقطة في مقدمة السفينة

#### 4- سعة التأرجحات الطولية:

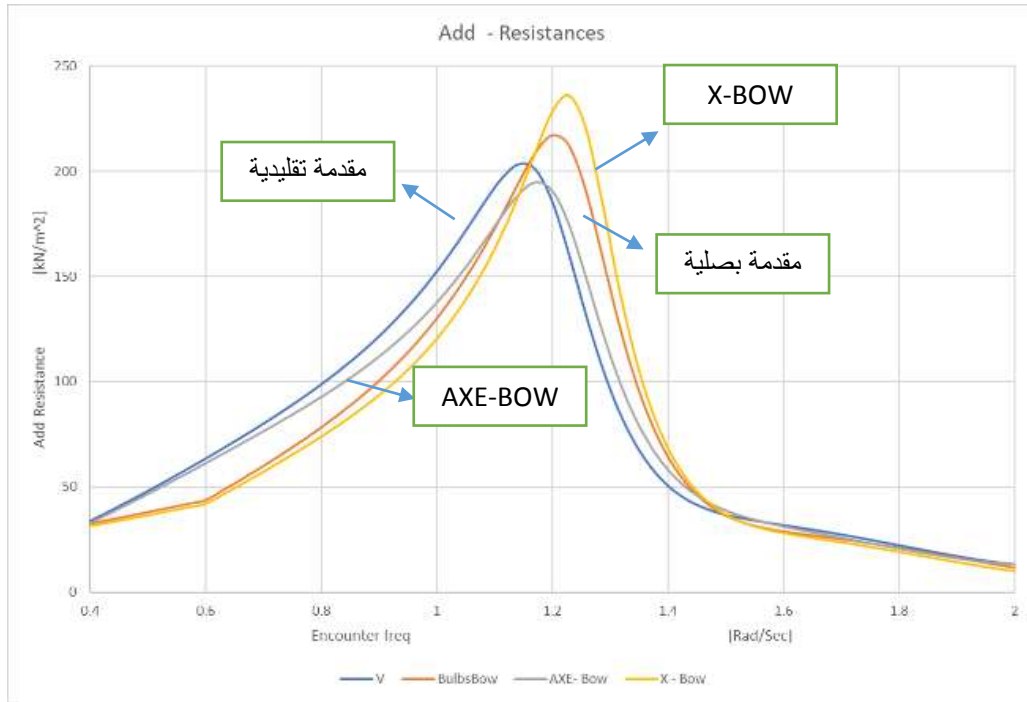
لا يكون هناك اختلاف في سعة الاستجابة للتأرجحات الطولية عند مركز النقل ومقدمة السفينة ونجد أن أقل سعة تكون في حالة نموذج مع مقدمة بصلية حيث من ميزات المقدمة البصلية زيادة حجم الجزء الغاطس عند مقدمة السفينة والذي يعطي قوة طفو إضافية عند المقدمة يساهم في تقليل الدرفلة على عكس المقدمات X-BOW أو AXE-BOW التي يكون لها سعة تأرجح أعلى.



الشكل 16 مخطط الاستجابة السعوية للتأرجحات الطولية

## -5 المقاوّمات المضافة:

يوضح الشكل 17 المقاوّمات المضافة كتابع لتردد الموجة، ونلاحظ ان المقاوّمات المضافة بأقل قيمة لها لحالة المقدمة المنتفخة (الممتلئة) حيث يساهم الشكل الحاد لها بعدم حدوث ارتداد للأموّج عند المقدمة كما يحدث في حالة المقدمة



الشكل 17 المقاوّمات المضافة كتابع لتردد الأمّوج

## الاستنتاجات والتوصيات:

أجريت الدراسة على أربعة أشكال لمقدمة السفينة باستخدام MAXSURF، لتبيان تأثير هذه الأشكال على الأداء الهيدروديناميكي لسفن لسفينة دعم، تم إهمال لزوجة المائع وتوضع الرفاص والدفة والمقاوّمات الإضافية (السماحية والمرفقات) فقد حققت المقدمات الحديثة AXE-Bow و X-Bow تحسين للأداء الهيدروديناميكي نظراً لتمييزها بما يلي: الشكل الحاد والضيق للمقدمة، انخفاض زاوية الدخول في المياه، انسياب الموجة عند المقدمة، إعادة التوزيع للحجم العاطس عند جزء المقدمة من البدن.

حيث ساعدت هذه المميزات في دخول المقدمة عبر الموجة دون تشكل أمّوج منعكسة من البدن عند المقدمة بدلاً من الركوب على سطح الموجة الذي يولد أمّوج منعكسة في حال المقدمة المنتفخة أدت إلى تخفيض قيم المقاوّمات بالإضافة إلى أنها تساهم في التقليل من قوى وعزوم الاسترجاع لتصبح هذه الحركة أنعم عند تعرض السفينة للأمّوج وذلك نظراً لانخفاض الحجم العاطس عند المقدمة بالمقارنة مع الابدان التي تمتلك مقدمات ممتلئة أو منتفخة مثل المقدمة البصلية.

في طريقة المقاطع المستخدمة لحساب سعة التآرجح والمقاومات المضافة لا يتم تمثيل شكل الهيكل بشكل مباشر فهي تحتوي على شكل مبسط لمجموعة من المقاطع الأمر الذي يجعل من المستحيل تحليل تأثير تغيرات شكل البدن على الخصائص المتوقعة لدخول وخروج المقدمة من المياه وعلى الخصائص الملاحية وخاصة بالنسبة للموجات الرأسية حيث لا تحتوي على متغيرات تتعلق بتأثير الظواهر غير الخطية، ولا سيما اختراق المقدمة للموجة والتي تحدث في ظروف البحر المتموج.

كما يكون لإهمال الظواهر الغير الخطية في عمليات المحاكاة الحاسوبية القائمة على طريقة المقاطع دور هام في التقليل من موثوقية النتائج التي تم الحصول عليها. ويكون من المتوقع أن تختلف النتائج التي تم الحصول عليها باستخدام طريقة المقاطع كثيراً عن التجربة في خزانات القطر كنتيجة مباشرة للقيود المذكورة أعلاه لهذه الطريقة. وبالتالي عند استخدام طريقة المقاطع، يجب استكمال الدراسة باختبارات النموذج في خزان القطر، أو بتحليل رقمي آخر أكثر تعقيداً، كما في تقنية CFD

### References:

1. T. Cepowski, Modelling of seakeeping qualities of open-top container carriers in the preliminary design phase. Polish Maritime Research 2(69) 2011 Vol 18; pp. 19-27
2. K. Sarioz and E. Narli, "Effect of criteria on seakeeping performance assessment," *Ocean Engineering*, p. 116101173, 25 02 2005.
3. Grzegorz P. Filip, Wenzhe Xu, Kevin J. Maki. 2016, "URANS Predictions of Added Resistance and Motions of the KCS in Head Waves", *Submitted to the Journal of Applied Ocean Research*
4. Ngo, V.H.; Ikeda, Y. Optimization of bow shape for Non Ballast Water ship. J. Mar. Sci. Appl. 2013, 12, 251–260.
5. Xie, Yonghe, L., and Gangqiang, 'Study on Optimal Design of Bulbous Bow for Deep Sea Trawlers Based on Viscous Flow Theory', International Society of Offshore and Polar Engineers, 2012.
6. Mudronja, P. Vidan, and J. Parunov, "Review of seakeeping criteria for container ship sustainable speed calculation in rough weather," *Maritime Technology and Engineering*, pp. 1059-1064, 2015..
7. N. Salvesen, O. Tuck, and O. Faltinsen, "Ship motions and sea loads," *Transactions, Society of Naval Architects and Marine Engineers*, No. 78, pp. 250-287, 1970.
8. K. Niklas, "Supporting development of the smart ship technology by CFD simulation of ship behavior in close to real operational conditions," in *Maritime Transportation and Harvesting of Sea Resources*, Guedes Soares & Teixeira, Red., London, Taylor & Francis Group, 2018, pp. 535-540, ISBN 978-0-8153-7993-5.
9. T. Kolanek, J. Stęszewski, and J. Jarosz, "Record of experimental determination of vessel's centre of gravity position" (in Polish), Navicentrum sp. z o.o., Wrocław, 1997.
10. J. Holtrop, "A statistical resistance prediction method with a speed dependent form factor," in *SMMSH'88*, Varna, 1988.
11. Strip theory (Materlal IS taken from [http://www.amarcon.com/fileadmin/user1\\_upload/Documentation/1370-StripTheory-03.pdf](http://www.amarcon.com/fileadmin/user1_upload/Documentation/1370-StripTheory-03.pdf))