Estimation Of Principal Dimensions of New General cargo Ships in preliminary Design Stage

Dr. Ghaleb Ahmad*

(Received 23 / 5 / 2019. Accepted 21 / 8 / 2019)

□ ABSTRACT □

Determination the principal dimensions of new ships forms a very important Phase in overall ship design. These dimensions decide many of the ship's characteristics, e.g. stability, dead weight, spatial of holds, power requirements, and even economic efficiency. The desired characteristics can usually be achieved with various combinations of dimensions. This choice allows an economic optimum to be obtained whilst meeting company requirements.

There are many available formulae determine the principal dimensions of ship, from similar ships or from formulae and diagrams ,derived from a data base of similar ships.

The aim of this paper is to introduce formulae that can be used to quickly predict the main dimensions in preliminary design stage. These formulae depend on statistical data of exiting ships. The obtained results were compared with results of existing formulae, it was found that the obtained results are closer to the dimensions of existing ships.

Keywords: principal dimensions, dead weight, Ratio of principal dimensions, preliminary design stage, statistical data of exiting ships.

*Associate Professor in Marine Engineering Department- Faculty of Mechanical and Electrical Engineering- Tishreen University- Syria

تقدير الأبعاد الأساسية لسفن البضائع العامة الجديدة في مرحلة التصميم الأولي

الدكتور غالب أحمد*

(تاريخ الإيداع 23 / 5 / 2019. قُبِل للنشر في 21/ 8 / 2019)

□ ملخّص □

يشكل تحديد الأبعاد الأساسية للسفن مرحلة هامة في التصميم الكلي للسفينة. تحدد هذه الأبعاد العديد من الخصائص للسفينة، كالاتزان، فراغات الحمولة، متطلبات الطاقة، والفعالية الاقتصادية للسفينة. يمكن أن تنجز الخواص التقنية للسفينة بأبعاد مختلفة بشكل كبير، يكمن الاجراء الأمثل في تحديد هذه الأبعاد طبقا لمعايير موصوفة تساهم في تقليل تكاليف الانتاج ومتطلبات الطاقة.

هناك العديد من الطرق المتاحة التي تعتمد في تحديد الأبعاد الأساسية للسفينة على سفن مشابهة، أو بالاعتماد على صيغ ومخططات مشتقة من بيانات لسفن مشابهة. لكن بعض هذه الصيغ غير مناسبة لتصميم السفن الحديثة.

تمّ في هذا البحث تقديم صيغ تستخدم في حساب الابعاد الأساسية بسرعة في مراحل التصميم الأولي للسفينة. تعتمد هذه الصيغ على البيانات الاحصائية لسفن موجودة. تمّ مقارنة النتائج التي تم الحصول عليها من الصيغ المقترحة مع نتائج الصيغ الموجودة، وقد تبين بأنها تعطي أبعاد قريبة من أبعاد السفن الموجودة في الاستخدام.

الكلمات المفتاحية: الوزن المحمول للسفينة، الأبعاد الأساسية للسفينة، النسب بين الأبعاد الأساسية، التصميم الأولي، البيانات الاحصائية لأبعاد السفن.

* أستاذ مساعد – قسم الهندسة البحرية–كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.

مقدمة:

تحدد الأبعاد الأساسية للسفينة (الطول، العرض، الغاطس، العمق) ونسبها العديد من الخصائص للسفينة، فهي المدخل الرئيس لتقدير ازاحة السفينة واختيار الكميات التصميمية الأخرى مثل (معاملات البدن، متطلبات الطاقة، مكونات الوزن، الاتزان، السطح الحر، خط التحميل)، المطلوبة في المرحلة الأولى لتصميم السفينة. يؤثر الاختيار المميز للأبعاد الأساسية على الأداء الهيدروديناميكي للسفينة (المقاومة، الدفع، المناورة)، اتزان السفينة، الوزن الانشائي وتكاليف الانشاء، الحجم الكافي لعنابر البضاعة، المتانة الانشائية المناسبة، وتكاليف النقل.

هناك خطوات تتبع في مرحلة التصميم الأولي، وتستخدم في تحديد الأبعاد الأساسية لسفن البضائع للسفينة وفق التسلسل التالي[1]:

- تقدير ازاحة السفينة ونسبة الوزن المحمول الى الازاحة وفقا لحجم ونوع السفينة.
- اختيار الطول بين القائمين باستخدام معايير محددة.
- تحديد العرض، الغاطس، العمق، ومعامل الامتلاء.

يتم الاعتماد في تحديد الأبعاد الأساسية للسفينة على البيانات الاحصائية لسفن موجودة، وعلى علاقات التصميم التجريبية، وعلى مخططات وجداول تصميمية، تسمح باشتقاق علاقات يتم من خلالها تحديد الأبعاد الأساسية مباشرة.

تمّ في هذا البحث استعراض العلاقات المستخدمة في تحديد الأبعاد الأساسية للسفن، والبيانات الاحصائية لسفن موجودة. وتمّ تقديم علاقات لتحديد هذه الأبعاد بشكل مباشر، وتحديد دقة نتائج هذه العلاقات.

أهمية البحث وأهدافه:

المشكلة الأولى التي تواجه العمارة البحرية عند البدء بتصميم السفينة هي اختيار الأبعاد الرئيسة المناسبة في التصميم الجديد لتحقيق المتطلبات المميزة. تعتبر الأبعاد الأساسية للسفينة (الطول، العرض، العمق، الغاطس) المدخل الأساسي لتحديد الخصائص الرئيسة للسفينة كالاتزان، والحمولة، متطلبات الطاقة، وتكاليف الانتاج. لذلك تشكل مرحلة هامة في التصميم الكلي للسفينة، ويعتمد أداء السفينة ونجاح التصميم على الاختيار الصحيح لهذه الأبعاد.

يهدف هذا البحث الى تحديد الأبعاد الأساسية للسفن الجديدة اعتمادا على الوزن المحمول ***Dead Weight***، وذلك باقتراح صيغ رياضية مبسطة تعتمد على التحليل الاحصائي لبيانات سفن موجودة. يتم من خلالها حساب الأبعاد الأساسية بسرعة لمرحلة التصميم الأولي.

طرائق البحث ومواده:

لتحقيق الأهداف المذكورة أعلاه، تمّ في هذا البحث مراجعة احصائية لبيانات سفن موجودة، وللعلاقات المعتمدة في حساب الأبعاد الأساسية. هناك صعوبة في معرفة بأنّ العلاقات المبنية على البيانات الاحصائية لا تزال تعطي الأبعاد المثلى للسفن التي صنعت سابقا في ظل التغيرات التكنولوجية والاقتصادية، لذلك تمّ اقتراح علاقات رياضية يتم من خلالها حساب الأبعاد الأساسية للسفن الجديدة اعتمادا على الوزن المحمول، واستخدام هذه الأبعاد في مرحلة التصميم الأولي للسفن الجديدة.

1- العلاقات المستخدمة في تقدير الأبعاد الأساسية للسفن

يعتبر طول السفينة L ، العرض B، العمق D، الغاطس T الأبعاد الأساسية للسفينة التي تقرر العديد من ميزات السفينة، كالاتزان، متطلبات الطاقة، الفعالية الاقتصادية،..الخ، وتمثّل طور هام في التصميم الكلي للسفينة.

الخطوة الأولى في التصميم الأولي هي تقدير الوزن الفارغ للسفينة الجديدة من خلال معرفة النسبة بين الوزن المحمول والازاحة. والخطوة الثانية في مرحلة التصميم الأولي هي طول السفينة لتقدير الأبعاد الأساسية الأخرى للسفينة الجديدة المطلوبة. يبين الجدول (1) النسب المئوية لمجموعات الوزن لمختلف أنواع السفن [2].

الجدول (1) النسب المئوية لمجموعات الوزن المختلفة لأنواع متعددة من السفن بالنسبة للوزن الفارغ للسفينة.

Ship Type	DWT/Δ%	W_{St}/W_L%	W_o/W_L%	W_M/W_L%
cargo ship 5000–15000 tdw	60–80	55–64	19–33	11–22
coastal cargo ship 499–999 GT	70–75	57–62	30–33	9–12
bulker 20000–50000 tdw	74–80	68–79	10–17	12–16
bulker 50000–150000 tdw	80–87	78–85	6–13	8–14
tanker 25000–120000 tdw	65–83	73–83	5–12	11–16
≥200000tdw	83–88	75–83	9–13	9–16
containership 10000–15000tdw	60–76	58–71	15–20	9–22
20000–50000tdw	60–70	62–72	14–20	15–18
ro-ro ship ≤16000 tdw	50-60	65-78	12-19	10-20
reefer 300000–600000cuft	45–55	51–62	21–28	15–26
ferry	16–33	56–66	23–28	11–18
trawler44–82m	30–58	42–46	36–40	15–20
tug 500–3000kW	20–40	42–56	17–21	38–43
River ships (towed) 32-35 m	22–27	58–63	19–23	16–21
River ships (Self -prpelled) 80-110 m	78–79	69–75	11–13	13–19

حيث أنّ، Δ = الوزن الكلي للسفينة.

DWT= الوزن المحمول.

W_{LS}= الوزن الفارغ للسفينة.

W_{St}= وزن الفولاذ الانشائي للبدن، وزن الانشاءات العلوية، وفولاذ المعدات(قواعد المحرك، الدعامات، السلالم،....).

W_M= وزن المحرك المتوضع في غرفة المحركات.

W_E= وزن المعدات وآلات السطح.

يمكن أن تنجز الخصائص التقنية المطلوبة للسفن بأطوال مختلفة بشكل كبير. تساعد الاجراءات المثلى وفقا لمعيار موصوف في تحديد الطول، وبالتالي كل الأبعاد الأخرى، والتي ترتبط بتكاليف الانتاج، ومتطلبات الطاقة، وفراغات الحمولة، والاتزان، والسطح الحر القانوني.

يحدد عادة طول السفينة اعتمادا على سفن مشابهة أو من صيغ ومخططات (مشتقة من بيانات لسفن مشابهة). يقدم الطول الناتج الأساس لايجاد الأبعاد الرئيسة الأخرى. هناك العديد من العلاقات المستخدمة في تحديد الطول للسفن الجديدة، منها:

1- *Schneekluth's formula* [1]: تعتمد على الاحصاء لنتائج مثالية طبقا لمعايير اقتصادية، الطول الذي يشمل أقل تكاليف انتاج، يقدّر بشكل تقريبي بالعلاقة التالية:

$$L_{BP} = \Delta^{0.3} V^{0.3} 3.2 \frac{C_b + 0.5}{\left(\frac{0.145}{F_n}\right) + 0.5} \qquad (1)$$

حيث، $L_{BP}(m)$ = الطول بين القائمين.

$\Delta(ton)$ = ازاحة السفينة.

$V(kn)$ = سرعة السفينة.

$F_n = V/(g\,L)^{0.5}$ = رقم فرويد

هذه العلاقة قابلة للتطبيق لسفن $\Delta \geq 1000\ ton$ ولرقم رينولدز $0.16 \leq F_n \leq 0.32$. تظهر الاحصائيات للسفن المبنية في السنوات الأخيرة بأنّ هناك ميلا باتجاه تقليل L_{BP} أكثر مما هو معطى بالعلاقة السابقة.

2- صيغ ومخططات تعتمد على احصائيات السفن المبنية:

- *Ayer's formula* [1]: يعطى الطول المقترح من قبل *Ayer* بالعلاقة التالية:

$$\frac{L}{\nabla^{1/3}} = 3.33 + 1.67 \frac{V}{\sqrt{L}} \qquad (2)$$

- *Posdunine formula* [1]: يعطى الطول المقترح من قبل *Posdunine* بالعلاقة التالية:

$$L = c \left(\frac{V}{V+2}\right)^2 \nabla^{\frac{1}{3}} \qquad (3)$$

حيث، $C = 7.25$ لسفن شحن بسرعة $V=(15.5-18.5)\ kn$

- *Volker's formula(1974)* [1]: يعطى الطول المقترح من قبل *Volker* بالعلاقة التالية:

$$\frac{L}{\nabla^{1/3}} = 3.5 + 4.5 \frac{V}{\sqrt{g \nabla^{1/3}}} \qquad (4)$$

حيث، $V(m/s)$ = سرعة السفينة، تطبق هذه العلاقة على سفن البضائع الجافة والحاويات.

2- *Cube root format* [3]: اعتمادا على المعلومات عن المبنية والموضوعة في الخدمة، يستطيع مهندسو العمارة البحرية تقرير العلاقات لـ L/B و B/T للسفينة الجديدة. يستطيع المصمم بمعرفة هذه القيم، كمحاولة أولى جيدة، الحصول على الأبعاد الرئيسة للمركب الجديد. يمكن استخدام الصيغة التالية:

$$L = \left[\frac{DWT \times \left(\frac{L}{B}\right)^2 \times \left(\frac{b}{t}\right)}{\rho \times C_b \times C_D}\right]^{\frac{1}{3}} (m) \qquad (5)$$

حيث أنّ، $\Delta(t)$ = ازاحة السفينة.

$\nabla\ (m^3)$ = حجم الازاحة.

$V(Knots)$ = سرعة السفينة.

$L=LBP\ (m)$ = الطول بين القائمين.

$DWT(tones)$ = الوزن المحمول.

$B\ (m)$ = عرض التشكيل.

$T\ (m)$ = الغاطس.

ρ(1.025 t/m^3)= كثافة الماء المالح.

C_b = معامل الامتلاء.

C_D=(Deadweight (tons)/displacement)= معامل الوزن المحمول.

يمكن أن تعاير المعاملات في العلاقات السابقة من أجل السفن الحديثة، لكن من الصعب المعرفة بأنّ الأطوال التي تعطيها هذه العلاقات، التي تعتمد على البيانات الاحصائية، هي الأطوال المثالية في ظل التغيرات التكنولوجية والاقتصادية. يبين الجدول (2) الطول بين القائمين لسفن بأحجام وسرعات معينة وفقا للعلاقات السابقة [1].

الجدول (2) الطول بين القائمين طبقا لـ Ayer، Posdunine، Schneekluth's

Δ(t)	V(kn)	Ayer	Posdunine	Schneekluth's	
				C_b=0.145/F_n	C_b=1.06-1.66/F_n
1000	10	55	50	51	53
1000	13	61	54	55	59
10000	16	124	123	117	123
10000	21	136	130	127	136
100000	27	239	269	236	250

3- القيود التصميمية في اختيار الأبعاد الأساسية للسفن.

ترتبط الأبعاد الأساسية للسفينة بالاتزان وبالغاطس، لذلك يجب تحديد منطقة التشغيل للسفينة في الافتراضات التصميمية. تقيد غالبا الأبعاد الرئيسة من خلال حجم العوائق، القنوات، المزالق، موقع الجسور، والطرق البحرية الضيقة. يعتبر عمق الماء القيد الأكثر تأثيرا على أبعاد السفن داخل البلدان وفي المحيطات. يبين الجدول (3) القيود على الأبعاد الأساسية من خلال الأبعاد الأعظمية للسفن التي تعبر قنوات معينة [4].

الجدول (3) الأبعاد الأعظمية للسفن في قنوات معينة.

Canal	$L_{Max.}$(m)	$B_{Max.}$(m)	$T_{Max.}$(m)
Panama Canal	289.5	32.3	12.04
Kiel Canal	315	40	9.5
St Lawrence Seaway	222	23	7.6
Suez Canal	-	55	18.29

4- القيود على الأبعاد الأساسية للسفن وعلاقتها

لا تشمل الأبعاد الأساسية للسفينة في مرحلة التصميم الأولي الطول، العرض، الغاطس، والعمق، لكن تشمل أيضا بارامترات خاصة بالسفن المصممة ترتبط بالأبعاد الأساسية وتؤثر عليها. فهناك ارتباط بين نسبة الوزن المحمول(يجب أن يكون معلوما) والازاحة مبينة في الجدول(1). يعتبر الطول بين القائمينL_{BP} أحد أهم الأبعاد الأساسية الذي يؤثر في اكتمال البدن، الازاحة، والاتزان. يعتمد الطول المختار على النسبة $L/\Delta^{1/3}$ المبينة في الجدول (4)، كما يعتمد بشكل كبير على رقم فرويد، وتحدد قيمته بشكل أساسي قيمة مقاومة الأمواج. تحدث القيمة الأعظمية لمقاومة الأمواج عند رقم فرويد 0.24,0.32,0.5، وتحدث القيم الأصغرية لمقاومة الأمواج عند رقم فرويد ,0.27,0.36 [4].

يؤثر العرض على مقاومة السفينة، لذلك من الضروري ضمان نسبة بين طول السفينة وعرضها، فالنسبة العالية *L/B* مناسبة للسرعة العالية، لكنها غير مناسبة للمناورة. كما تلعب نسبة الطول الى العمق *L/D* دورا في تحديد السطح الحر والمتانة الطولية. يبين الجدول (4) نسبة الطول الى العرض ونسبة الطول الى العمق الجانبي لسفن البضائع.

لغاطس السفينة تأثير هام على مقاومة السفينة، اتزانها، وعلى قابلية عدم غرقها. يبين الجدول (4) نسبة العرض الى الغاطس ونسبة الغاطس الى العمق لسفن البضائع.

لاكتمال بدن السفينة واتزانها تأثير معتبر في تحديد الأبعاد الأساسية، لذلك من المهم جدا المحافظة على النسبة المناسبة بين الطول والعرض، الارتفاع الجانبي. يبن الجدول (4) النسب المناسبة لـ *L/H*، *B/H*.

لعامل امتلاء البدن C_b تأثير هام على اقتصاديات تشغيل السفينة، فهو يرتبط مع شكل البدن وطول السفينة ويؤثر على مقاومة السفينة وسرعتها. يمكن تقدير القيمة المثالية لمعامل امتلاء البدن بالعـــلاقة [4]:

$$C_b=1.23-0.395V/L^{0.5}$$

حيث، *V(Knotes)* = سرعة السفينة.

L=LBP(m) = الطول بين القائمين.

الجدول (4) العلاقات المتبادلة للأبعاد الأساسية لسفن البضائع [4,5].

$L/\Delta^{1/3}$	L/B	L/H	L/D	B/T	B/H	T/H
5.5-6.5	5-7	12-13	10-15	2-2.5	1-2	0.7-0.8

عند تحديد الأبعاد الرئيسة والمعاملات، من المناسب المحافظة على تسلسل الحساب. فبعد تحديد الطول يجب تحديد معامل الامتلاء C_b وعرض السفينة والغاطس. فعند تغيير العرض في مرحلة التصميم، سيتغير العمق والغاطس بنسبة معاكسة للعرض. فزيادة العرض، مع المحافظة على مساحة المقطع العرضي ثابتة، سيكون التأثيرات التالية:

- زيادة المقاومة وزيادة متطلبات الطاقة.
- تقييد الأبعاد الأعظمية للرفاص من أجل الغاطس الصغير.
- زيادة في وزن الفولاذ بزيادة الأبعاد في القاع والسطح.

عندما يختار العرض بشكل مناسب، سيجعل السفينة أكثر اتزانا. فمن أجل السفن القليلة العرض (سفن الحاويات *B/T=2.4*)، فالنسبة *L/B* أقل أهمية للاتزان من النسبة *B/T* (*B/T* كلما كبرت كان الاتزان أكبر). تتأثر خواص التصميم المرغوبة بشكل كبير بالنسب *L/B* و *B/T* و *L/B* C_b.

4- العلاقات المقترحة للأبعاد الأساسية للسفن

هناك العديد من الصيغ لتقدير الأبعاد الأساسية للسفن تعتمد على بيانات لسفن موجودة. بعض هذه الصيغ ليست مناسبة في تصميم السفن الحديثة، بسبب التطور الكبير في هندسة السفن. لذلك من الصعب القول بأنّ الأطوال المحددة للسفن باستخدام *Ayer's formula (1949)* أو *Volker's formula (1974)* أو *Cubic root format (2004)* ، ما زالت صالحة في ظل التغيرات التكنولوجية والاقتصادية في العقود الأخيرة. لذلك من الضروري الحصول على صيغ جديده لتقدير الأبعاد الأساسية للسفن.

تهدف هذه الصيغ الى تقديم علاقات يمكن استخدامها في تقدير سريع للأبعاد الأساسية للسفن في مرحلة التصميم الأولي. لهذا الغرض، تمّ اجراء مراجعة احصائية لأبعاد السفن المجمعة من مصادر مختلفة واقتراح علاقات جديده تستخدم طرق التحليل التراجعي اللوغاريتمي والخطي في تقدير أبعاد السفن[6]. من تحليل البيانات الاحصائية لسفن البضائع، تمّ التوصل للأبعاد المبينة في الجدول (5) [7].

الجدول (5) الأبعاد الأساسية لسفن البضائع العامة اعتمادا على الوزن المحمول.

Dead weight (ton)	length overall (m)	length between perpendicular (m)	Breadth B(m)	Draught T(m)
1000	67	61	10.7	3.8
2000	82	75	13.1	4.8
3000	92	85	14.7	5.5
5000	107	99	17.0	6.4
10000	132	123	20.7	8.1
12000	139	130	21.8	8.6
18000	156	147	24.4	9.8
30000	182	171	28.7	10.5
40000	198	187	30.7	11.5
70000	233	222	32.3	13.8
90000	251	239	38.7	15.0
120000	274	261	42.0	16.5
150000	292	279	44.7	17.7

أجري العمل في هذا البحث لصياغة علاقات جديدة يتم من خلالها تحديد الأبعاد الأساسية للسفن الجديدة. استنتجت هذه الأبعاد بالاعتماد على العلاقة مع الوزن المحمول من الشكل:

$Y=\alpha X^{\beta}$، حيث، $Y=$ البعد المطلوب، $X=$ الوزن المحمول، α، β = ثوابت يتم تحديدهما. تمّ اقتراح علاقات لتحديد الأبعاد الأساسية للسفن(الطول بين القائمين LBP، العرض B، العمق D، الغاطس T)، كتوابع للوزن المحمول المطلوب وفقا لما يلي:

1- الطول بين القائمين

$$L_{BP}= 6.7(DWT)^{0.315} \quad (m) \quad (6)$$

2- العرض

$$B= 1.7(DWT)^{0.268} \quad (m) \quad (7)$$

3- الغاطس

$$T= 0.755(DWT)^{0.256} \quad (m) \quad (8)$$

4- العمق

$$D= 0.88\ (DWT)^{0.27} \quad (m) \quad (9)$$

النتائج والمناقشة:

تمّ حساب الأبعاد الأساسية لسفن البضائع باستخدام العلاقات المقترحة المذكورة أعلاه (6، 7، 8، 9). تمّ وضع نتائج الحساب لكل من الطول بين القائمين L_{BP} ، العرض B ، الغاطس T ، العمق الجانبي D في الجدول (6). تمّ مقارنة الابعاد الناتجة من العلاقات المقترحة مع الأبعاد المبينة في الجدول (5) من خلال ايجاد الخطأ في تقدير الأبعاد الأساسية باستخدام العلاقات المقترحة وتلك المجمعة من البيانات الاحصائية. تبين العلاقات المقترحة بأنّ هناك تقاربا كبيرا للأبعاد المحسوبة وفق الصيغ المقترحة وتلك المجمعة من البيانات الاحصائية، وتعطي نسب خطأ صغيرة جدا لكل من الطول والعرض والغاطس خاصة ضمن مجال الحمولة لسفن البضائع *(5000 ton –15000 ton)*.

الجدول (6) الأبعاد الأساسية لسفن البضائع العامة باستخدام العلاقات المقترحة والنسب المئوية للخطأ مقارنة مع الأبعاد المبنية على البيانات الاحصائية.

Dead weight (ton)	length between perpendicular (m)		Breadth B(m)		Draught T(m)		Depth D(m)
	$L_{BP(Proposed)}$	Error %	$B_{Proposed}$	Error %	$T_{Proposed}$	Error %	$D_{Proposed}$
1000	59.03	−3.22	10.825	1.173	4.4253	15.52	5.6817
2000	73.43	−2.09	13.035	−0.492	5.2845	10.09	6.8511
3000	83.43	−1.84	14.531	−1.144	5.8625	6.592	7.6437
5000	98.00	−1.01	16.663	−1.977	6.6816	4.400	8.7741
10000	121.92	−0.78	20.065	−3.065	7.9789	−1.494	10.579
12000	129.12	−0.67	21.070	−3.347	8.3602	−2.788	11.113
18000	146.71	−0.19	23.488	−3.734	9.2746	−5.360	12.399
30000	172.33	0.77	26.935	−6.149	10.570	0.670	14.233
40000	188.67	0.89	29.093	−5.231	11.378	−1.058	15.382
70000	225.05	1.37	33.801	4.648	13.130	−4.849	17.892
90000	243.59	1.92	36.156	−6.572	4.4253	−6.644	19.148
120000	266.69	2.18	39.054	−7.013	5.2845	−8.644	20.694
150000	286.11	2.54	41.461	−7.245	5.8625	−9.831	21.979

تمّ اجراء مقارنة بين الأبعاد المأخوذة من البيانات الاحصائية، الجدول(5) ، والأبعاد الناتجة من العلاقات المقترحة، الجدول(6). للتحقق من صحة العلاقات المقترحة لحساب الأبعاد الأساسية لسفن البضائع العامة، تمّ حساب الطول باستخدام العلاقة (6) المقترحة ومقارنته مع الأطوال المحسوبة وفقا للجدول (2) والمبينة في الجدول (7)، كما تمّ حساب نسب الأبعاد الأساسية ومقارنتها مع النسب التصميمية المبينة في الجدول (4). يبين الجدول (8) نتائج هذه الحساب اعتمادا على العلاقات المقترحة.

الجدول (7) الطول بين القائمين طبقا لـ Ayer، Posdunine، Schneekluth's، وللعلاقة المقترحة

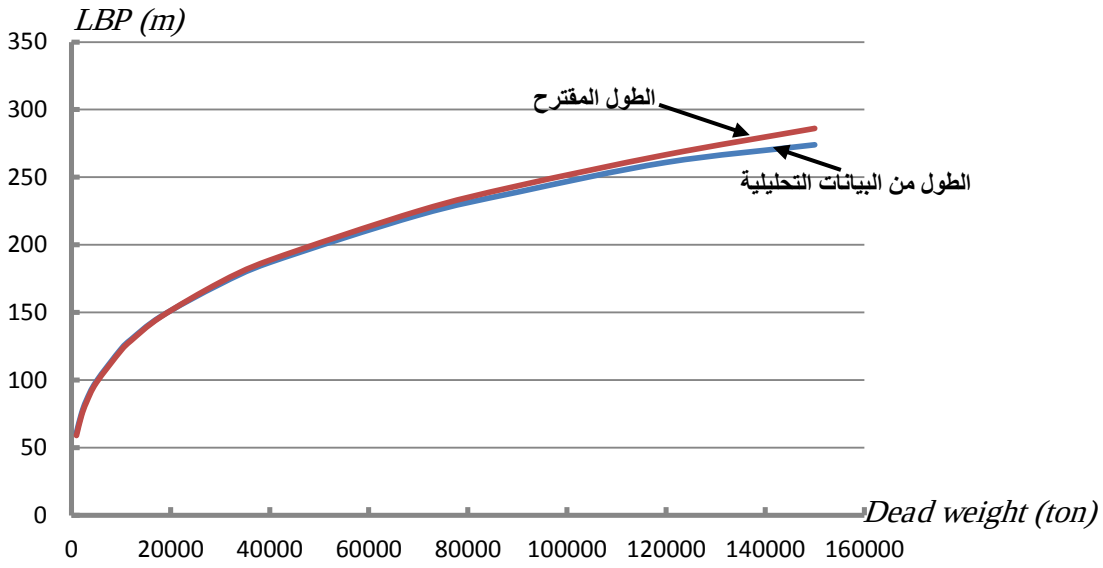
Δ(t)	V(kn)	Aye r	Posdunine	Schneekluth's		الطول المقترح	
				$C_b=0.145/F_n$	$C_b=1.06-1.66/F_n$	$L_{BP}=6.7(DWT)^{0.315}$	Error
1000	10	55	50	51	53		
1000	13	61	54	55	59	59	0%
10000	16	124	123	117	123	121	1.65%
10000	21	136	130	127	136		
100000	27	239	269	236	250	251	0.4%

الجدول (8) نسب الأبعاد الأساسية لسفن البضائع [4,5].

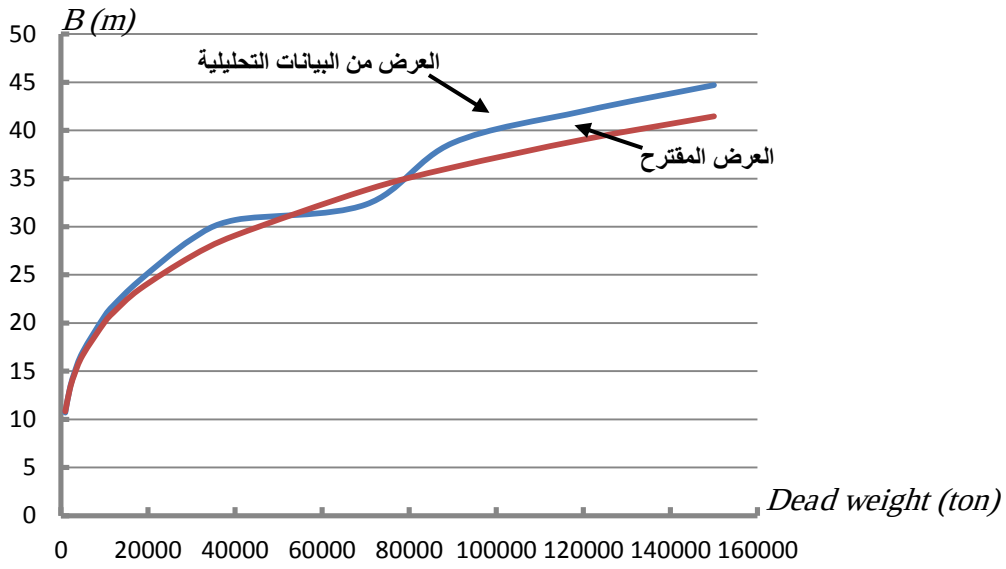
	$L/\Delta^{1/3}$	L/B	L/H	L/D	B/T	B/H	T/H
النسب التصميمية	5.5-6.5	5-7	12-13	10-15	2-2.5	1-2	0.7-0.8
النسب المقترحة	5.6-6	5.45-6.9	10.38-13	10.39-13	2.44-2.6	1.9	0.72-0.77

تظهر نتائج المقارنة بأنّ الأبعاد المحسوبة بالعلاقات المقترحة تعطي نتائج قريبة جدا من تلك التي تعتمد على البيانات الاحصائية وعلى العلاقات المستخدمة من قبل *Ayer*، *Posdunine*، *Schneekluth's*. كما أنها تحقق الشروط التصميمية للنسب بين الأبعاد.

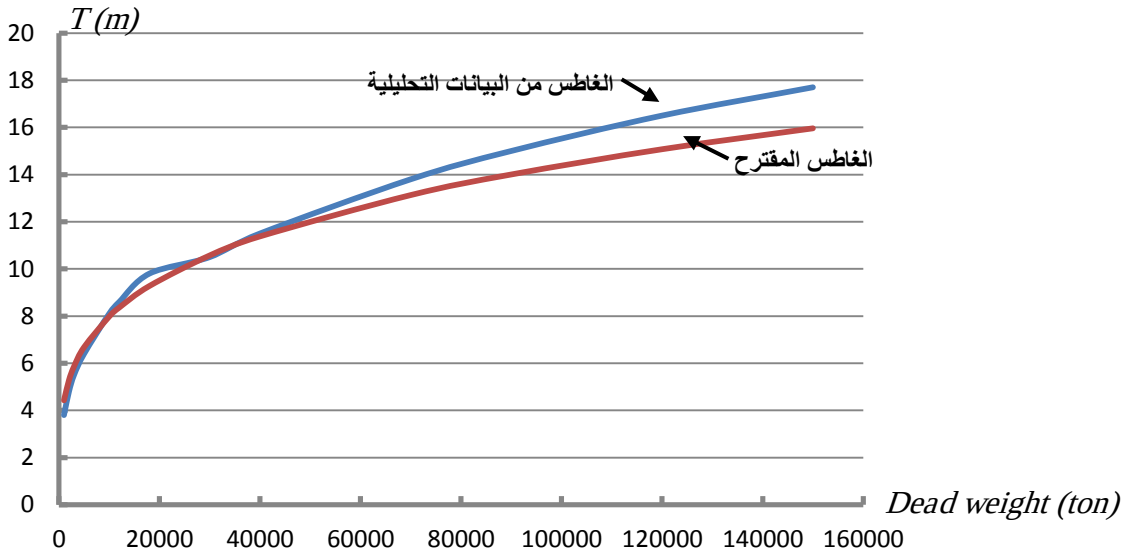
تمّ رسم الأشكال (1،2،3) ، التي تبين العلاقة بين كل من الطول بين القائمين، العرض، الغاطس، كتوابع بالنسبة للوزن المحمول، والتي تبين بأنّ هناك توافق جيد بينهما.



الشكل (1) العلاقة بين الوزن المحمول والطول بين القائمين



الشكل (2) العلاقة بين الوزن المحمول وعرض السفينة



الشكل (3) العلاقة بين الوزن المحمول غاطس السفينة

الاستنتاجات والتوصيات:

تحدد الأبعاد الأساسية للسفينة العديد من الخواص، الاتزان، سعة العنابر، متطلبات الطاقة، والكفاءة الاقتصادية. لذلك، تمّ في هذا البحث تقدير الأبعاد الأساسية لسفن البضائع، والتي تشكل مرحلة هامة في اجراء التصميم الكلي للسفينة وخاصة في مرحلة التصميم الأولي، لأنها تحدد المعالم الأساسية للسفينة. تمّ استخدام علاقات مبسطة تعتمد على البيانات الاحصائية لسفن موجودة، يتم من خلالها تقدير سريع للأبعاد الأساسية لسفن جديدة اعتمادا على الوزن

المحمول. من خلال الأشكال التي تبين العلاقة بين الوزن المحمول والأبعاد الأساسية، يمكن تقدير هذه الأبعاد لسفن جديدة بحمولات مختلفة.

قيم الأبعاد الأساسية من العلاقات المقترحة لكل من الطول، العرض، الغاطس، والعمق الجانبي، كانت قريبة جدا من تلك المبنية على البيانات الاحصائية أو تلك المحسوبة بعلاقات رياضية. كما أنّ النسب بين هذه الأبعاد تحقق النسب التصميمية. يمكن استخدام الأبعاد الأساسية المقترحة في علاقات تستخدم في تقدير الأوزان الانشائية للسفن الجديدة وتقدير التكاليف الانشائية [8].

المراجع:

1- Schneekluth& V.Bertram (1998),Ship design for Efficiency and Economy, Second Edition, Oxford: Butterworth-Heinemann.

2- A.Papanikolaou, Ship Design-chapter2, Springer Science+ Business Media Dordrecht 2014.

3- Mohamed Walid Ahmed, Ahmed Naguib& El Sayed Hegzy, Prelimenary Estimation of The Principal Dimensions of Offshore Supply Based on Updated Statistics, Arab Academy for Science and Technology and Maritime Transport (AASTMT), Alexandria, Egypt.

4- A. Charchalis & J. Krefft, Main Dimensions Selection Methodology of the Container Vessels in the preliminary Stage,Journal of Kones Powertrain and Transport, Vol. 16,No. 2 2009.

5- https:/www. Science direct.com, Ship Design, Construction and operation

6- Soheil Radfar, Air Taherkhani, Rozbeh Panahi, Standardization of the main Dimensions of Design Container Ships in Ports- A Case Study, World Journal of Engineering and Technology, 2017..

7- Hironao TAKAHASHI, Study on Standards for Main Dimensions of the Design Ship, Technical Note of NILIM No. 309.

8- C. K. Lin & Heia Jau Show, Steel weight estimation of new ships using principal component analysis, Journal of Taiwan Society of Naval Architectures and Marie Engineering 33(4): 175-182 November, 2013.