وسائل النقل في المستقبل

عبر الماء

ستيف باركر

وسائل النقل في المستقبل

عبر الماء

تأليف:
ستيف باركر

الرسوم التوضيحية:
ديفيد ويست

ترجمة:
جمال عبد الرحيم

مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

الثقافة العلمية للجميع

كتاب العربية

الثقافة العلمية للجميع

© المجلة العربية، ١٤٣٤هـ
فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
باركر، ستيف
وسائل النقل عبر الماء. / ستيف باركر؛ ديفيد ويست؛ جمال عبد الرحيم .– الرياض، ١٤٣٤هـ
٣٢ ص ؛ ٢٣ × ٢٨ سم
ردمك : ٢–٦١–٨٠٨٦–٦٠٣–٩٧٨
١– المواصلات ٢– النقل الجوي أ.ويست، ديفيد (رسام)
ب . عبد الرحيم، جمال (مترجم) ج. العنوان
ديوي ٣٨٠ ١٢٤٨ / ١٤٣٤

رقم الإيداع : ١٢٤٨ / ١٤٣٤
ردمك : ٢–٦١–٨٠٨٦–٦٠٣–٩٧٨

هذا الكتاب من إصدار: Marshall Cavendish Benchmark

Copyrights ©2012 - All rights reserved.

الطبعة الأولى 1434هـ - 2013م

جميع حقوق الطبع محفوظة، غير مسموح بطبع أي جزء من أجزاء هذا الكتاب، أو اختزانه في أي نظام لاختزان المعلومات واسترجاعها، أو نقله على أي هيئة أو بأي وسيلة سواء كانت إلكترونية أو شرائط ممغنطة أو ميكانيكية، أو استنساخاً، أو تسجيلاً، أو غيرها إلا في حالات الاقتباس المحدودة بغرض الدراسة مع وجوب ذكر المصدر.

رئيس التحرير: **د. عثمان الصيني**
لمراسلة المجلة على الإنترنت: www.arabicmagazine.com info@arabicmagazine.com

الرياض: طريق صلاح الدين الأيوبي (الستين) - شارع المنفلوطي
تليفون: 4778990 -1-966 فاكس: 4766464 -1-966، ص.ب: 5973 الرياض 11432

التوزيع DISTRIBUTION
دار المؤلف Dar Al-Moualef
Tel.: +961 1 823720
Fax : +961 1 825815
info@daralmoualef.com

قائمة المحتويات

المقدمة 4

تاريخ المراكب 6

دعونا نبحر 8

العبارات المستقبلية 10

ناقلات البضائع 12

الكاشطات والبرمائيات 14

اليخوت وزوارق السباق 16

المراكب الشخصية 18

القوات البحرية في المستقبل 20

الغواصات الكبيرة والصغيرة 22

الإنقاذ والبقاء على قيد الحياة 24

التكنولوجيا البحرية 26

الموانئ المستقبلية 28

التطلع إلى المزيد! 30

المسرد 31

الفهرس 32

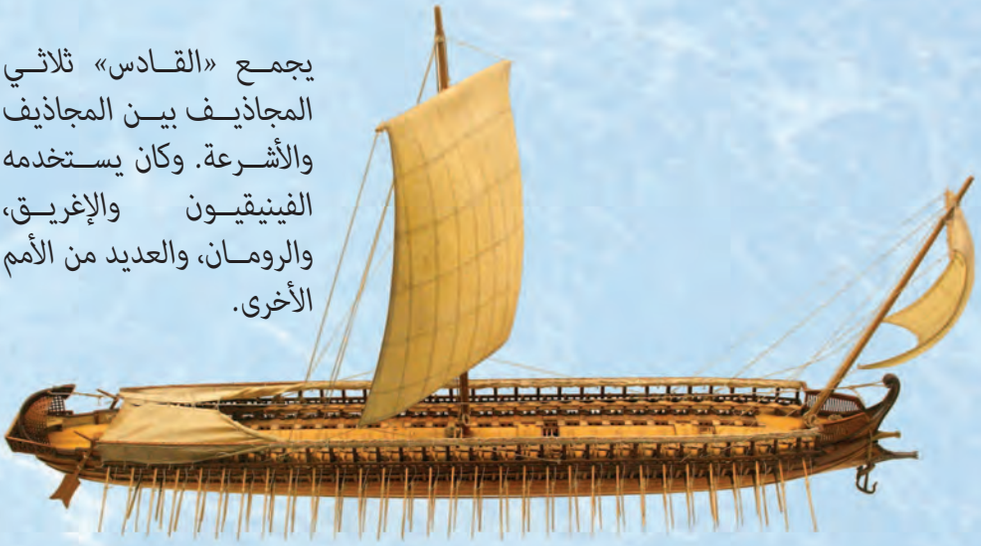
المقدمة

«يسر الميناء الخامس تقديم المغريات التالية في هذا الصباح المشمس الدافئ. لدينا تزلج حر على الماء، وسباق غواصات صغيرة، والبحث عن كنز مدفون، وتحدي جهاز تنفس للغوص تحت الماء يعمل بالطاقة الشمسية. استمتعوا بوقتكم. وتذكروا دائماً بأن المياه هي صديقكم»!

نحن نحب الاستمتاع في الماء. فلقرون جذّف الناس وسبحوا وأبحروا. وأما الآن فنحن نغوص، ونتزلج على الماء، ونمارس رياضات أخرى مثل التزلج على الماء بواسطة طائرة ورقية، وبواسطة الرياح، والأشرعة، والغوص العميق تحت الماء، ونستخدم الزوارق السريعة. فهل سيشهد المستقبل ألعاباً جديدة ورياضات بين الأمواج؟ والأهم من ذلك كله للعالم، هل سنشهد مزيداً من السفر والنقل بواسطة المياه؟ وهل ستخفف الاختراعات الجديدة والتكنولوجيات الحديثة لسفن الركاب، والعبّارات، وناقلات البضائع، من مشاكل الاحتباس الحراري، والاكتظاظ البشري، وتضاؤل موارد الطاقة؟

تاريخ المراكب

المياه هي أقدم وسيلة من وسائل النقل على نطاق واسع. فمنذ أكثر من 20,000 سنة جذّف الناس على طوافات مصنوعة من جذوع الشجر. ومنذ 5,000 سنة بدأت السفن الشراعية بالإبحار.



يجمع «القادس» ثلاثي المجاذيف بين المجاذيف والأشرعة. وكان يستخدمه الفينيقيون والإغريق، والرومان، والعديد من الأمم الأخرى.

التجارة البحرية

فيما استكشف البشر العالم القديم، أصبحت سفنهم الشراعية أسرع وأفضل باستخدام طاقة الرياح. فبدءاً بالفينيقيين منذ 3,500 سنة، وانتهاء بالبندقيين من القرن الثامن إلى القرن الثامن عشر، بنى البشر الإمبراطوريات بالاتجار عبر البحار. كما جنت السلع التي أُحضرت من أماكن بعيدة ثروات هائلة.

يعتبر قارب «القرقل» من أبسط القوارب وأصغرها، وهو يستخدم منذ أكثر من *2,000* عام في غرب بريطانيا وأيرلندا. ويغطى إطاره المصنوع من خشب الصفصاف بجلود الحيوانات المقاومة للماء.

جلبت سفن «القلبر» الشراعية السريعة في القرن التاسع عشر البضائع الثمينة إلى الأسواق الغنية.

تعتبر محطة الحاويات «كيبل» في سنغافورة مركزاً تجارياً عالمياً

القوة البحرية

تحول العديد من الصراعات إلى معارك بحرية شهيرة، بدءاً بالحروب البونية بين روما وقرطاج قبل 2200 عام، وانتهاء بالمصادمات البحرية الملحمية في الحـرب العالمية الثانية (1939 - 1945). وأما في زمننا الحاضر، فإن السفن العائمة تمثل كُلاً من القوة التجارية والعسـكرية والرفاهيـة، بوجـود ناقلات النفـط الضحمـة، والسـفن الحربيـة العملاقـة، وسـفن الركاب الضخمة الفاخرة.

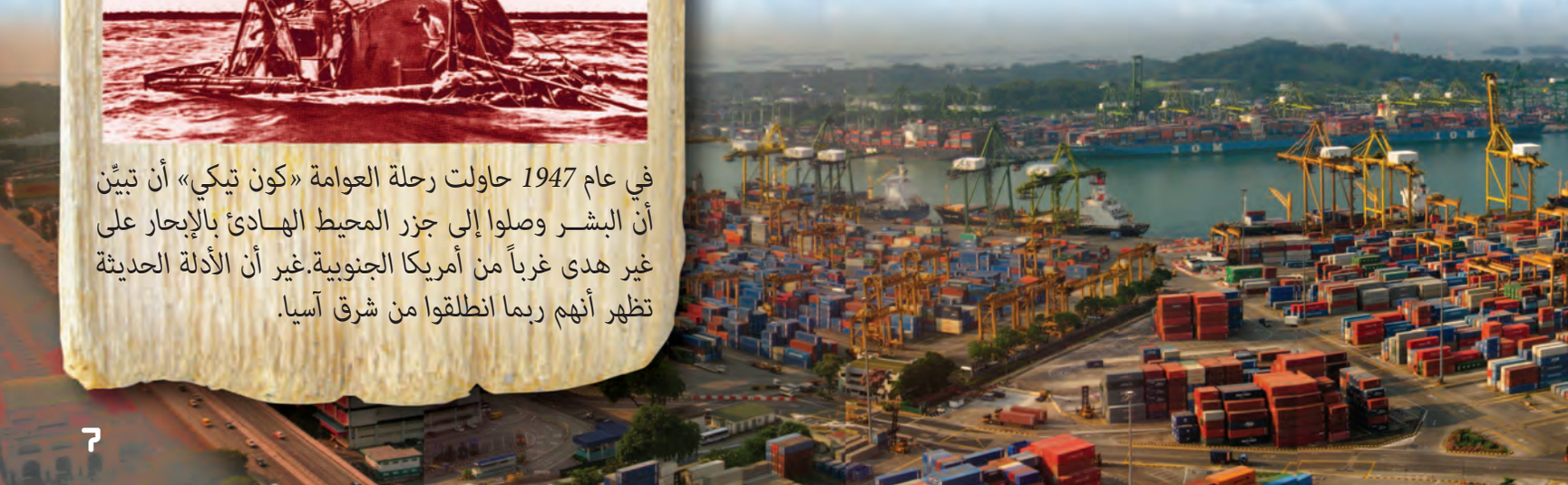
حدا الكفاح لحكم البحار بالقوات البحرية إلى تطوير اختراعات جديدة بدءاً بالقارب الزعنف (أعلاه) إلى الغواصة.

توجـد على متن حاملـة الطائـرات الأمريكيـة «نيميتز» فئة أولى أسـلحة وقوة قتالية أكثر مما يوجد في بعض البلدان الصغيرة.

يمكـن للتكنولوجيا التـي لا يمكننا تصورها، مثل المحـركات الدوارة التي تنتج تأثير حومان فوق المياه أن تزود الطاقة لتشغيل مراكب المستقبل.

«بدت كأنها فكرة جيدة»

في عام *1947* حاولت رحلة العوامة «كون تيكي» أن تبيِّن أن البشـر وصلوا إلى جزر المحيط الهـادئ بالإبحار على غير هدى غرباً من أمريكا الجنوبية.غير أن الأدلة الحديثة تظهر أنهم ربما انطلقوا من شرق آسيا.



دعونا نبحر

قبل بدء السفر الجوي لمسافات طويلة في خمسينيات القرن العشرين، كان المسافرون يمضون أسابيع على متن السفن البحرية الضخمة. وليس من المحتمل أن تتحول السفن المستقبلية من الفئة «أ» إلى الفئة «ب»، كما هو الحال، للسياحة الفاخرة.

على النقيض من أختها الصغرى «تايتانك»، فإن السفينة «أولايمبيك» تمتعت بحياة مهنية طويلة وناجحة دامت من عام *1911* حتى *1935*.

ملكات البحار

كانت سفينة «تايتانك» من أكثر السفن شهرة، وقد غرقت بشكل مأساوي بسبب اصطدامها بجبل جليدي في عام 1912. وكانت السفينة التي بلغ وزنها 52000 طن، وكانت تقل 3,500 شخص، وهو ربع وزن ونصف عدد ركاب أحدث السفن الضخمة التي تقدم أفضل الطعام، والشراب، والترفيه، وأماكن للزيارة.

تعتبر سفينة «واحة البحار» التي يبلغ وزنها *225,000* طن واحدة من أكبر السفن العائمة. كما يمكن لركابها الذين يزيد عددهم عن *6000* التمتع بمنطقة المتنزه المركزية *(اليمين)*.

يستغرق بناء السفينة أكثر من عشر سنوات بدءاً من التخطيط وانتهاء بصعود الركاب. وهنا السفينة «الملكة إليزابيث الثانية» مزودة بتجهيزات تشتمل على سلالم رئيسة (أدناه).

القيود على الحجم

هل يمكن للسفن السياحية أن تصبح أكبر حجماً؟ ثمة حدود مثل عمق المياه في الموانئ، وعرض مداخل المرافئ والقنوات. وأما في المحيط المفتوح، فكلما كانت السفن أكبر حجماً كان ذلك أفضل، وبطريقة ما أكثر أمناً، إذ إن السفن الضخمة أكثر استقراراً في مواجهة الرياح والأمواج العاتية.

في غضون خمسة وعشرين عاماً أخرى، يمكن للسفن أن تحمل *10,000* مسافر. ولكن تجارة السفن تعتمد على واقع الأثرياء. فإذا ما أصيب عالم المال بركود سيئ، فمن الممكن أن يتوقف بناء السفن أو حتى يلغى بالكامل.

كيف تعمل المثبتات

للعديد من السفن الكبيرة نوع من المثبطات أو المثبتات على طول جانبيها تحت الماء. وتساعد منطقة السطح الكبيرة لهذه الأجهزة التي لها شكل زعانف على الحد من التمايل من جانب إلى آخر. وقد أضيفت لبعض المثبتات مراوح دافعة أو محركات مائية نفّاثة.

«بدت كأنها فكرة جيدة»

إن إحدى المغريات الكبرى للإبحار هو «تنشق هواء البحر» في منتزه سطح السفينة. ولكن في ثلاثينيات القرن العشرين نسي نورمان بيل غيدس ومصمّميه هذا الأمر، واقترحوا إبقاء جميع الركاب وراء الزجاج. ولم يتم بناء السفينة المغلقة عابرة المحيطات.

عبَّارات المستقبل

لا يبـدو مظهـر العبَّارات التـي تعمل بجـد رائعاً، فهـي تنقـل الأفـراد والبضائع جيئـة وذهابـاً من دون توقـف، وفـي جميـع الأحوال الجويـة. ولكن أفـكاراً جديـدة قـد تجعلهـا أكثـر أمانـاً، وأكثـر كفاءة، وحتى أكثر متعة!

للعبارات النموذجية التي تقل السيارات وغيرها من المركبـات ، كما هو الحال في تركيا، مواعيد صارمة للحفـاظ عليها. وفـي الرحلات القصيرة يسـتغرق التحميل والتفريغ أكثر من ثلثي وقت العمل.

عبَّارات السيارات والشاحنات

تقل هذه العبَّارات السيارات والشاحنات وغيرها من المركبـات التي يمكنها السـير إلى داخلها والخروج منها (من دون حاجة إلى رافعة). وقد بدأت هذه العبارات العمل في خمسينيات القرن العشرين، وسرعان ما بني العديد من المنحدرات في مقدمات العبارات ومؤخراتها وفي الجوانب لتسـريع عملية التحميل والتفريغ. وسيكون بمقدور هذه العبارات المزمعة أن تحمل أكثر من 8,000 سيارة، وستكون لها طوابق قابلة للتعديل إذا ما دعت الحاجة إلى حملها لشاحنات عالية الارتفاع.

تبقى السفينة «كار لاين» النرويجية في البحر لمدة أربع وعشرين ساعة أو أكثر، بحمولة تبلغ *700* سـيارة و*2,500* مسـافر. وتتنافس شـركات العبارات في ما بينها على توفير السرعة، والراحة والسعر.

تصنع شركة «أوستال» العديد من أنواع العبارات ذات الهيكلين والثلاثة هياكل فائقة السرعة. ويتم اختبـار كل منها خلال التجـارب البحرية، كما هو مبيـن هنـا، للتأكد من أن جميـع الأنظمة تعمل بشكل جيد وأنها آمنة للاستخدام العام.

«بحار الطاقة الشمسية»

إن واحداً من سلسلة العبَّارات للرحلات عبر الموانئ هو «بحار الطاقة الشمسية»، وهو هجين يعمل بالديزل والطاقة الكهربائية، بالإضافة إلى قوة دفع الرياح. كما أن ألواحها الشمسية القابلة للطي تعمل كأشرعة.

السفن الخضراء

إن السماء الصافية هي منظر أكثر شيوعاً فوق البحر مما هي عليه فوق العديد من الأماكن على اليابسة. كما يعد الوقود أيضاً جزءاً كبيراً من تكاليف تشغيل أي عبارة. ولذلك يجري اختبار الطاقة الشمسية كعامل مساعد لشحن بطاريات المحركات الكهربائية التي يمكنها أن تدوّر المراوح.

ستمنح تصاميم أذرع الامتداد الجديدة استقراراً ممتازاً حتى في البحار عاتية الأمواج، ما يتيح للعبارات الحفاظ على مواعيدها الصارمة.

«بروتيوس» عبارة عن زورق تراكبي له قدرة التكيف مع الأمواج. وتوجد محركاته في ما يشبه طوافتين عائمتين، كما تؤكد سيقانه المرنة أن حاضنه المركزي يتمتع بإبحار سلس.

«بدت كأنها فكرة جيدة»

حاولت السفن العبّارات حمل قطارات السكك الحديد عبر القنوات الواسعة جداً لبناء جسور فوقها. غير أن فصل عربات القطار وتحميلها كان يستغرق وقتاً طويلاً. ولذلك تعني تكنولوجيات حفر الأنفاق أن الأنفاق هي الحل الأمثل.

ناقلات البضائع

يتم نقل أكثر من تسعة أعشار بضائع العالم والسلع المتداولة بواسطة البحر. ولذلك ستكون المراكب التي يخطط لبنائها المصممون والمهندسون الآن قابلة للاستخدام للجيل القادم.

سيحوي تصميم «كوانتوم» من شركة «ديت نورسك فيريتاس» الذي يمكنه حمل *6000* حاوية معدنية، على مواد بلاستيكية لتوفير الوزن، ومقدمة انسيابية.

سائقون جدد

تقليدياً تبحر سفن الشحن بواسطة محركات ديزل بحرية أو توربينية تستهلك الكثير من الوقود. ويجري البحث حالياً عن وقود جديد ومراوح دفع، بما في ذلك محرك هجين كهربائي، يعمل كذلك بالغاز، وخلايا وقود الهيدروجين. كما سيكون هناك أيضاً مساعدة من الطاقة الشمسية، وأشرعة يتم التحكم بها بواسطة الكومبيوتر، وحتى الطائرات الورقية!

السفينة «إي شيب *1*» حملت أولى شحناتها في عام *2010*. فالأسطوانات الأربع لهذه السفينة التي يبلغ طولها *89* قدماً *(27 م)*، والتي تسمى دوارات «فليتنر»، تدور لمساعدتها على التقدم إلى الأمام بسهولة. ويحد هذا من ثلث احتياجات الوقود في سرعة إبحار تبلغ *18* ميلاً *(29 كم)* في الساعة.

تبلغ مساحة «بيلوجا سكاي سيلز» التي يتم التحكم بها بكومبيوتر طائرة ورقية *1700* قدم مربع *(158* متر مربع*)*. وتحلق الطائرة على ارتفاع ما بين *330* و*1600* قدم *(488-100 م)*، وتوفر ما يصل إلى خمس تكلفة الوقود.

الوقت يعني المال

بالنسبة إلى الناقلات التجارية في رحلاتها القصيرة، فإن الوقت الذي تمضيه في الموانئ أو في الأحواض، وفي التحميل والتفريغ يكلف مبالغ ضخمة من المال. وتتضمن الأساليب الجديدة لتوفير الوقت وجود مغناطيسات قوية على رافعات صناديق الحاويات المعدنية، ومنصات قابلة للتعديل تستخدم كقواعد لأنواع عديدة مختلفة من البضائع.

دافعات السمت هي مراوح على حواضن تدور يميناً ويساراً. وهي تجعل السفن أكثر قدرة على المناورة، وهدراً للطاقة أقل من الدفات.

يمكن للسفينة «أورسيلي» من شركة «فالينيوس فيلهلمسين» التي تتميز بانبعاثات صفر من الكربون حمل *10,000* سيارة.

«بدت كأنها فكرة جيدة»

كانت «سافانا» سفينة تقل البضائع الأولى والوحيدة التي تعمل بالطاقة النووية. وكان بمقدورها أن تحمل حمولة تبلغ *8,000* طن و*60* راكباً بكل راحة. وبعد أول رحلة لها في عام *1962* كان أداء «سافانا» جيداً في البحر. غير أن الاحتياطات ومخاطر الطاقة النووية دفعت لإحالتها للتقاعد في عام *1972*.

«أولستاين» ذات المقدمة «أكس»

المقدمة «أكس» شبيهة بالمقدمة المنحدرة الضيقة المعروفة، ولكنها معكوسة. ويمكنها أن تمنح إبحاراً أكثر سلاسة في الأمواج العاتية، كما تحد من مقاومتها للماء أو السحب، مع مزيد من السرعة باستهلاك وقود أقل.

كاشطات الماء والبرمائيات

ثمة حاجة إلى طاقة كبيرة لدفع سفينة ما عبر المياه والأمواج. فلماذا لا تسير فوقهما وحسب؟ فقد شهدت السفن المزعنفة وتصاميم مماثلة نجاحاً متفاوتاً. ومع ذلك، فقد تتغلب صيغ مستقبلية على صعوباتها القديمة.

كانت الطائرة المزعنفة من طراز بوينغ *929* واحدة من أنجح السفن الهجينة، خصوصاً باعتبارها عبّارة السريعة عبر الخلجان المحمية ومصبات الأنهار.

قاطعات الموج

للهجين النموذجي «أجنحة» ضيقة شبيهة بالزلاجات أو رقائق على دعامات تحت هيكل السفينة. وفيما تتحرك هذه عبر الماء، فإنها تنتج قوة رفع شبيهة بأجنحة الطائرة. وترفع هذه القوة الطائرة فيما تبقى الزعانف في الماء، ولكن يمكن للسفر فيها أن يكون متعباً وغير مستقر، فضلاً عن كونه صاخباً مصطحباً بمطبات وارتجاجات.

تشغّل شركة «تيربو جيت» التي تتخذ من هونغ كونغ مقراً لها العديد من عبّارات «تراي كات». وتختبر هذه العبّارة الجديدة تصميم زعنفة من شركة *HYSUWAC* البولندية تمكنها من خفض تكلفة الوقود.

يقترح المصمم المستقبلي غيليرمو سوريدا بوغوس تصنيع قوارب مزعنفة على غرار أسرة السيارات المحلّقة، المدمجة بطائرات رجال الأعمال. وترتقي السفينة *HSSC* على زعنفة أمامية بشكل بيضاوي، مع زعنفة ذيل ذات مروحة من أجل الدفع وتوفير مزيد من الاستقرار.

العوامات

تبحر القوارب التي تتوسّد الهواء أو القوارب الحوّامة بالاعتماد على ضغط هواء عالٍ. وهذه الزوارق برمائية يمكنها التحرك من الماء إلى اليابسة والعودة منها إلى الماء. ولكنها تستخدم كميات كبيرة من الوقود. كما أنها غير ملائمة لتوجيهها في الرياح والأمواج العاتية. وقد تساعد تصاميم جديدة والتحكم عبر الكمبيوتر على الحد من هذه المشكلة.

«بدت كأنها فكرة جيدة»

كان بمقدور الحوامة العملاقة من طراز سي آر. إن4 *(SR.N4)* حمل *30* سيارة و*250* شخصاً، وأن تنطلق بسرعة عبر طرق الشحن المزدحمة. غير أن الطاقة اللازمة لرفع مثل هذه الأوزان كان يعني أن تكاليف الوقود هائلة.

بمقدور الزورق الحوامة «بايونير أم كي *3*» *(Pioneer Mk3)* استيعاب *25* مسافراً، ويمكنه الانطلاق بسرعة *64* كم في الساعة.

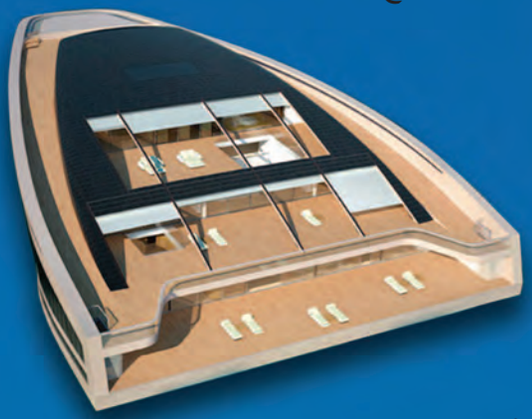
في غضون خمسة وعشرين عاماً سيصبح هجين من الحوامات وزلاجات الماء وسيلة النقل الشخصية الأكثر نجاحاً، فيما يحلّق هذا الهجين على ارتفاع منخفض فوق الطرقات، والأعشاب، والأراضي الوعرة، والمستنقعات، والمياه.

اليخوت وزوارق السباق

إن طاقــة الرياح مجانية. وهي تقوم بدفع العديد من أنواع الســفن الشــراعية، بدءاً باليخوت الفاخرة وزوارق السباق وانتهاء بالقوارب العادّية. وقد ســاعدت في ما مضى سفن البضائــع على الإبحار أيضــاً. ولكن احتمال ســكون الرياح والتأخيــرات أدى إلــى غلبة المحــرّكات. فهل يمكــن للأشــرعة أن تستعمل مجدداً؟

إن مشــروع «غريــن جيــت» عبارة عــن تصميم يخــت بطــول 57 متراً، بأشرعة متعددة يمكن لمشغّل واحد ضبطها على شاشــة تعمــل باللمس، وفق حركة الريح.

تمــت ملاءمة هيكل اليخــت «واي»، الــذي يعمل بمحرك، والذي يبلغ طوله 58 متراً بتصميم بمدك، ما منحه اســتقراراً اضافياً ومنطقة سطح ضخمة.



أشرعة زائدة

للحد من استخدام الوقود، ومعه مشاكل مثل ظاهرة الاحتباس الحراري، يمكننا أن نشــاهد عصر شراع آخر. وسوف تعتمد القوارب على الأشــرعة عندما تهب الرياح. ولكن ســيكون لديها أيضاً أنظمة مساعدة أو احتياطية، مثل مراوح بمحــركات كهربائية تزودها بها ألواح شمسية بالطاقة.

لقارب الفالكــون المالطي ثلاث صوارٍ، يحتوي كل منها على خمسة أشرعة يتم فردها بواسطة محــركات. وتقــوم أجهزة الكمبيوتــر في هذا القارب بالكشــف عن سرعة الرياح، واتجاهها، وغيرها من الظروف، وتقترح كيفية اســتخدام الشراع.

ملوك السرعة

قليل من الإثارة يضاهي الارتطام بالأمواج في زوارق سريعة كبيرة. غير أن تكاليف الوقود والمحركات لهذه الوحوش ترتفع كل عام. وتشتمل الاتجاهات الجديدة على خلايا وقود للدفع الكهربائي، ومواد أخف وزناً، وتصاميم هيكل أفضل للحد من قوة السحب.

تم تطوير «بافاريا ديب بلو 46» اليخت الذي يعمل بالمحرّك باستخدام تصاميم ومواد وتكنولوجيات استعيرت من شركة السيارات الأم بي إم دبليو.

في عام *2008* حاز القارب «إيرث ريس» (أدناه) الرقم القياسي للزوارق السريعة حول العالم، والذي استغرق *61* يوماً، مستخدماً وقود ديزل حيوي مستدام مصنّع من النباتات.

اليخت الفاخر «أيقون ٧٢٥»

تتميز اليخوت التي تعمل بالمحركات، مثل «سابديس أيقون *725*» الذي يبلغ طوله *73* متراً جميع وسائل الراحة التي يمكنك أن تتخيلها، بدءاً بالحمام المعدني ، وانتهاء بصالة عرض سينما. ومع ذلك فإنها أيضاً تعجّ بأجهزة توفير الطاقة والأجهزة الصديقة للبيئة، بما في ذلك أحدث تصميم لقوس خارق للأمواج لتوفير طاقة المحرك.

يتم دفع اليخت الفاخر «سوليلوكوي» «الصديق للبيئة» بمزيج من الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، والمحرك الهجين. وتغطي ألواحه الشمسية مساحة *600* متر مربع.

ترتفع أشرعة «سوليلوكوي» الصلبة تلقائياً ويتم تعديلها بواسطة أجهزة الكمبيوتر.

المراكب الشخصية

لقد أصبحت المراكب الشخصية تجارة نامية. فهي ليست فقط للمتعة والترفيه، والسياحة، والمسابقات، والاثارة. فهي قد تستخدم في مهام البحث والإنقاذ.

الذهاب منفرداً

فيما تتحسّن قوة المراكب الشخصية، ومداها، وراحتها، وسلامتها، فإنها قد تقوم بأداء أكثر الأدوار في السفر والنقل. فقد تُستخدم للذهاب إلى العمل كل يوم، وتنقل على متنها إمدادات صغيرة عبر الجزر والقنوات، وحتى قوارب نجاة صغيرة لإنقاذ الناس الذين يواجهون متاعب في البحر. ويوجد لدى المركب «سي فانتوم» من ديناميكيات الطيران البحري التجريبية هيكل «جسم رافع» مصمّم للاستقرار، استعير من الطائرات فائقة السرعة.

الدراجة المائية رباعية الحجم من تكنولوجيا جيبس (إلى اليسار) عبارة عن مركب تزلج يمكن أن يتغير إلى دراجة رباعية الحجم بكبسة زر. وتوفر الغواصة الصغيرة «ووركس سي- كويستر» (أدناه) معايير راحة جديدة.

«بدت كأنها فكرة جيدة»

كان للقارب «ويذين»، وهو القارب المتقدم الذي يشغّل بشرياً دوّاسون يستلقون في داخله. وقد اقترحت طاقة الدواسة باعتبارها تقدماً هائلاً في المراكب، غير أن الطاقة المطلوبة كانت فوق طاقة جسم الإنسان بكثير.

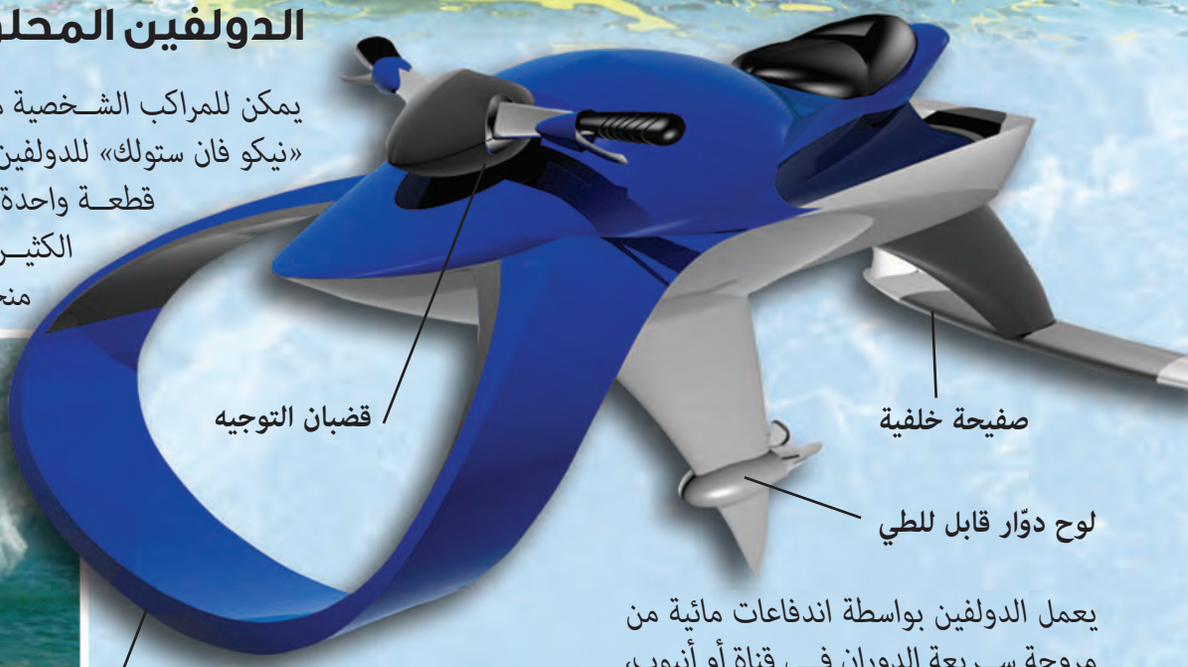
قد تشتمل المراكب الشخصية المستقبلية على غواصات صغيرة ذات إبحار حرّ، والمشي على جناح قاطعات الأمواج، للركوب للاستمتاع في حواضن حوّامة.

السطح والغواصات الصغيرة

الجانب الماتع من القوارب الشخصية أنها تستمر في التوسع. وقد تقدم التصميم الأساسي للزلاجة المائية النفاثة بشكل كبير منذ ابتكارها في منتصف سبعينيات القرن العشرين. وفي كل عام تبدو أحدث الموديلات أسرع وأكثر قدرة على التكيف. كما أن الغواصات الصغيرة الشخصية تتقدم بسرعة أيضاً، لدرجة تدعونا للتعجب من عالم ما تحت البحار.

الدولفين المحلّق

يمكن للمراكب الشخصية من نوع الزلاجات النفّاثة الإقلاع مع فكرة «نيكو فان ستولك» للدولفين المحلق. فلصفيحتها الأمامية المكوّنة من قطعة واحدة قوة كبيرة، وتلتف تحت المركب لمنحها الكثير من الرفع حتى عندما تكون في سرعة منخفضة.



يعمل الدولفين بواسطة اندفاعات مائية من مروحة سريعة الدوران في قناة أو أنبوب، تعرف باسم «اللوح الدوّار».

القوات البحرية في المستقبل

لقد أسّســت القوة البحريــة إمبراطوريات عظمى وأنشــأت روابط تجاريــة في جميع أنحاء العالــم. وعلى الجيل القادم من القوات البحرية أن يكون سريعاً، وذكياً، وقابلاً للتكيف، فيما يستجيب للاحتياجات العالمية.

يعــد قــارب دعم مســرح العمليــات «وان إكــس» *(1X)* الــذي يحمــل الاســم الرمــز «رأس الحربــة»، اختباراً لقارب دعم للجيش الأمريكي. ويتميز تصميمــه الثلاثي الطــوف بهيكلين قاطعَي أمواج اثنين.

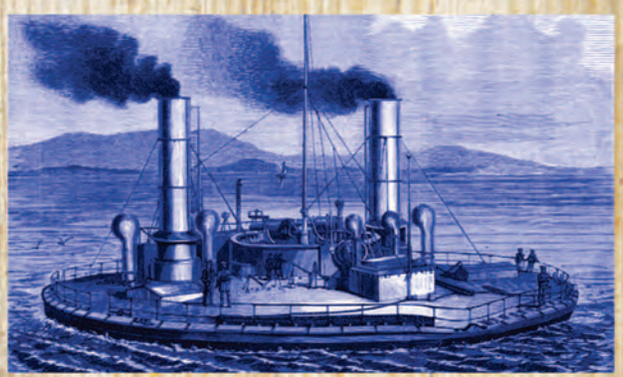
تــشــبــه الطائرات المائية الصغيرة ذات الهيكلين التوأمين، مثل «سي فيش» *(Seafish)* الزورق ذا الهيكلين، ولكن الهيكلين الصغيرين على شكل أنبوب يبقيان تحت السطح.

التفوق البحري

كانت الســفن الحربيــة الكبيرة في الحربيــن العالميتين أسلحة دموية في زمانها. وفيما نمت القوات الجوية، بنت القوات البحريــة أيضاً حاملات طائرات عملاقة عبارة عن قواعد جويــة طافية فوق الماء. كمــا تتطلب الاتجاهات الحديثة فــي الحروب قوة صاروخية، فضــلاً عن طائرات شبح تتجنب اكتشافها، إضافة إلى الكثير من أسلحة الدفاع لصد هجوم العدو.

يمكــن لحاملة الطائرات الأمريكية «جيرالد فــورد» التي يبلغ طولها أكثر مــن *305* أمتار، والتي تعمل بالطاقــة النووية، حمل *75* طائرة ومئات الصواريخ.

«بدت كأنها فكرة جيدة»



كان مــن المفترض أن تغيّر الســفينة الحربية الروســية «نوفوغراد» في عــام *1874* الحرب البحرية. فقد كانت اســتدارية للاســتقرار، ويمكنها الدوران لإطلاق النار في أي اتجــاه - ولكن كان من المســتحيل تقريباً توجيهها بشكل مستقيم.

مقاتلات مرنة

ستكون السفن الحربية القادمة، على الأرجح، أسرع وأكثر مرونة أيضاً. فقد تحتاج إلى تبديل الأدوار - من اندفاع مفاجئ إلى التجسس على أحداث مثيرة للشبهة، وإلى ملاحقة سرية لعدو محتمل، وإلى إطلاق نيران حاسمة في معركة نهائية.

تحمل قوارب الإنزال متوسدة الهواء الحوّامة العسكرية مركبات قتالية، بدءاً بسيارات الجيب إلى الدبابات، من ناقلات بضائع عابرة للمحيطات رأسية بالقرب من الساحل، عبر المياه الضحلة إلى الشاطئ.

للسفن الحربية الأمريكية الجديدة من فئة «إنديبندينس» وحدات مثل الحاويات مجهزة لمختلف المهمات.

السفن الشبح

يشتمل مصطلح الشبح على البقاء غير معروف للرادارات باستخدام أشكال وأسطح ومواد تبعثر أو تمتص موجات راديو الرادار. وفضلاً عن ذلك لا بد من الحدّ من ضجيج المحرك واهتزازاته، وحرارته.

يتم تصميم السفن الحربية الشبح مثل السفن الأمريكية المزمعة من فئة «زومولت» (أعلاه) بخبرة مكتسبة من الزوارق السويدية، مثل الطرّادات الصغيرة الخفيفة من فئة «فيسبي» (إلى اليمين).

الغواصات الكبيرة والصغيرة

إن عالم ما تحت سطح المياه، بعيداً عن الرياح، والشمس، والأمواج، هادئ ومطمئن. ويمكن لهذا العالم الغامض أن يكون الطريق السريع القادم لنقل البضائع، وربما الناس، سواء في العمل أو للاستمتاع بالمناظر الطبيعية.

دأبت الغواصات الصغيرة «ألفين» على القيام بعمليات غوص ملحوظة منذ ستينيات القرن العشرين. وقد عثرت على قنبلة ذرية غارقة في عام *1966*، كما اكتشفت فوهات حرارية في أعماق البحر في عام *1977*، وعاينت السفينة الغارقة «تايتانيك» في عام *1986*.

غواصات متنوعة

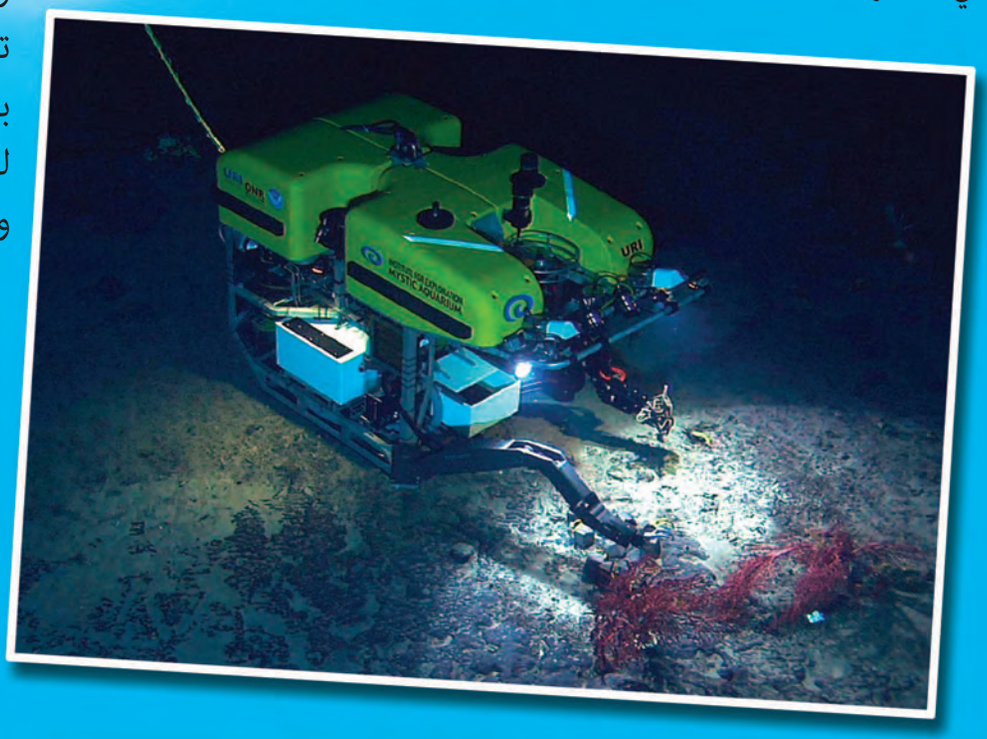
الغواصات الكبيرة عبارة عن سفن ذات حجم كبير يمكنها القيام برحلات بحرية طويلة – فبعض الغواصات التي تعمل بالطاقة النووية تبقى تحت الماء لعدة أشهر. وأما الغواصات الصغيرة فهي أصغر حجماً بكثير تقوم بعمليات غوص أقصر، وتعمل من ميناء محلي أو سفينة أم. ويبقى بعضها بالقرب من السطح، بينما يغوص بعضها إلى عمق يبلغ 6.4 كم!

دخلت غواصات الجيل القادم البحرية البريطانية من فئة «أستوت» في الخدمة في عام *2010*. وبالإضافة إلى طاقم من *100* شخص وطولها الذي يبلغ *98* متراً، تحمل كل غواصة *38* طوربيداً وصاروخاً.

تعتبر الغواصة «ماريون هايبر» هجيناً من زورق سريع على سطح الماء بسرعة *72* كم في الساعة، ويمكنها الإبحار كغواصة في أي مكان.

يتسع الطراز الحديث «سي إكسبلورار 5» من الغواصة الألمانية «ووركس» ما يصل إلى ستة أشخاص برؤية شاملة. وسيتم استخدامها للاستعمال السياحي، والدراسات الاستقصائية، والأبحاث، وربما لأعمال الإنقاذ تحت سطح الماء.

تغوص المركبة «هرقل» المشـغّلة عن بعـد 6.4 كم بكابلها أو حبلها المربوط. وتتميز إحدى ذراعيها اللاقطة بقوة حساسـة، ما يعني أن المشغّل البشري على السطح «يشعر» بصلابة الأجسام التي تلتقطها.



ألعاب كومبيوتر مائية

قد يكمن مسـتقبل الاستكشـاف تحت الماء، وربما الجزء الأكبر من وسائل النقل، بمركبات تحت الماء يتـم التحكم فيها وتشـغيلها من بعد. وهي لـن تحتاج حينها إلـى مقصورات للطاقم مملوءة الهـواء، يتم التحكم بحرارتها، وبذلك تم تبسيط كثير من تكنولوجياتها.

«بدت كأنها فكرة جيدة»

في عام 1775، بنى الوطني الأمريكي ديفيد بوشنل سلحفاته الغواصة للصق متفجرات بالسـفن البريطانية في حرب الاسـتقلال. غير أن جميع مهمات السـلحفاة أخفقت، وغرقت في نهاية الأمر.

يمكن للغواصات الصغيرة المتجوّلة (أدناه إلى اليسار) استكشاف منطقة ما قبل وصول مركبة أكبر (أدناه إلى اليمين) لجمع الصخور الغنية بالمعادن مثل الذهب الخام.

الإنقاذ والبقاء على قيد الحياة

تحدث الحوادث، خصوصاً في المياه. وتشكّل الأعطال، والعواصف، والشعاب الصخرية أخطاراً لعمليات الشحن البحري. وسوف تتغلب مراكب الإنقاذ على جميع أنواع الظروف للقيام بأعمال الإنقاذ واستعادة الأشياء الثمينة.

على قارب نجاة، والمياه في كل مكان - ولكنها مالحة وغير صالحة للشرب. ولكن في هذه الفكرة تبخر أشعة الشمس مياه البحر، وتكثّفها إلى مياه عذبة.

«بدت كأنها فكرة جيدة»

كانت أجراس الغوص قديمة الطراز تنقذ الناس تحت الماء. فكانت هذه الأجراس المملوءة بالهواء تدلّى في الماء ويدخل فيها الشخص. ومن ثم كان يتم تحرير أكياس الصابورات حتى يسهل رفع الجرس إلى أعلى - آملين أن يكون الشخص ما زال بداخلها!

قوارب النجاة

كانت أول خدمة قارب نجاة كبيرة منظمة هي مؤسسة قارب النجاة الوطنية الملكية البريطانية في عام 1824. وسرعان ما تبعتها بلدان أخرى، مثل خفر السواحل الأمريكية. وكان من أعظم تقدم هو تصميم التقويم الذاتي الذي يجعلها تستقيم مباشرة إذا ما انقلبت.

تتميز أحدث قوارب نجاة المؤسسة الوطنية الملكية (أعلاه) بمحركات ديزل قوية وحماية في جميع الأحوال الجوية. وسيكون بمقدور قوارب الاستجابة السريعة المزمعة التابعة لخفر السواحل الأمريكية (إلى اليمين) على البقاء في البحر لمدة خمسة أيام.

قوارب النجاة وسترات النجاة

تتطلب السلامة أن يكون على متن السفن سترات نجاة و/ أو قوارب نجاة لجميع من على متنها. وقد يصبح المرشد اللاسلكي معيارياً، حتى بالنسبة إلى سترات النجاة الفردية. إضافة إلى ذلك، فإن العطش مسألة رئيسية للبقاء على قيد الحياة، ولذلك يمكن أن تحتوي السترات على أجهزة لتحلية مياه البحر.

تعتبر القوارب الهوائية ذات تصميم الثلاثة هياكل، ومراوح هواء لدفعها، مثالية للعمل في المياه الضحلة.

تحلق القوارب الحوامة في اليابسة فوق المستنقعات والمناطق الصخرية ضحلة المياه حيث تتعثر قوارب النجاة.

إن الوصول إلى منطقة الإنقاذ بسرعة أمر حيوي، قبل أن تجتاح الأمواج البحارة الذين تقطعت بهم السبل إلى حتفهم. ولذا يمكن لقوارب النجاة السريعة في المستقبل استخدام أفكار من زوارق المتسابقين السريعة التي تستخدم قبالة السواحل.

التكنولوجيا البحرية

فيما تتحسّن المراكب ذاتها في المستقبل، فكذلك تتحسّن المعدات، مثل الملاحة، والسونار، والمحركات، والطريقة التي تحصل بها على الطاقة في المياه.

يستخدم نظام «كوسباس سارسات» *11* قمراً صناعياً *(إلى اليمين)*، يستمع باستمرار إلى إشارات اللاسلكي من أجهزة استغاثة لاسلكية *(إلى اليسار)*. وتحمل هذه الأجهزة السفن والقوارب، وكذلك أنواع مماثلة في الطائرات.

الملاحة

ينبغي أن يشتمل التقدم في السنوات القادمة على تجهيز جميع السفن وقوارب الإنقاذ بطريقة أفضل، فضلاً عن أجهزة استغاثة لاسلكية، يطلق عليها أيضاً «أجهزة طوارئ لاسلكية لتحديد المواقع». وسيتيح هذا لرجال الإنقاذ تحديد الموقع حتى لو كان في وسط المحيط أو كانت مخبّأة في جُرُف على ساحل ناءٍ.

«بدت كأنها فكرة جيدة»

كان للسفينة الحربية البريطانية «راتلار» *(أعلاه)*، في عام *1845*، بمروحتها المخترعة حديثاً *(مروحة الدفع الهوائي)*، مناوشة مع السفينة «أليكتو» التي كانت تعمل بمجذاف محراك. وقد انتصرت السفينة «راتلار»، وسرعان ما تلاشت المجاذيف المحراكة.

يتميز تصميم قارب الاستجابة المتوسطة الأمريكي بهيكل مزدوج ذي عمودين - حَرْف مزدوج يمتد من المقدمة إلى المؤخرة. وهذا يحسن إلى حد كبير التعامل مع حالة الطقس السيئة.

صفيفة سونار لكوة القوس الكبيرة

«تنصت» صفيفة سونار لكوة القوس الكبيرة لذبذبات صوتية باستخدام جهاز ملتف مثل العدسة يجمع الاهتزازات ويركّزها. ويتم تحويلها بعد ذلك إلى إشارات كهربائية لعرضها على شاشة السونار.

يُتوقع أن تكون الأشرعة التي ترتفع تلقائياً في الرياح المناسبة، حتى تتمكن المحركات من الإبطاء أو التوقف، هي الاتجاه المقبل في الدفع.

تعمل القوارب القاطرة في الموانئ المزدحمة حيث يمكن أن يشكّل التلوث مشكلة. وتعتبر القاطرات الكهربائية هي البديل النظيف، والذي يمكنه أيضاً إعادة شحن البطاريات بين ليلة وضحاها.

الدفع

يتم دفع معظم السفن بواسطة مراوح، أو مراوح دفع مائي، فيما يتغير تصميم الدعم. وتبين أحدث نماذج الكمبيوتر كيف يحرك نصل المروحة المياه، حتى يتمكن المهندسون من القيام بتغييرات صغيرة لمنح زيادة كبيرة في السرعة وتوفير الوقود.

تكون الفوهات صغيرة الحجم كأكفان تشبه الياقات أو أنابيب حول المراوح. ويجعل شكلها المياه تتدفق بسلاسة أكثر من أجل مزيد من الدفع.

الموانئ في المستقبل

فيما تتقدم وسائل النقل المائي، سوف تصبح المرافئ والموانئ أكثر انشغالاً وأهمية. وسوف تحتاج بشكل أفضل إلى روابط أسرع بواسطة الطرق، والسكك الحديد، والجو، وكذلك إلى خدمات على مدار الساعة.

ملاجئ فائقة

تتنوع الموانئ من موانئ جزر صغيرة إلى مراسي ترفيهية كبيرة، ومراكز نقل للعمال، ومحطات شحن ضخمة حديثة. وقد تقوم في السنوات المقبلة، الغواصات الصغيرة الأوتوماتيكية بدوريات في الممرات البحرية والأرصفة البحرية. وسوف تتحقق من وجود عوائق وترصد السفن وعمق المياه. كما ستقوم بإرسال روبوتات جرّافة لإزالة الطين والرمال.

يعتبر مفهوم زنبق الماء هذا فكرة لمدينة عائمة في المستقبل تأوي *50,000* شخص، حيث يمكنهم زراعة مأكولاتهم الخاصة بحيث يكونوا مكتفين ذاتياً في مجال الطاقة.

سوف تجذب الموانئ بناء ناطحات السحاب، والمخازن، ومباني الشقق.

قد يكون تغير المستويات بسيطاً مع رافعة السفينة. فتقوم مثل هَويس قناة إضافي عالٍ برفع، أو خفض، الحاويات على شكل حوض صغير بين البحر وشبكة قناة محلية.

تتميــز مبانــي الميناء ببعض أكثــر التصاميم المتطــورة في العالم. فللمقر المزمع لميناء أنتويرب، بلجيكا، بنية زجاجية جديدة شــبيهة بهيكل السفينة فوق مبنى رجال الإطفاء الحالي.

ناطحة بحار دائرية

تقترح شركة «زيغلو» بناء ناطحة بحار (بدلاً من ناطحة سحاب على اليابســة) بارتفاع يضاهي ارتفاع مبنى «إمباير ستيت»، في نيويورك. وتأتي الطاقة التي يحتــاج إليها القاطنون الذين يبلغ عددهم *2000* شخص من الرياح، والمد والجزر، والتيارات، والطاقة الشمسية.

«بدت كأنها فكرة جيدة»

على مر الســنين كان ثمة عدة مقترحات لميناء عائم - في الواقع ســفينة عملاقة تقوم بدور ميناء آمن ومحطة للتزود بالوقــود للقوارب الصغيرة. وهــذه الصيغة من اليابان تعود إلــى ثلاثينيات القرن العشــرين. غير أن التكاليف ســتكون هائلة.

التطلع إلى المزيد!

يتنبأ العلم بزيادة الاحتباس الحراري وارتفاع مستويات البحر، وبذلك ستصبح وسائل النقل المائي أكثر شيوعاً. وستكون القوارب والسفن المثيرة أقل تلوثاً، وأكثر كفاءة في استخدام الطاقة، فضلاً عن أنها ستكون أكثر أمناً وأسهل للاستخدام. وسيكون العالم في المستقبل مكاناً أكثر بللاً!

قد تكون المواد الجديدة المرنة الذكية للأشرعة قادرة على التحكم بمطاطيتها وتعديل قوتها، للحصول على كل جزء صغير من الطاقة من النسيم. وسيكون بمقدور الصواري المعدّلة والدوّارات الهوائية الإلكترونية التقاط التغيرات المفاجئة لاتجاه الرياح.

كما قد تكون السفن الأم الفكرة الرئيسية الجديدة للقرن الثاني والعشرين. وستفتح بإبحارها البطيء إلى الأماكن المذهلة الطريق أمام السياح وتتيح لهم قيادة قواربهم الصغيرة إلى حيث يريدون، للتمتع بمشاهدة المناظر، والغوص، والإبحار، والصيد، وممارسة الرياضات المائية.

المسرد

التوربين:

أسطوانة دوّارة تشبه أرياش المروحة أو الدوارات، تدور عندما تتدفق السوائل أو الغازات متجاوزة إياها، أو التي تدور لجعل الغاز أو السوائل لتتجاوزها.

خلايا الوقود:

جهاز يصنع الكهرباء من الوقود مثل الهيدروجين بشطر ذراتها عن بعضها. كما أنها تنتج المياه كمنتج فرعي رئيسي.

خلايا شمسية وألواح:

هــي أجهــزة إلكترونية بحجم الــزر تحوّل الضــوء إلى طاقة كهربائية. ويطلق على العديد من الخلايا الشمسية في صفيحة واحدة كبيرة لوحة للطاقة الشمسية (صفيفة شمسية).

دافعة السمت:

هــي مروحة أو دوّار في حاضن أو غلاف يدور يميناً ويســاراً لتغيير اتجاه قوتها وجعل السفينة تتحرك بطريقة جانبية.

دوّار فلينتر:

أنبوب طويل أو إســطوانة تدور وتنتج قوة يمكن استخدامها سفينة أو حتى طائرة.

رفع:

القــوة التي تدفع الطائرة إلى فوق، عادة من شــكل «ســطح إنسيابي» لأجنحة الطائرة أو الزعانف المائية، والتي لها سطح علوي أكثر انحناء من السطح السفلي.

سحب:

هو المقاومة في الماء أو الهواء – القوة التي تؤدي إلى إبطاء أي شيء يحاول تجاوز الذرات والجزيئات الصغيرة لهذه المواد.

عبّارات:

مصطلح يســتخدم لعبارات ومراكب أخرى حيث يتم تحميل المركبات ذات العجلات وتفريغها بسهولة، من دون استخدام معدات مثل الرافعات أو المصاعد.

مكوّنات:

هي مواد مصنوعة من عدة مواد مثل الكربون والبلاستيك أو الألياف الزجاجية، والراتنجات، والسيراميك.

هجين:

ســيارة أو طائرة مع شــكلين أو أكثر من أشــكال الدفع، مثل المحركات الكهربائية وأشرعة الرياح.

لوح دوّار:

مروحة أو دوّار يدور بســرعة أنبوب أو قناة شبيهة بالياقة، أو كأكفان، تجعل السائل يتدفق بقوة.

الفهرس

أ

أجهزة طوارئ لاسلكية لتحديد المواقع، 26

الاستجابة المتوسطة، قارب 26

ألفين، 22

أليكتو، 26

أورسيلي، سفينة 13

أولستاين» ذات المقدمة «أكس»، 13

الأولمبية، 8

إيرث ريس، 17

ب

بافاريا ديب بلو 46، 17

بايونير أم كي 3، حوامة، 15

بحار الطاقة الشمسية، 11

بروتيوس، 11

ت

تراي كات، عبّارات، 14

ح

حاملة الطائرات جيرالد فورد، 20

الحوامات، 15، 21، 25

د

دافعات السمت، 13

دوّارات فلينتر، 12

الدولفين المحلق، 19

ر

راتلار، سفينة، 26

ز

زعانف 7، 14، 19

الزلاجة المائية، 4، 15، 19

زنبق الماء، 28

زورق تراكبي له قدرة التكيف مع الأمواج، 11

س

سابديس أيقون 725، 17

سافانا، 13

سكاي سيلز، بيلوجا، 12

السلحفاة، 23

سوليلوكوي، 17

سي فانتوم، مركب، 18

سي فيش، طائرات مائية صغيرة ذات هيكلين توأمين، 20

سينتينيل، 24

ش

الشبح، 21-20

ص

الصقر المالطي، 16

ط

الطاقة الشمسية، 11، 12، 16، 17

الطاقة النووية، 13، 20، 22

طائرات HSSC، 14

الطائرة المزعنفة من طراز بوينغ 929، 14

ف

فئة أستوت، 22

فئة إنديبندينس، 21

فئة زوموالت، 21

فئة فيسبي، 21

الفوهات صغيرة الحجم، 27

ق

قارب دعم مسرح العمليات «وان إكس»، 20

قوارب الإنزال متوسدة الهواء الحوّامة، 21

قوارب نجاة المؤسسة الوطنية الملكية، 24

قوارب هوائية، 25

س

السفينة إي شيب 1، 12

سي إكسبلورار 5، الغواصة الألمانية «ووركس»، 22

ك

كوانتوم، تصميم 12

كوسباس سارسات، 26

م

ماريون هايبر، غواصة ، 22

محطة الحاويات «كيبل»، 6

مرشد لاسلكي، 25

مركبات يتم التحكم فيها عن بعد، 23

المركبة «هرقل» المشغّلة عن بعد، 23

مشروع «غرين جيت»، 16

الملكة اليزابيث 2، 9

ن

ناطحات بحار، 29

ناطحة بحار، زيغلو، 29

نوفوغراد، 20

هـ

الهجين، 12، 17

و

واحة البحار، سفينة 8

واي، يخت، 16

ووركس سي- كويستر، 18

ويذين، قارب، 18

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية KACST

الثقافة العلمية للجميع

كتاب العربية
80

وسائل النقل في المستقبل

مرحباً بكم في مستقبل عالمنا، وانظروا كيف سنسافر في أرجائه في السنوات، والعقود، والقرون القادمة. يبحث هذا الكتاب في التكنولوجيا الأكثر تقدماً في الزمن الحاضر، ويبين كيف يمكن استخدامها في المستقبل القريب، ويعطي بعد ذلك توقعاً محتملاً في ما ستصبح عليه وسائل النقل في المستقبل البعيد.

تظهر المفاهيم المستقبلية لأفكار الماضي كيف ينجح بعضها ويفشل بعضها الآخر، بدءاً من عبارات تبتلع القطارات وانتهاء بالسفن الحربية المستديرة. وسيكون للطريقة التي ننتقل فيها في المستقبل **عبر الماء** تأثير في حياتنا اليومية، بدءاً باستكشاف ما تحت الماء وانتهاء بالإبحار عبر المحيطات في سفن بحجم المدن.

- اكتشف كيف ستكون السفن البحرية غير مرئية.
- اكتشف سبب عودة السفن إلى استخدام طاقة الأشرعة للإبحار بنتائج مذهلة.
- تعلم كيف ستساعد تكنولوجيا المستقبل على إنقاذ الأرواح في البحر.
- تعجب من احتمال العيش تحت الماء.

العناوين في هذه السلسلة:

ISBN 978-603-8086-61-2