منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول

أوابـك

إدارة الشؤون الفنية

استخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود للنقل البحري

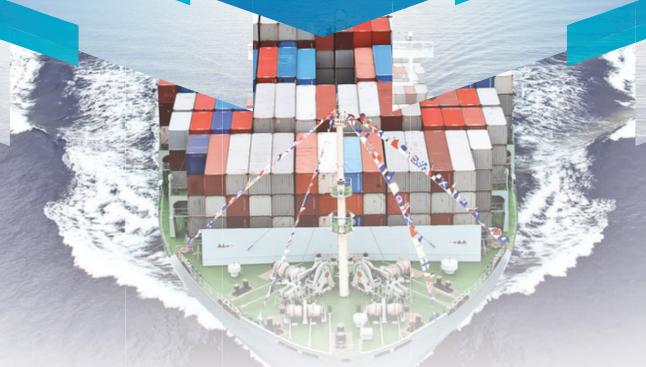
تموز/ يوليو 2020

جميع حقوق الطبع محفوظة، ولا يجوز إعادة النشر أو الاقتباس دون إذن خطي مسبق من المنظمة، 2020

منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)

ص.ب 20501 الصفاة الكويت 13066
هاتف 24959000 (965) - فاكسميلي 24959755 (965)
الموقع على الإنترنت: www.oapecorg.org
البريد الإلكتروني: oapec@oapecorg.org

منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول
أوابـك
إدارة الشؤون الفنية



استخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود للنقل البحري

إعداد
المهندس/ وائل حامد عبد المعطي
خبير صناعات غازية

مراجعة
الدكتور/ سمير محمود القرعيش
مدير إدارة الشؤون الفنية

الأمين العام
علي سبت بن سبت

تموز/يوليو 2020

مقدمة

أصـبح التحول نحو اسـتخدام مصـادر الوقود الأقل تلويثاً، توجها عالمياً نحو خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري للحد من آثار ظاهرة تغير المناخ التي باتت محسـوسـة في العديد من المناطق حول العالم. ولقد شـرعت العديد من الشـركات والمؤسـسـات الدولية منذ سـنوات في تبني خطط واسـتراتيجيات للعمل على خلق قطاعات اقتصـادية مسـتدامة لبناء اقتصـاد عالمي منخفض الكربون. ويعد قطاع النقل البحري العالمي من القطاعات التي يمكن أن تلعب دوراً هاماً في تقليل الانبعاثات من خلال تبني حلول فعالة صديقة للبيئة. فالقطاع يعتمد بشكل رئيسي على استخدام زيت الوقود عالي الكبريت الذي يسـاهم وحده بأكثر من 75% من إجمالي اسـتهلاك الوقود في النقل البحري، ويتسـبب بأكثر من 12% من انبعاثات ثاني أكسـيد الكبريت (SO_2) المرتبطة بالطاقة عالمياً.

ويعد التحول نحو اسـتخدام الغاز الطبيعي المسـال كوقود للسـفن من أبرز الخيارات/البدائل المطروحة لتلبية التشـريعات والاشـتراطات الجديدة للمنظمة البحرية الدولية التي أقرت في عام 2016، وتهدف إلى خفض الحد الأقصـى العالمي لنسـبة الكبريت في وقود النقل البحري من 3.5% إلى 0.5% بداية من مطلع عام 2020 (دخل بالفعل حيز التنفيذ في الأول من كانون الثاني/يناير 2020). وقد اكتسـب خيار الغاز الطبيعي المسال زخماً إضافياً بعد إعلان المنظمة البحرية الدولية في عام 2018 عن اسـتراتيجيتها الجديدة التي تهدف إلى خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من القطاع ككل بنحو 50% على الأقل بحلول عام 2050 مقارنة بمسـتويات عام 2008، مع مواصـلة وتضـافر الجهود بهدف التخلص منها تدريجياً بما يتماشـى مع اتفاقية باريس.

تبرز أهمية خيار استخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود للنقل البحري، كونه يقلل من انبعاثات أكاسيد الكبريت بنسبة 99.9%، كما أنه ينتج انبعاثات أقل من ثاني أكسيد الكربون بما قد يصل إلى 29% مقارنة ببقية أنواع الوقود الأخرى. وبالتالي يمكن أن يظفر الغاز الطبيعي بحصة كبيرة من الوقود المستخدم في القطاع البحري على حساب زيت الوقود عالي الكبريت، والمساهمة بفاعلية في تحقيق الاستراتيجية الجديدة لتخفيض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، وتلبية الحد الأقصى العالمي لنسبة الكبريت 0.5%.

تأتي أهمية هذه الدراسة التي تهدف إلى استعراض العقبات والفرص أمام استخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود للنقل البحري. والتطورات في الأسطول الحالي من السفن العاملة بالغاز الطبيعي المسال ومواقع تموين السفن به. كما تستشرف آفاق السوق العالمي لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال، والخطط المستقبلية للدول العربية التي أبدت اهتماما حول الاستثمار في هذا النشاط الواعد، وأبرز المقومات التي تملكها لإنجاح هذه الخطط.

إن الأمانة العامة إذ تصدر هذه الدراسة المتخصصة، في إطار سعيها الدؤوب نحو رصد وتحليل أبرز المتغيرات والتطورات لصناعة الغاز الطبيعي وآفاقها المستقبلية، وتحليل الفرص والعوائق أمام التوسع في استخدام الغاز في مختلف المجالات والقطاعات الاقتصادية، بما يتوافق مع التشريعات والتوجهات الدولية، لتوفر مادة ثرية للخبراء، والاختصاصين، وصانعي القرار.

والله ولي التوفيق،،،

الأمين العام

علي سبت بن سبت

قائمة المحتويات

الموضـــــوع	رقم الصفحة
مـقـدمة	3
قائمة المحتويات	5
قائمة الأشكال	8
قائمة الجداول	10
ملخص تنفيذي	11
الفصل الأول: الأسطول العالمي من السفن، ودوره في التجارة البحرية الدولية	**17**
1-1: أنواع السفن في القطاع البحري	18
1-1-1: سفن الحاويات (Container Ships)	19
1-1-2: الناقلات الصهريجية (Tankers)	20
1-1-3: ناقلات البضائع السائبة أو السوائب (Bulk Carrier Ships)	22
1-1-4: سفن البضائع العامة (General Cargo Ships)	23
1-1-5: سفن التموين البحري (Offshore Vessels)	24
1-1-6: سفن الركاب (Passengers Ships)	25
1-2: الأسطول التجاري العالمي وأهميته في التجارة البحرية الدولية	26
1-2-1: حجم الأسطول التجاري العالمي	26
1-2-2: تطور حركة التجارة البحرية الدولية	27
الفصل الثاني: الوقود المستخدم في النقل البحري والتشريعات الدولية	29
2-1: وقود النقل البحري	**30**
2-1-1: أنواع الوقود المستخدم في النقل البحري	30
2-1-2: توزيع استهلاك الوقود في النقل البحري	32
2-2: تشريعات المنظمة البحرية الدولية لمنع التلوث الناجم عن السفن	**33**
2-2-1: لمحة تاريخية عن الاتفاقية الدولية لمنع التلوث الناجم عن السفن	33
2-2-2: المرفق السادس في الاتفاقية الدولية لمنع التلوث الناجم عن السفن	35
2-2-3: جهود المنظمة البحرية الدولية نحو تخفيض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من قطاع النقل البحري	38
2-3: خيارات/بدائل الوقود لتلبية تشريعات المنظمة البحرية الدولية الخاصة بالانبعاثات	**42**
2-3-1: التحول نحو استخدام الوقود منخفض الكبريت	43
2-3-2: تثبيت أجهزة تنقية غازات العادم (Exhaust Gas Scrubbers)	44
2-3-3: وقود الغاز الطبيعي المسال	45
2-4: استخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود للنقل البحري	**46**
2-4-1: كيفية استخدام الغاز الطبيعي كوقود لمحركات السفن	46
2-4-2: كيفية تموين السفن بوقود الغاز الطبيعي المسال	50

يتبع: قائمة المحتويات

الموضـــــوع	رقم الصفحة
الفصل الثالث: السوق العالمي لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال، وآفاقه المستقبلية	57
3-1: المزايا والعقبات أمام استخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود للسفن	58
3-1-1: المزايا البيئية لاستخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود بحري	58
3-1-2: الجدوى الاقتصادية لاستخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود بحري	59
3-1-3: العقبات أمام استخدم الغاز الطبيعي المسال كوقود للسفن	63
3-1-4: تقييم خيار الغاز الطبيعي المسال مع كافة خيارات الوقود والوضع الراهن لها	64
3-2: بناء أسطول من السفن العاملة بوقود الغاز الطبيعي المسال	67
3-2-1: الأسطول الحالي	67
3-2-2: بناء أسطول من السفن الجديدة العاملة بالغاز الطبيعي المسال	69
3-2-3: أبرز قطاعات السفن المحفزة للطلب على الغاز الطبيعي المسال	71
3-3: تسهيلات وموانئ تموين السفن بوقود الغاز الطبيعي المسال	77
3-3-1: موانئ تموين السفن بوقود الغاز الطبيعي المسال	77
3-3-2: سفن وبوارج تموين السفن بوقود الغاز الطبيعي المسال	79
3-4: توقعات الطلب العالمي على الغاز الطبيعي المسال كوقود للسفن	86
الفصل الرابع: الخطط المستقبلية للدول العربية في مجال تموين السفن بالغاز الطبيعي المسال	89
4-1: مقومات نجاح مشاريع استخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود للسفن في الدول العربية	90
4-1-1: وجود صناعة غازية متكاملة داخل المنطقة العربية	90
4-1-2: وجود محطات عملاقة لإنتاج وتصدير الغاز الطبيعي المسال	90
4-1-3: الموقع الجغرافي المتميز للمنطقة العربية	93
4-1-4: الشراكة الاستراتيجية بين شركات البترول الوطنية وشركات البترول العالمية	95
4-1-5: الخطط المستقبلية للدول العربية في مجال استخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود لقطاع النقل البحري	96
4-2: مشروع إنشاء مركز إقليمي لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال في سلطنة عمان	97
4-2-1: لمحة عامة عن صناعة الغاز الطبيعي المسال في سلطنة عمان	97
4-2-2: خطط سلطنة عمان لإنشاء محطة لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال	97
4-3: مشروع مقترح لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال في دولة الإمارات	100
4-3-1: لمحة عامة عن صناعة الغاز الطبيعي المسال في دولة الإمارات	100
4-3-2: خطط دولة الإمارات لاستخدام الغاز الطبيعي المسال في تموين السفن	101
4-4: تأسيس شركة عالمية لاستخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود للنقل البحري في دولة قطر	103
4-4-1: لمحة عامة عن صناعة الغاز الطبيعي المسال في قطر	103
4-4-2: خطط دولة قطر لاستخدام الغاز الطبيعي المسال في تموين السفن	104

5-4: مشروع مقترح لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال في ميناء دمياط في مصر	108
1-5-4: لمحة عامة عن صناعة الغاز الطبيعي المسال في مصر	108
2-5-4: خطط مصر لاستخدام الغاز الطبيعي المسال في تموين السفن	109
الاستنتاجات	111
المراجع	116
Abstract	121

قائمة الأشكال

الشكل	رقم الصفحة
الفصل الأول	
الشكل 1-1: سفينة حاويات تابعة لأحد الخطوط الملاحية العالمية	19
الشكل 1-2: ناقلات النفط الخام الكبيرة جداً (VLCC)	20
الشكل 1-3: ناقلة غاز طبيعي مسال ذات الصهاريج كروية الشكل (Moss Type)	21
الشكل 1-4: سفينة تموين أثناء إعادة تعبئة ناقلة للنفط الخام بالغاز الطبيعي المسال	22
الشكل 1-5: سفينة نقل البضائع السائبة (Bulk Carrier Ship)	23
الشكل 1-6: سفينة الدحرجة (Ro/Ro) التي تستخدم في نقل المركبات	24
الشكل 1-7: سفينة تزويد/إمداد منصات النفط والغاز (Platform Supply Vessel)	25
الشكل 1-8: سفينة الرحلات السياحية (Cruise Ship)	25
الشكل 1-9: توزيع هيكل الأسطول العالمي من السفن مطلع عام 2019 (وفق الحمولة الطنية الساكنة)	26
الشكل 1-10: تطور تجارة المواد البترولية المقدرة بالأطنان الميلية خلال الفترة (2000-2018)	28
الفصل الثاني	
الشكل 2-1: توزيع استهلاك الوقود البحري حسب نوع الوقود المستخدم، عام 2018	33
الشكل 2-2: المرفقات الفنية الخاصة بالاتفاقية الدولية لمنع التلوث الناجم عن السفن (MARPOL)	34
الشكل 2-3: التطور التاريخي لتطبيق اشتراطات نسبة الكبريت % في وقود النقل البحري داخل مناطق ضبط الانبعاثات وبقية مناطق العالم حسب اتفاقية MARPOL	37
الشكل 2-4: المستهدف لخفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في استراتيجية المنظمة البحرية الدولية بالمقارنة مع سيناريو ارتفاع الانبعاثات بنسبة 50% بحلول عام 2050	41
الشكل 2-5: المستهدف لخفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في استراتيجية المنظمة البحرية الدولية بالمقارنة مع سيناريو ارتفاع الانبعاثات بنسبة 250% بحلول عام 2050	42
الشكل 2-6: خيارات/بدائل الوقود لتلبية تشريعات المنظمة البحرية الدولية الخاصة بالكبريت	43
الشكل 2-7: المكونات الرئيسية لمنظومة الدفع في السفينة	47
الشكل 2-8: مواضع تركيب صهاريج وقود الغاز الطبيعي المسال حسب نوع السفن	48
الشكل 2-9: الطرق المختلفة لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال	51
الشكل 2-10: صهريج الغاز الطبيعي المسال المحمول المستخدم كصهريج وقود للسفن	53
الفصل الثالث	
الشكل 3-1: المزايا البيئية والتخفيضات الناتجة عن استخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود للسفن	59
الشكل 3-2: تطور أسعار الوقود البحري عالي ومنخفض الكبريت في ميناء روتردام خلال الشهور الأولى من عام 2020 بعد تطبيق الحد الأقصى العالمي للكبريت 0.5%	61
الشكل 3-3: أسعار الوقود البحري عالي ومنخفض الكبريت في الموانئ الرئيسية نهاية شباط/فبراير عام 2020 بعد تطبيق الحد الأقصى العالمي للكبريت 0.5%	62
الشكل 3-4: العقبات أو العوائق أمام التوسع في استخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود للسفن	63
الشكل 3-5: توزيع السفن العاملة حسب نوع الخيار المستخدم في تلبية تشريعات الكبريت	66

الشكل 3-6: تطور الأسطول العالمي من السفن العاملة بوقود الغاز الطبيعي المسال منذ عام 2000، والطلبيات الجديدة حتى عام 2027	68
الشكل 3-7: تطور حصة السفن العاملة بالغاز الطبيعي المسال من الأسطول العالمي (للسفن الحالية والطلبيات الجديدة تسليم حتى عام 2027/2025)	70
الشكل 3-8: تطور أسطول السفن العاملة بالغاز الطبيعي المسال حتى حلول عام 2027	71
الشكل 3-9: الحصة السوقية لأكبر مشغلي سفن الحاويات في العالم، عام 2019	75
الشكل 3-10: بيانات أسطول سفن الرحلات السياحية الجديدة وحصتها من إجمالي سجل الطلبيات المخطط تسليمه خلال الفترة 2020-2027	77
الشكل 3-11: توزيع مواقع تموين السفن بوقود الغاز الطبيعي المسال في العالم الحالية والمستقبلية	78
الشكل 3-12: تطور الأسطول العالمي من سفن وبوارج تموين وقود الغاز الطبيعي المسال	81
الشكل 3-13: مواقع انتشار سفن وبوارج تموين الغاز الطبيعي المسال عالمياً	83
الشكل 3-14: مواقع انتشار الأسطول الجديد من سفن وبوارج تموين الغاز الطبيعي المسال قيد البناء حتى عام 2023	85
الشكل 3-15: توقعات الطلب على الغاز الطبيعي المسال كوقود للنقل البحري وفقاً لعدة مصادر حتى عام 2040	88
الفصل الرابع	
الشكل 4-1: محطات إنتاج وتصدير الغاز الطبيعي المسال في المنطقة العربية	91
الشكل 4-2: تطور صادرات الغاز الطبيعي عالمياً والحصة السوقية للدول العربية مجتمعة خلال الفترة 2009-2019	92
الشكل 4-3: الطاقة الحالية والمخطط إضافتها مستقبلاً للغاز الطبيعي المسال في الدول العربية	93
الشكل 4-4: مبيعات الوقود البحري في أكبر موانئ تموين السفن عالمياً، عام 2019	94
الشكل 4-5: الشراكة بين الشركات العربية والعالمية في مشاريع تصدير الغاز الطبيعي المسال في الدول العربية	95
الشكل 4-6: تقسيم المشاريع الحالية التي أعلنتها الدول العربية في مجال تموين السفن بالغاز الطبيعي المسال حسب التقدم المحرز	96
الشكل 4-7: المخطط الزمني لمشروع بناء محطة لتزويد السفن بوقود الغاز الطبيعي المسال في ميناء صحار	99
الشكل 4-8: تسهيلات استيراد وتصدير الغاز الطبيعي المسال وموانئ التصدير في دولة الإمارات	101
الشكل 4-9: سمات التحالف بين شركة قطر للبترول وشركة Shell لبناء أول شركة عالمية لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال	108
الشكل 4-10: موقع ميناء "دمياط" على طرق التجارة العالمية بين الشرق والغرب	110

قائمة الجدول

الجدول	رقم الصفحة
الفصل الثاني	
الجدول 2-1: مناطق ضبط الانبعاثات المبينة في المرفق السادس للاتفاقية الدولية لمنع التلوث الناجم عن السفن (MARPOL)	36
الجدول 2-2: مقارنة تطور حد الكبريت المسموح به في وقود السفن داخل وخارج مناطق ضبط الانبعاثات	37
الجدول 2-3: انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون CO2 من النقل البحري بقطاعته المختلفة خلال الفترة 2008-2015	38
الجدول 2-4: مقارنة بين طرق تموين السفن بوقود الغاز الطبيعي المسال	54
الجدول 2-5: الوقت المستغرق ومعدل ضخ الوقود وفق طرق تموين السفن بالغاز الطبيعي المسال	55
الفصل الثالث	
الجدول 3-1: مقارنة بين الغاز الطبيعي المسال والوقود التقليدي لتلبية تشريعات المنظمة البحرية الدولية الخاصة بالكبريت	65
الجدول 3-2: سفن وبوارج تموين الغاز الطبيعي المسال العاملة في العالم، مطلع عام 2020	82
الجدول 3-3: مقارنة بين مواصفات أقدم وأحدث سفينة تموين لوقود الغاز الطبيعي المسال	86

ملخص تنفيذي

تمثل التجارة البحرية أكثر من 80% من إجمالي حجم التجارة الدولية، ولذا فهي تعد عصب الحياة اليومية، والعمود الفقري للنظام الاقتصادي العالمي. ويعزز نمو الاستثمارات العالمية وتحسن النشاط الصناعي التحويلي وحركة السلع من نمو حركة التجارة البحرية الدولية.

ويتواجد في السوق العالمي أكثر من 94 ألف سفينة لنقل البضائع بمختلف أنواعها، والأسطول العالمي مسجل في أكثر من 150 دولة ويعمل به أكثر من مليون بحار من كافة الجنسيات تقريباً. ويتسم الأسطول العالمي الحالي بحداثته نوعاً ما، حيث يبلغ متوسط العمر حسب عدد السفن المسجلة به حوالي 21 سنة. ويعد عمر الأسطول من النقاط الهامة الواجب اتخاذها في تقييم كفاءة قطاع النقل البحري وآثاره البيئية، وعامل مهم في تقييم خيارات استدامة القطاع، ومنها اتخاذ القرارات التي من شأنها إحلال أو تجديد السفن القديمة أو المتهالكة، أو تحديد أي من القطاعات المكونة للأسطول البحري ذات الأولوية لإجراء عمليات التجديد. فبناء أسطول من السفن حديثة الصنع، سيساهم في تقليل الآثار البيئية المحتملة، لما تتميز به من ارتفاع كفاءة أنظمة الوقود مقارنة بالسفن القديمة أو المتهالكة.

ويعد قطاع النقل البحري الدولي أكبر مستهلك لزيت الوقود عالي الكبريت (High Sulfur Fuel Oil, HSFO)، حيث يقدر استهلاكه اليومي منه بحوالي 3.2 مليون برميل، وهو يعد المستهلك الأكبر لزيت الوقود، ولذلك يساهم قطاع النقل البحري وحده بأكثر من 12% من انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) المرتبطة بالطاقة عالمياً.

وتختص المنظمة البحرية الدولية (IMO)، وهي إحدى الهيئات التابعة للأمم المتحدة، بإصدار التشريعات والقوانين التي من شأنها تنظيم عمل قطاع النقل البحري لتقليل الأضرار البيئية الناتجة عنه. وقد بدأت جهود المنظمة منذ عدة عقود، أقرت خلالها عدة اتفاقيات، وعملت على تحديث عدد من الاتفاقيات القائمة، آخذة في الاعتبار المتغيرات والتطورات التي يشهدها العالم كل يوم لدعم الجهود الرامية نحو تقليل الأضرار البيئية الناتجة عن استهلاك الوقود الأحفوري، بهدف خلق قطاع مستدام.

وتعد الاتفاقية الدولية لمنع التلوث الناجم عن السفن "ماربول" (MARPOL)، من الاتفاقيات الهامة التي أنجزتها المنظمة. ويختص المرفق السادس منها بمنع تلوث الهواء بانبعاثات عوادم السفن، وقد دخل المرفق حيز التنفيذ في أيار/مايو 2005. وقد أقرت المنظمة وفقاً لهذا المرفق سلسلة من التخفيضات على نحو متدرج لنسبة الكبريت المسموح بها في الوقود البحري، كان آخرها في تشرين الأول/أكتوبر عام 2016، حيث اعتمدت المنظمة تشريعاً صارما يقضي بتخفيض نسبة الكبريت من 3.5% إلى 0.5%، على أن يدخل التشريع الجديد حيز التنفيذ بداية من مطلع عام 2020 (دخل التشريع بالفعل حيز التنفيذ في الأول من كانون الثاني/يناير 2020).

كما تبنت المنظمة في نيسان/أبريل من عام 2018، استراتيجية طموحة تقضي بتخفيض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في القطاع البحري الدولي بنسبة 50% بحلول عام 2050. وفي هذا الصدد، برزت أمام مالكي السفن عدة خيارات أو حلول لإنتاج وقود متوافق مع هذه التشريعات والتوجهات الصارمة، من بينها التحول نحو أنواع الوقود منخفضة الكبريت مثل زيت الغاز "السولار" البحري (MGO) أو الإبقاء على استخدام زيت الوقود عالي الكبريت مع استخدام الحلول التقنية لتقليل انبعاثات أكاسيد الكبريت (Sulfur Mitigation Technologies) الناتجة من عوادم محركات السفن، أو التحول نحو استخدام الغاز الطبيعي المسال. ولا شك أنه ليس هناك حلاً يصلح لجميع أنواع السفن، حيث ينبغي على مالكي السفن الأخذ في الاعتبار عدة عوامل لحسم الاختيار الأنسب ومنها عُمر السفن، والمساحة المطلوبة والمتاحة عليها،

ومناطق التشغيل التي تبحر فيها السفن ومدى توافر بدائل الوقود ومحطات التموين في تلك المسارات البحرية.

ويتمتع الغاز الطبيعي بجملة من المزايا البيئية ترجح كفته بشـــدة مقارنة بأنواع الوقود الأخرى، خاصـــة في ظل أن قطاع النقل البحري يتســـبب في نحو 12% من انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت عالمياً ونحو 3% من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، حيث يمكن للغاز المســـاهمة في تخفيض ضـــخم لتلك الانبعاثات. لكن اســـتخدام الغاز الطبيعي المســـال كوقود للنقل البحري ليس بالأمر الســـهل أو الآني المتاح تنفيذه بشـــكل موســـع على المدى القريب، حيث لابد أولاً من تجهيز الســـفن بأنظمة دفع تعمل بالغاز، وذلك إما عبر عمل تحديث لأنظمة الدفع للسفن الحالية وإضـــافة صـــهاريج لتخزين للغاز الطبيعي المســـال أو حجز طلبيات لبناء ســـفن جديدة تعمل من الأســـاس بمحركات تعتمد على الغاز الطبيعي المســـال. وإلى جانب ذلك، فلا بد من إنشـــاء وتوافر محطات تموين على البر أو سفن تموين في البحر، تتيح إعادة تعبئة السفن بالغاز الطبيعي المسال على امتداد الخطوط البحرية العالمية.

وتعد النرويج الدولة صـــاحبة الريادة في بناء أول ســـفينة تعمل بالغاز الطبيعي المســـال، ويعود ذلك إلى عام 2000. وقد استمرت النرويج في بناء أسطول من السفن العاملة بالغاز الطبيعي المســـال لتصـــبح الدولة الرائدة في هذا النشـــاط بأكبر عدد من السفن الحديثة. وبعد نجاح التجربة النرويجية، بدأ الزخم يزداد عالمياً نحو بناء أسطول حديث من السفن، ليرتفع العدد إلى 175 سفينة تعمل بالغاز الطبيعي المسال نهاية عام 2019، مقارنة بسفينة واحدة فقط عام 2000. وفي سياق موازٍ، بدأ بعض مالكي السفن منذ عام 2015، العمل على تأهيل أنظمة الدفع في الســـفن العاملة بالخدمة للعمل بالغاز حسب الحاجة (مع استمرار تشغيلها بالوقود التقليدي)، ووصل عدد السفن المؤهلة عام 2019 إلى 113 سفينة.

وإجمالاً فإن العدد الإجمالي من السفن المؤهلة والأخرى التي تعمل بالغاز الطبيعي المسال قد بلغ 288 سفينة بنهاية عام 2019، ليشكلا معا نحو 0.3% من حجم الأسطول التجاري العالمي. وتنتشر هذه السفن في منطقة شمال غرب أوروبا على وجه الخصوص في ما يعرف باسم "مناطق ضبط الانبعاثات" في منطقة بحر البلطيق وبحر الشمال، وقبالة سواحل أمريكا الشمالية، وفي مناطق أخرى مثل آسيا قبالة سواحل الصين.

وفي المقابل، تلقت أحواض بناء السفن الرئيسية في الصين، واليابان، وكوريا الجنوبية، عدة طلبات مؤكدة لبناء سفن جديدة تعمل بالغاز الطبيعي المسال، حيث من المتوقع أن تشهد الفترة من عام 2020 وحتى عام 2027، دخول حوالي 207 سفينة جديدة للعمل في الأسطول التجاري العالمي. وقد بات واضحاً أن قطاع النقل البحري قد شرع في اتخاذ خطوات ملموسة باعتماد الغاز الطبيعي المسال وقوداً للسفن الجديدة التي تتميز بارتفاع كفاءة محركاتها عن مثيلتها القديمة، وبالتالي إطلاق انبعاثات أقل من غازات الاحتباس الحراري. ويمكن استنتاج ذلك من خلال ارتفاع حصة طلبيات السفن العاملة بالغاز الطبيعي المسال مقارنة بالسفن التقليدية، فمن بين كل 10 طلبيات جديدة، يوجد نحو ست طلبيات لبناء سفن تعمل بالغاز، أي بحصة 60% من إجمالي الطلبيات الجديدة.

أما مواقع تموين السفن، فقد بلغ عددها مطلع عام 2020 حوالي 69 موقع ومنها ما يتيح التموين المباشر للسفن بالغاز الطبيعي المسال، بينما يتيح البعض الآخر خدمات أخرى من بينها إعادة تعبئة سفن التموين البحري (Bunker Vessels) التي تستخدم بدورها في تموين مختلف أنواع السفن في البحر. وبخلاف المواقع القائمة، هناك حزمة من المشاريع الجديدة المزمع تنفيذها في أوروبا، وآسيا/المحيط الهادي، والشرق الأوسط، وفي حال تنفيذ هذه المشاريع سيصل العدد الإجمالي لمحطات ومواقع تموين السفن بالغاز الطبيعي المسال إلى 98 محطة موزعة في مناطق مختلفة حول العالم.

على المستوى العربي، أبدى عدداً من الدول العربية (المصدرة للغاز الطبيعي المسال) اهتماماً بالاستثمار في مجال استخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود لقطاع النقل البحري. ولا شك أن لدى الدول العربية عدة مقومات تمكنها من تحويل المنطقة ككل إلى مركز عالمي لتموين السفن، فهي تملك صناعة غازية متكاملة منذ عقود، ولديها محطات عملاقة لإنتاج وتصدير الغاز الطبيعي المسال بطاقة 137 مليون طن/السنة. علاوة على موقعها الجغرافي المتميز الذي يتوسط العالم وعدد من الخطوط الملاحية الهامة. كما أنها تضم وتطل على عدد من الممرات الحيوية مثل مضيق هرمز وقناة السويس.

وقد توصلت بعض الشركات الوطنية في الدول العربية إلى توقيع اتفاقيات وتفاهمات أولية مع شركات عالمية متخصصة، للبدء في إنشاء محطات لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال، ومنها مشروع إنشاء مركز إقليمي لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال في سلطنة عمان يتوقع الانتهاء منه عام 2024. كما وقعت "قطر للبترول" على اتفاقية مع شركة Shell لتأسيس شركة عالمية تقوم بتطوير البنية الأساسية اللازمة لتقديم خدمات تزويد السفن بوقود الغاز الطبيعي المسال في مواقع استراتيجية في مناطق الشرق الأوسط وأوروبا وشرق آسيا. وتشكل هذه الشركة الوليدة خطوة غير مسبوقة، تعطي دفعة قوية نحو التوسع في استخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود في قطاع النقل البحري. أما في مصر، فهناك مشروع قيد المناقشة لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال في ميناء دمياط.

ولا شك أن نجاح الدول العربية في تجسيد هذه المشاريع، سيمكّنها من لعب دوراً هاما في السوق العالمي، والفوز بحصة جيدة من هذا السوق الواعد في ضوء تشريعات المنظمة البحرية الدولية الخاصة بالكبريت، والاستراتيجية الجديدة الرامية إلى خفض انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون.

HYUNDAI DREAM

الفصل الأول

الأسطول العالمي من السفن، ودوره في التجارة البحرية الدولية

1-1 : أنواع السفن في القطاع البحري

2-1 : الأسطول التجاري العالمي وأهميته في التجارة البحرية الدولية

1-1: أنواع السفن في القطاع البحري

شهدت التجارة البحرية الدولية تطوراً هائلاً على مدار الخمسين سنة الماضية، حتى باتت تمثل نحو 80-90% من إجمالي حركة التجارة العالمية للسلع والبضائع. أما من جانب القيمة المالية، فتقل حصة التجارة البحرية بسبب شدة المنافسة مع وسائل النقل الأخرى، مثل الشحن الجوي الذي يعد أحد الوسائل الهامة والفعالة في نقل البضائع ذات القيمة المرتفعة، إلا أنها تظل تستأثر بنصيب الأسد حيث تمثل نحو 60-70% من إجمالي التجارة العالمية[1].

ويضم الأسطول العالمي طيف واسع من أنواع السفن، حيث يشمل سفن الحاويات (Container Ships)، وسفن نقل الغاز الطبيعي المسال (LNG Carriers)، وناقلات النفط الخام (Crude Oil Tankers)، وناقلات المواد الكيميائية، وسفن الرحلات السياحية (Cruise Ships)، وسفن الدحرجة المعروفة اختصار باسم "رورو"، وسفن الركاب وغيرها، وقد ضم الأسطول التجاري العالمي مطلع عام 2019 أكثر من 94 ألف سفينة[2].

وتعد السفن عصب التجارة البحرية الدولية، وتشكل بالتوازي مع الخدمات اللوجستية التي يقدمها قطاع النقل البحري كتموين السفن بالوقود وموانئ الشحن والتفريغ..إلخ، العمود الفقري لهذه التجارة الحيوية. ويشير تطور الأسطول العالمي إلى تنامي التجارة العالمية بشكل عام، وازدهار حركة نقل البضائع بين مختلف الأسواق، وبالتالي تعطي مؤشراً على صحة الاقتصاد العالمي. ومع تعدد أنواع السفن المستخدمة في التجارة البحرية الدولية، واختلاف أحجامها وخصائصها الأساسية، إلا أنه من الممكن تصنيفها إلى المجموعات الرئيسية التالية، التي تشكل مجتمعة أكثر من 98% من الأسطول التجاري العالمي.

[1] UNCTAD, Review of maritime transport, 2019.

[2] نفس المصدر السابق [1]

1-1-1: سفن الحاويات (Container Ships)

كما يتضح من الاسم، فهي سفن تستخدم لاحتواء أكبر قدر ممكن من البضائع التي توضع داخل حاويات ذات أحجام قياسية موحدة لتسهل عملية النقل والتفريغ على ظهر السفينة، وهي تصمم بهذا الشكل لتحقيق أقصى استفادة ممكنة من المساحة المتاحة على السفينة كما يبين الشكل 1-1. وتستخدم الوحدة المعادلة لعشرين قدماً (TEU) كوحدة لوصف حمولة سفن الحاويات، حيث تعادل وحدة واحدة (1 TEU أي)، حاوية واحدة قياسية طولها عشرين قدماً. وسفن الحاويات هي سفن لنقل البضائع، وتضطلع بدور محوري في التجارة البحرية الدولية حيث تستخدم في نقل نحو 90% من البضائع الجاهزة (غير السائبة). وهي شهدت تطوراً في أحجام حمولتها مع تطور أنظمة الدفع، وارتفاع كفاءة المحركات. حيث تصل حمولة سفن الحاويات الضخمة جداً إلى 23 ألف وحدة قياسية معادلة لعشرين قدماً. ومن أشهر أنواع سفن الحاويات سفينة بنماكس (Panamax) نسبة إلى قناة بنما ويقل عرضها عن 33.2 متراً، وسفينة حاويات بنماكس الجديدة (Neo- Panamax) التي يصل عرضها الأقصى إلى 49 متراً.

الشكل 1-1: سفينة حاويات تابعة لأحد الخطوط الملاحية العالمية

المصدر: CMA CGM

2-1-1: الناقلات الصهريجية (Tankers)

وهي السفن التي تضم صهاريج لتخزين المنتجات البترولية المختلفة مثل النفط الخام، والغاز الطبيعي المسال، والمنتجات البترولية المكررة...إلخ.

ويستخدم لنقل النفط الخام، مجموعة واسعة من الناقلات ذات حمولات مختلفة حسب الطلب، من بينها ناقلات النفط الخام سويز ماكس (Suezmax) والتي تتراوح حمولتها (الحمولة الطنية الساكنة) بين 120و200 ألف طن، وناقلات النفط الخام الكبيرة جداً (Very Large Crude Carrier, VLCC) والتي تزيد حمولتها عن 200 ألف طن كالمبينة بالشكل 1-2.

الشكل 1-2: ناقلات النفط الخام الكبيرة جداً (VLCC)

المصدر: NYK Lines

أما ناقلات الغاز الطبيعي المسال، فتختلف أنواعها حسب نوع الصهاريج المستخدمة والتي قد تكون كروية الشكل (Moss Tanks) أو منشورية الشكل (Prismatic Tanks) أو الصهاريج ذات الغشاء (Membrane Tanks). يبين الشكل 1-3، أحد أنواع ناقلات الغاز الطبيعي المسال وهي الناقلات كروية الشكل من نوع Moss التي تشكل النسبة الغالبة من الناقلات التقليدية، وتصل الطاقة الاستيعابية للناقلات التقليدية إلى 170-180 ألف متر مكعب. وقد تطورت الطاقة الاستيعابية لناقلات الغاز الطبيعي المسال بشكل هائل خاصة بعد دخول دولة قطر ضمن نادي الدول المصدرة، بعد إدخالها في الخدمة ناقلات كيو فليكس (Q-Flex) التي تصل الطاقة الاستيعابية لها إلى 217 ألف متر مكعب، بينما تصل الطاقة الاستيعابية في الناقلات القطرية من نوع كيو ماكس (Q-Max) إلى حوالي 266 ألف متر مكعب.

الشكل 1-3: ناقلة غاز طبيعي مسال ذات الصهاريج كروية الشكل (Moss Type)

المصدر: Mitsui Group

كما تضم فئة الناقلات الصهريجية، السفن المستخدمة في نقل المواد الكيميائية السائلة، وهي ذات أحجام مختلفة إما صغيرة أو متوسطة أو كبيرة، وتعد حصتها

ضـــئيلة (عدد الســـفن) إذا ما قورنت بناقلات النفط الخام أو الغاز الطبيعي المســـال. وتســـتأثر الشـــركات اليابانية بقســـم كبير من أســـطول ناقلات المواد الكيميائية تليها الشركات الصينية والنرويجية.

كما تندرج تحت هذه الفئة، سفن التزويد أو التموين (Bunker Tankers) التي تســـتخدم في تموين الســـفن بالوقود في البحر أو داخل الموانئ، وهي ذات حمولات صـــغيرة مقارنة بناقلات النفط الخام، وقد تســـتخدم في تموين الســـفن بزيد الوقود (المازوت) أو زيت الغاز (السولار)، ومؤخراً بدأ تشغيل سفن لتموين الغاز الطبيعي المســـال. يبين الشـــكل 1-4، ســـفينة تموين أثناء إعادة تعبئة ناقلة للنفط الخام بالغاز الطبيعي المسال.

الشكل 1-4: سفينة تموين أثناء إعادة تعبئة ناقلة للنفط الخام بالغاز الطبيعي المسال

المصدر: شركة Shell

1-1-3: ناقلات البضائع السائبة أو السوائب (Bulk Carrier Ships)

وهي السفن التي تستخدم في نقل البضائع السائبة غير المعبأة وبالأخص الجافة مثل ركاز الحديد، والفحم، والبوكسيت/الألومنيا، والحبوب، والفوسفات كما يبين الشكل 1-5، وهي تشكل القسم الأكبر من الأسطول التجاري العالمي.

وعلى غرار ناقلات النفط الخام، يوجد عدة أنواع من ناقلات السوائب بحمولات مختلفة أكبرها ناقلة كيب-ســـايز (Capesize Bulk Carrier) والتي تزيد حمولتها الســاكنة عن 100 ألف طن، وناقلة الســوائب بنماكس (Panamax Bulk Carrier) والتي تتراوح حمولتها بين 65 و 99.99 ألف طن وغيرهما.

الشكل 1-5: سفينة نقل البضائع السائبة (Bulk Carrier Ship)

المصدر: شركة البحري[3] Albahri

1-1-4: سفن البضائع العامة (General Cargo Ships)

وهــي تســتخدم فــي نقــل البضــائع العامــة المغلفــة مثــل الأطعمــة والآلات والسـيارات والأثـاث. وقـد تشـتمل سـفن البضـائع العامـة علـى تجهيـزات الدحرجـة (Roll on/Roll off) أو اختصـــاراً "رورو"(Ro/Ro) لنقـــل البضـــائع ذات العجـلات مثـل المركبـات بمختلـف أنواعهـا كالمبينـة بالشـكل 1-6، حيـث تتيـح هـذه التجهيزات قيادة المركبات من وإلى السفينة.

[3] الموقع الرسمي لشركة البحري https://www.bahri.sa/

الشكل 1-6: سفينة الدحرجة (Ro/Ro) التي تستخدم في نقل المركبات

المصدر: شركة PNG Logistics [4]

1-1-5: سفن التموين البحري* (Offshore Vessels)

وتضم هذه الفئة مجموعة كبيرة من السفن التي تقدم خدمات الدعم اللوجستي، وأنشطة متعددة في مجال النقل البحري، ومن أمثلتها السفن المستخدمة في عمليات البحث والاستكشاف عن النفط والغاز، وسفن الحفر (Drill Ships) المستخدمة في عمليات حفر آبار النفط والغاز، والسفن العائمة للإنتاج والتفريغ (FPSO) وسفن أو وحدات تخزين الإنتاج العائمة (FSU) المستخدمة في صناعة النفط والغاز، وسفن إمداد منصات النفط والغاز البحرية (Platform Supply Vessels) لتقديم الدعم اللوجستي ونقل الأفراد والمهمات والمعدات من وإلى المنصات البحرية.

يبين الشكل 1-7، أحد السفن المستخدمة في عمليات تزويد منصات النفط والغاز البحرية.

---

[4] الموقع الرسمي لشركة PNG Logistics

*يشار إليها في أدبيات الأنوكتاد الصادرة باللغة العربية بهذا الاسم، وإن كان المعنى الأصلي يشمل مجموعة واسعة من السفن بأنشطة مختلفة

الشكل 1-7: سفينة تزويد/إمداد منصات النفط والغاز (Platform Supply Vessel)

المصدر: Maritime Connector

1-1-6: سفن الركاب (Passengers Ships)

وهي التي تستخدم في نقل الركاب بشكل عام ويشمل ذلك العبّارات (Ferries) التي تستخدم في نقل الأفراد (والمركبات أيضاً) لمسافات قصيرة، كما تشمل سفن الرحلات السياحية (Cruise Ships) التي تضم فنادق عائمة وتسهيلات ترفيهية وتتسم باستهلاكها العالي من الوقود، وضخامة حجمها كما يبين الشكل 1-8.

الشكل 1-8: سفينة الرحلات السياحية (Cruise Ship)

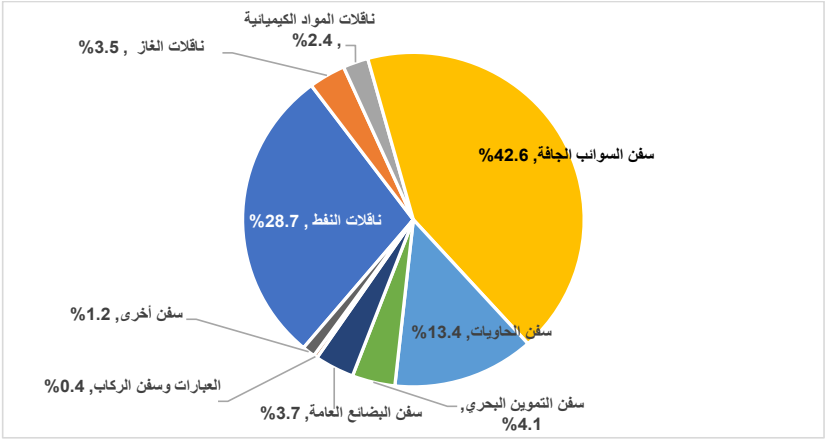
المصدر: MSC cruises

2-1: الأسطول التجاري العالمي، وأهميته في التجارة البحرية الدولية

1-2-1: حجم الأسطول التجاري العالمي

بلغ حجم الأسطول التجاري العالمي مطلع عام 2019 أكثر من 94 ألف سفينة يقدر إجمالي حمولتها الطنية الساكنة* بحوالي 1.97 مليار طن. وعادة ما يستخدم مقياس الحمولة الطنية الساكنة لقياس نمو الأسطول التجاري العالمي عوضاً عن عدد السفن. وعلى حسب أنواع السفن، فقد بلغت الحمولة الطنية الساكنة لناقلات النفط مطلع عام 2019 حوالي 567.5 مليون طن لتشكل حصة قدرها حوالي 28.7% من الأسطول التجاري العالمي، بينما بلغ إجمالي الحمولة الطنية الساكنة لناقلات الغاز حوالي 69 مليون طن بحصة عالمية 3.5%، أما ناقلات المواد الكيميائية التي تعد المكون الثالث لقطاع الناقلات الصهريجية، فقد بلغت حمولتها الإجمالية 46.3 مليون طن بحصة 2.4%، وبذلك يشكل قطاع الناقلات الصهريجية حوالي 682.8 مليون طن، بحصة 34.6% من الأسطول التجاري العالمي كما يبين الشكل 1-9.

الشكل 1-9: توزيع هيكل الأسطول العالمي من السفن مطلع عام 2019
(وفق الحمولة الطنية الساكنة)



المصدر: UNCTAD, Review of maritime transport 2019

* الحمولة الطنية الساكنة (dead weight tonnage, dwt): يقصد بها طاقة حمولة السفينة بالطن المتري، والتي تشتمل على الوقود والمياه والمستودعات وطاقم السفينة

أما من جانب عمر الأسطول، فيتسم الأسطول العالمي بحداثته نوعاً ما، ففي مطلع عام 2019، بلغ متوسط العمر حسب عدد السفن حوالي 21 سنة. ويعد عمر الأسطول العالمي من النقاط الهامة في تقييم كفاءة قطاع النقل البحري وآثاره البيئية، وعامل مهم في تقييم خيارات استدامة القطاع، ومنها اتخاذ القرارات التي من شأنها إحلال أو تجديد السفن القديمة أو المتهالكة، أو تحديد أي القطاعات ذات أولوية لإجراء عمليات التجديد. ولا شك أن وجود أسطول قائم على السفن الحديثة، سيقلل من الآثار البيئية المحتملة لارتفاع كفاءة أنظمة الوقود الحديثة مقارنة بالسفن القديمة أو المتهالكة.

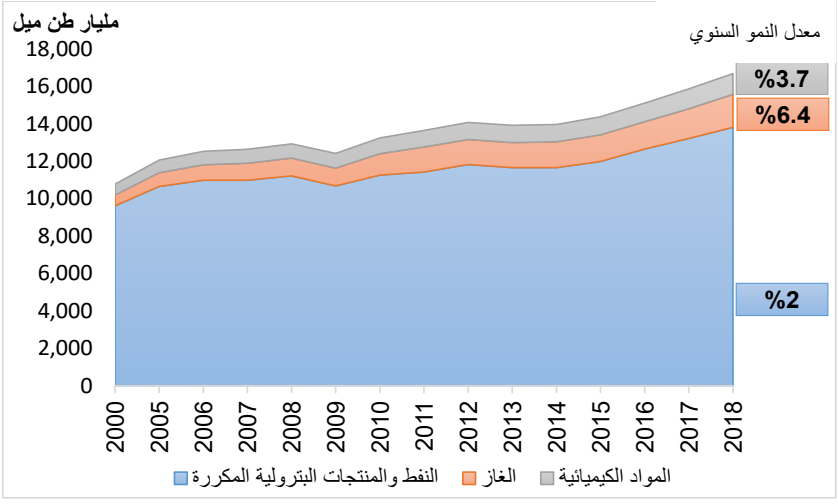
1-2-2: تطور حركة التجارة البحرية الدولية

شهدت حركة التجارة البحرية الدولية نمواً مستمراً خلال الفترة 1980-2018 ارتفعت وتيرته في السنوات اللاحقة للأزمة المالية العالمية التي حدثت عام 2009. حيث وصل إجمالي حجم التجارة البحرية الدولية إلى 11 مليار طن عام 2018 مقارنة بنحو 3704 مليون طن عام 1980، بمتوسط سنوي قدره 2.9%، منقاداً بنمو الاقتصاد العالمي خاصة في قطاعي النشاط الصناعي الاستخراجي والتحويلي.

ومن المؤشرات الرئيسية ذات الأهمية التي تعكس نشاط قطاع النقل البحري، التجارة المقدرة بالأطنان الميلية (ton-miles) التي تأخذ في الاعتبار ليس فقط الأحجام المنقولة بل والمسافات التي أبحرتها السفن. فبزيادة المسافات، ترتفع معدلات استهلاك الوقود البحري، وبالتالي تصبح هناك حاجة ملحة لإيجاد بدائل وقود أقل تأثيراً على البيئة وبأسعار اقتصادية. وتكتسب تجارة الناقلات الصهريجية زخماً بسبب طول المسافات بين المناطق المنتجة والمستهلكة وخاصة الغاز الطبيعي المسال. علاوة على تطبيق سياسة تنويع مصادر الإمدادات التي تتبعها عدة دول لتجنب الاعتماد على مصدر واحد أو مصادر محدودة للإمدادات، لضمان تحقيق أمن الطاقة لديها.

وقد بلغ حجم التجارة البحرية الدولية المقدرة بالأطنان الميلية عام 2018 نحو 60414 مليار طن ميل، استأثرت منها تجارة المواد البترولية وحدها على نحو 16686 مليار طن ميل، أي ما يعادل حصة 27.6%. وبالنظر إلى التوزيع الداخلي لتجارة المواد البترولية، يتضح أن تجارة النفط الخام والمنتجات البترولية المكررة تستأثر بحصة 82.8%، حيث بلغ إجمالي الأطنان الميلية لها عام 2018 حوالي 13809 مليار طن ميل، بينما بلغت الأطنان الميلية لتجارة الغاز (تشمل الغاز الطبيعي المسال وغاز البترول المسال) حوالي 1766 مليار طن ميل بحصة 10.6%، أما تجارة الكيماويات فقد بلغت الأطنان الميلية لها حوالي 1111 مليار طن ميل بنسبة 6.6%. وبالرغم من أن حصة تجارة الغاز قد تبدو منخفضة، إلا إنها في تنام ملحوظ منذ عام 2000، حيث بلغ معدل النمو السنوي خلال الفترة (2000-2018) نحو 6.4% وهو ما يزيد عن ثلاث أضعاف معدل النمو المسجل لتجارة النفط خلال نفس الفترة والبالغ 2%، ويرجع ذلك إلى تنامي صناعة الغاز عالمياً وزيادة عدد الدول المصدرة والمستوردة للغاز الطبيعي المسال على حد سواء، حيث نجم عن ذلك خلق مسارات بحرية جديدة على خريطة تجارة الغاز العالمية. بينما سجلت تجارة المواد الكيماوية نمواً 3.7% كما يبين الشكل 1-10.

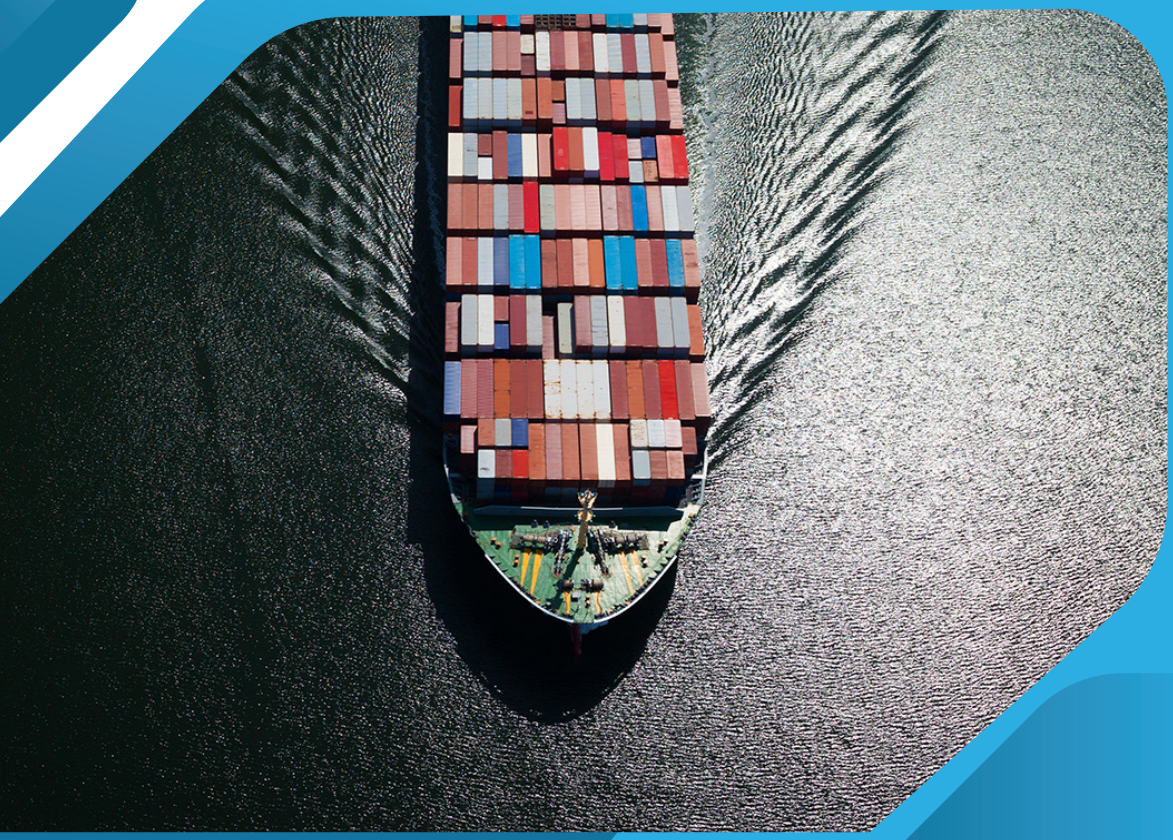
الشكل 1-10: تطور تجارة المواد البترولية المقدرة بالأطنان الميلية خلال الفترة (2000-2018)



المصدر: بيانات محسوبة استناداً إلى: -UNCTAD, Review of maritime transport 2018

الفصل الثاني

الوقود المستخدم في النقل البحري والتشريعات الدولية



2-1 : وقود النقل البحري

2-2 : تشريعات المنظمة البحرية الدولية لمنع التلوث الناجم من السفن

2-3 : خيارات / بدائل الوقود لتلبية تشريعات المنظمة البحرية الدولية الخاصة بالانبعاثات

2-4 : استخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود للنقل البحري

2-1: وقود النقل البحري

2-1-1: أنواع الوقود المستخدم في النقل البحري

يندرج الوقود المستخدم في قطاع النقل البحري تحت ثلاث مجموعات رئيسية والتي تختلف فيما بينها باختلاف الخواص الأساسية، وطرق استخلاصها، ونسب الخلط، علاوة على متوسط نسبة الكبريت. وذلك على النحو التالي[6]:

1) زيوت الوقود (Fuel Oils) وتنقسم إلى:

✓ **زيوت الوقود المتبقية (Residual Fuel Oils)**

وهي تستخلص من المتبقي (Residue) من النفط الخام من خارج برج التقطير الجوي، ويشار إليها في قطاع النقل البحري بعدة أسماء منها زيت الوقود الثقيل (Heavy Fuel Oil)، أو زيت الوقود المتبقي (Residual Fuel Oil, RFO) أو زيت الوقود عالي الكبريت (High Sulfur Fuel Oil, HSFO) وهو الاسم الأكثر شيوعاً في الاستخدام. وعلى الرغم من اختلاف نسبة الكبريت في هذا النوع إلا أنها عادة تتراوح من 1% إلى 4.5%. ووفقاً لبيانات المنظمة البحرية الدولية، فقد بلغ متوسط نسبة الكبريت في عينات زيت الوقود المتبقي المستخدم في النقل البحري عالمياً حوالي 2.45%.

✓ **زيوت الوقود الوسطية (Intermediate Fuel Oils)**

وهي عبارة عن خليط من زيت الوقود عالي الكبريت (HFO) مع نسب متفاوتة من المقطرات (Distillates). ويوجد منها نوعان رئيسيان هما IFO 380 وهو خليط من زيت الوقود عالي الكبريت (98%) والمقطرات (2%)، أما النوع الآخر فهو IFO180 (88% من زيت الوقود عالي الكبريت، 12% من المقطرات)، وفي كلا النوعين تزيد نسبة الكبريت عن 1%.

[6] Nick W. & CHRIS B. (CEDIGAZ);" The Impact OF New Marine Emissions Regulations On The LNG Market"; February 2019.

وإلى جانب ذلك، يمكن خلط زيت الوقود مع المقطرات الخفيفة لإنتاج زيوت وقود منخفضة الكبريت (Low Sulfur Fuel Oils, LSFO) ويشمل ذلك:

- زيت الوقود ذو محتوى الكبريت المنخفض جدا (Very Low Sulfur Fuel oil, VLSFO)، بنسبة 0.5%.
- زيت الوقود ذو محتوى الكبريت المنخفض للغاية (Ultra-Low Sulfur Fuel Oil, ULSFO)، وتصل فيه نسبة الكبريت إلى أقل من 0.1%. وهو الوقود المطابق للمواصفات للعمل في المناطق البحرية التي تضع قيوداً صارمة على انبعاثات أكاسيد الكبريت.

2) المقطرات (Distillates)

وهي تتسم بأنها سريعة الاشتعال، وأخف من زيوت الوقود، وتحتوي على نسبة منخفضة من الكبريت تتراوح من 0.3% إلى 1%. ويستخدم مصطلح زيت الغاز "السولار" البحري (Marine Gas Oil, MGO) للإشارة إلى هذا النوع من الوقود المستخدم في السفن. ويوجد أنواع منخفضة الكبريت من زيت الغاز البحري هي:

- زيت الغاز البحري ذو محتوى الكبريت المنخفض جدا (Very Low Sulfur Marine Gas Oil)

  وتصل نسبة الكبريت في هذا النوع إلى أقل من 0.1%.
- زيت الغاز البحري ذو محتوى الكبريت المنخفض للغاية (Ultra-Low Sulfur Marine Gas Oil)

  وتصل نسبة الكبريت في هذا النوع إلى أقل من 0.0015%

3) الغاز الطبيعي المسال

وهو من أنواع الوقود التي بدأ استخدامها في الآونة الأخيرة في عدة قطاعات حيوية من الأسطول العالمي.

وتعد ناقلات الغاز الطبيعي المسال القطاع الرئيسي المستهلك له، حيث ينتج أثناء رحلة الناقلة، تبخر كميات ضئيلة من الغاز الطبيعي المسال يطلق عليها اسم الغاز المتبخر (Boil-off Gas, BOG) بسبب التفاوت في درجات الحرارة مع الوسط المحيط، والتي عادة ما يتم فصلها ودفعها إلى أنظمة الدفع لاستخدامها كوقود في محركات السفينة التي عادة ما تكون ثنائية الوقود.

2-1-2: توزيع استهلاك الوقود في النقل البحري

يشكل استهلاك القطاع البحري من الوقود حوالي 4% من إجمالي الطلب العالمي على النفط والمنتجات البترولية، وهو يقدر بحوالي 4.3 مليون برميل مكافئ نفط/اليوم وفقاً لتقديرات وكالة الطاقة الدولية عام 2018[7]. ويعد قطاع النقل البحري الدولي أكبر مستهلك لزيت الوقود عالي الكبريت (HSFO)، حيث يتراوح متوسط الاستهلاك اليومي منه من 3.1 إلى 3.2 مليون برميل، مما يجعل من القطاع البحري بمثابة القطاع الرئيسي المستهلك له. لذلك يساهم قطاع النقل البحري وحده بأكثر من 12% من انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) المرتبطة بأنشطة الطاقة عالمياً[8]. فما تستهلكه سفينة حاويات واحدة من زيت الوقود عالي الكبريت (نسبة الكبريت فيه 3%)، يتسبب في إطلاق انبعاثات من الكبريت تعادل ما ينتج عن إجمالي استهلاك 50 مليون مركبة عادية مجتمعة من الديزل (محتوى الكبريت في الديزل 10 جزء في المليون "10 ppm" أو 0.01%).

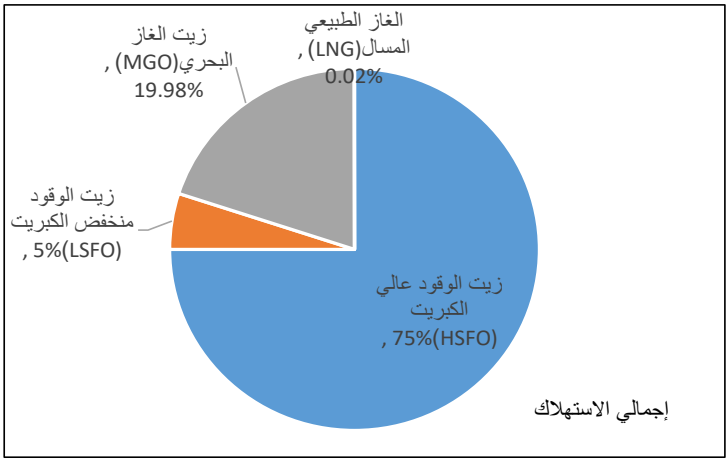
وإجمالا يشكل زيت الوقود عالي الكبريت (HSFO) أكثر من 75% من إجمالي استهلاك الوقود في النقل البحري الذي بلغ 4.3 مليون برميل مكافئ نفط/اليوم عام 2018. بينما تشكل حصة زيت الوقود منخفض الكبريت (LSFO) نحو 5% من

[7] EIA;" The Effects of Changes to Marine Fuel Sulfur Limits in 2020 on Energy Markets"; March 2019.
[8] IEA;" World Energy Outlook: Global Energy Trends"; 2018.

إجمالي الاستهلاك، ليشكل زيت الوقود بنوعيه عالي ومنخفض الكبريت حصة إجمالية قدرها 80% في مزيج وقود النقل البحري. بينما يشـكل زيت الغاز البحري (MGO) قرابة 20% من إجمالي الاستهلاك.

أما الغاز الطبيعي المسـال، ورغم دخول عدد لا بأس به من السـفن الجديدة العاملة به ضـمن الأسـطول العالمي، فلا يشـكل سـوى نسـبة ضـئيلة للغاية حيث بلغ اسـتهلاكه عام 2018 حوالي 73 مليون متر مكعب تكافئ نحو 1000 برميل مكافئ نفط /اليوم بما يعادل حصة ضئيلة قدرها 0.02% من مزيج الاستهلاك كما يبين الشكل 1-2.

الشكل 2-1: توزيع استهلاك الوقود البحري حسب نوع الوقود المستخدم، عام 2018



المصدر: وكالة الطاقة الدولية IEA

2-2: تشريعات المنظمة البحرية الدولية لمنع التلوث الناجم عن السفن

2-2-1: لمحة تاريخية عن الاتفاقية الدولية لمنع التلوث الناجم عن السفن

أنشئت المنظمة البحرية الدولية عام 1958، كهيئة تابعة الأمم المتحدة، لتضطلع بمسؤولياتها نحو وضع واعتماد إجراءات لتحسين سلامة وأمن الشحن الدولي، واتخاذ التدابير التي من شـأنها الحيلولة دون حدوث تلوث من السـفن للبيئة سـواء البحرية أو

الهواء، وهي تضـم في عضـويتها حالياً 174 دولة، وركزت المنظمة البحرية الدولية في البداية على السـلامة والملاحة البحرية [9]. ومع حدوث حالات انسـكاب للنفط في المحيطات والبحار بسـبب الحوادث، شـرعت المنظمة في إعداد وتنفيذ برنامج عمل طموح لمنع تلوث البحار من السفن. وقد أسفر ذلك عن التصديق على الاتفاقية الدولية لمنع التلوث الناجم عن السـفن في عام 1973، أو ما يعرف باسـم اتفاقية "ماربول" (MARPOL). وتضم الاتفاقية في شكلها الحالي 6 مرفقات فنية كما يبيـن الشكل 2-2، تضـم مجموعة من الأحكام لمنع أو تقليل التلوث الناتج عن السـفن والتي دخلت حيز التنفيذ على فترات متلاحقة. وتركز المرفقات الخمسـة الأولى على مكافحة التلوث الناتج عن المواد الصـلبة أو السـائلة المحمولة أو المصـرّفة من السـفينة، بينما يختص المرفق السـادس بمنع تلوث الهواء بانبعاثات عوادم السـفن وهو المرتبط باسـتهلاك الوقود في قطاع النقل البحري.

الشكل 2-2: المرفقات الفنية الخاصة بالاتفاقية الدولية لمنع التلوث الناجم عن السفن (MARPOL)

المرفق الأول (دخل حيز التنفيذ 1983)	• منع التلوث بالنفط
المرفق الثاني (دخل حيز التنفيذ 1983)	• مكافحة التلوث بكميات كبيرة من المواد السائلة الضارة
المرفق الثالث (دخل حيز التنفيذ 1992)	• منع التلوث بالمواد الضارة المغلفة المنقولة بحراً
المرفق الرابع (دخل حيز التنفيذ 2003)	• منع التلوث الناجم عن مياه الصرف الصحي من السفن
المرفق الخامس (دخل حيز التنفيذ 1988)	• منع التلوث الناجم عن النفايات (المخلفات) من السفن
المرفق السادس (دخل حيز التنفيذ 2005)	• منع تلوث الهواء بانبعاثات السفن

المصدر: Cedigaz [10]

9 الأمم المتحدة، وقائع الأمم المتحدة، " دور المنظمة البحرية الدولية في الحيلولة دون تلوث المحيطات الناجم عن السـفن والشـحن البحري"، 2016

10 Nick W. & CHRIS B. (CEDIGAZ);" The Impact OF New Marine Emissions Regulations On The LNG Market"; February 2019.

2-2-2: المرفق السادس في الاتفاقية الدولية لمنع التلوث الناجم عن السفن

يختص المرفق السادس من الاتفاقية الدولية بمنع تلوث السفن بالانبعاثات الناتجة في الهواء (airborne emissions) نتيجة استخدام الوقود في محركات السفن، وقد أُعتمد هذا المرفق لأول مرة عام 1997، ودخل حيز التنفيذ الفعلي في شهر أيار/مايو 2005. وقد وضعت المنظمة البحرية الدولية في هذا المرفق، عدة اشتراطات حول الحد المسموح به لانبعاثات أكاسيد الكبريت، وأكاسيد النيتروجين، والجسيمات الدقيقة (PM)، لما لهم من آثار جسيمة على البيئة وعلى الصحة. حيث اشترط المرفق في البداية على ألا تزيد نسبة الكبريت في الوقود المستخدم في المحركات الرئيسية والثانوية في السفن عن 4.5%على أساس الكتلة (كتلة /كتلة). وقد ظل هذا الحد سارياً لسنوات، إلى أن تم اعتماد اشتراطات أكثر صرامة تم بموجبها تخفيض نسبة الكبريت إلى 3.5%، وقد أُدخل هذا الحد الجديد حيز التنفيذ في كانون الثاني/يناير من عام 2012.

وفي تشرين الأول/أكتوبر من عام 2016، تم اعتماد تشريعاً أكثر صرامة يقضي بتخفيض الحد الأقصى العالمي لنسبة الكبريت (Global Sulfur Cap) في الوقود البحري إلى 0.5% على أن يدخل حيز التنفيذ بداية من اليوم الأول من كانون الثاني/يناير عام 2020 [11]، وقد دخل بالفعل حيز التنفيذ في هذا التاريخ.

وإلى جانب ما سبق، فقد حددت المنظمة مناطق معينة لتنفيذ معايير أكثر صرامة لمراقبة انبعاثات أكاسيد الكبريت، وأكاسيد النيتروجين، والجسيمات الدقيقة، والتي تسمى في المرفق السادس من اتفاقية (MARPOL) باسم مناطق ضبط الانبعاثات (Emission Control Areas, ECAS). وقد جرى في البداية تطبيق

[11] IMO briefing;" IMO sets 2020 date for ships to comply with low Sulphur fuel oil requirement"; October 28, 2016.

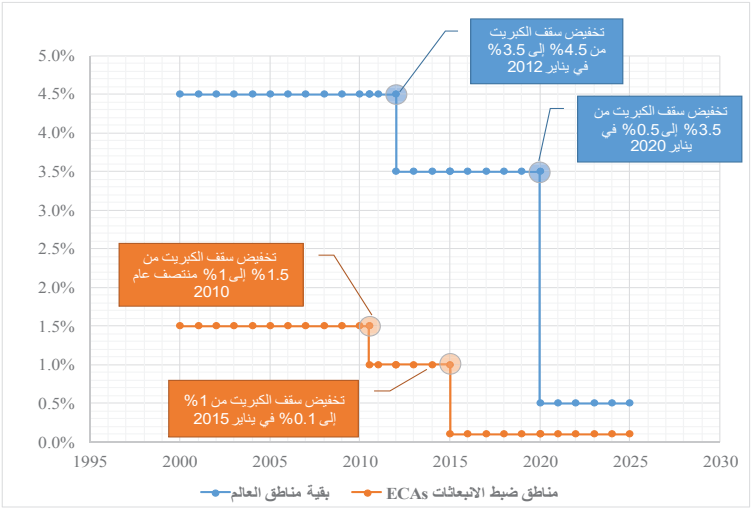
الاشتراطات الخاصة بالكبريت ضمن ما يعرف بمناطق التحكم في انبعاثات الكبريت (Sulfur Emission Control Areas, SECAS) في منطقتي بحر الشمال وبحر البلطيق كما هو مبين بالجدول 2-1. ثم أُضيف إليها لاحقا مناطق أخرى التي طبقت بدورها اشتراطات إضافية خاصة بأكاسيد النيتروجين والجسيمات الدقيقة، شملت كل من البحر الكاريبي قبالة سواحل بورتو ريكو Puerto Rico، وجزر العذراء الأمريكية US. Virgin Islands، وأمريكا الشمالية (على مسافة 200 ميل بحري من سواحل الولايات المتحدة وكندا)، لتصبح هذه المناطق موزعة في ثلاث مناطق رئيسية في أوروبا وأمريكا الشمالية والكاريبي التي تطبق اشتراطات أكثر صرامة لحدود الانبعاثات الناتجة عن حرق الوقود البحري، حيث وصل الحد المسموح به للكبريت إلى 0.1% منذ عام 2015 وهو أقل بنسبة 80% من الحد المسموح به في التشريع الجديد لعام 2020 الذي يشمل بقية مناطق العالم كما يبين المخطط 2-3، والجدول 2-2.

الجدول 2-1: مناطق ضبط الانبعاثات المبينة في المرفق السادس للاتفاقية الدولية لمنع التلوث الناجم عن السفن (MARPOL)

المنطقة الخاصة	نوع التطبيق	تاريخ الاعتماد	تاريخ سريان المفعول
بحر البلطيق	أكاسيد الكبريت	سبتمبر 1997	مايو 2006
بحر الشمال	أكاسيد الكبريت	يوليو 2005	نوفمبر 2007
أمريكا الشمالية	أكاسيد الكبريت، أكاسيد النيتروجين، والجسيمات الدقيقة	مارس 2010	أغسطس 2012
البحر الكاريبي	أكاسيد الكبريت، أكاسيد النيتروجين، والجسيمات الدقيقة	يوليو 2011	يناير 2014

المصدر: المنظمة البحرية الدولية IMO

الشكل 2-3: التطور التاريخي لتطبيق اشتراطات نسبة الكبريت % في وقود النقل البحري داخل مناطق ضبط الانبعاثات وبقية مناطق العالم حسب اتفاقية MARPOL



مصدر البيانات: معدل استناداً إلى المنظمة البحرية الدولية IMO

الجدول 2-2: مقارنة تطور حد الكبريت المسموح به في وقود السفن داخل وخارج مناطق ضبط الانبعاثات

خارج مناطق ضبط الانبعاثات Outside ECAS	داخل مناطق ضبط الانبعاثات Inside ECAS
4.5% (كتلة /كتلة) قبل كانون الثاني/ يناير 2012	1.5% (كتلة /كتلة) قبل شهر تموز/يوليو 2010
3.5% (كتلة /كتلة) من بداية من كانون الثاني/ يناير 2012	1% (كتلة /كتلة) من بداية تموز/ يوليو 2010
0.5% (كتلة /كتلة) من بداية كانون الثاني/ يناير 2020	0.1% (كتلة /كتلة) من بداية كانون الثاني/ يناير 2015

المصدر: المنظمة البحرية الدولية IMO

ووفقاً للمنظمة البحرية الدولية، فهناك بعض المناطق التي من المحتمل مستقبلاً أن تدخل ضمن مجموعة مناطق ضبط الانبعاثات ويشمل ذلك كل من أستراليا واليابان وكوريا الجنوبية ومضيق ملقه (Strait of Malacca)[12].

[12] نفس المصدر رقم 6

3-2-2: جهود المنظمة البحرية الدولية نحو تخفيض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من قطاع النقل البحري

أبدت المنظمة البحرية الدولية اهتماماً نحو تقدير انبعاثات غازات الاحتباس الحراري التي يطلقها قطاع النقل البحري، ومن ثم العمل على اتخاذ الإجراءات والتدابير لتقليل هذه الانبعاثات. حيث أصدرت ثلاث دراسات متتالية لتقدير انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من قطاع النقل البحري. ووفقاً لهذه الدراسات، فقد ساهم النشاط الكلي للنقل البحري (التجارة الدولية، والتجارة الداخلية، وسفن الصيد) بنسبة 2.5-3.5% في المتوسط من إجمالي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في العالم الناتجة عن حرق الوقود الأحفوري والعمليات الصناعية خلال الفترة 2008-2015 كما يبين الجدول 2-3.

الجدول 2-3: انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 من النقل البحري بقطاعته المختلفة خلال الفترة 2008-2015

الفقرة	الوحدة	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
إجمالي انبعاثات CO_2 عالمياً	*مليون طن*	**32133**	**31822**	**33661**	**34726**	**34968**	**35672**	**36084**	**36062**
النقل البحري الدولي	*مليون طن*	916	858	773	853	805	801	813	**812**
	%	%2.9	%2.7	%2.3	%2.5	%2.3	%2.2	%2.3	**%2.3**
النقل البحري الداخلي	*مليون طن*	139	75	83	110	87	73	78	**78**
	%	%0.4	%0.2	%0.2	%0.3	%0.2	%0.2	%0.2	**%0.2**
الصيد	*مليون طن*	80	44	58	58	51	36	39	**42**
	%	%0.2	%0.1	%0.2	%0.2	%0.1	%0.1	%0.1	**%0.1**
إجمالي قطاع النقل البحري	*مليون طن*	**1135**	**977**	**914**	**1021**	**943**	**910**	**930**	932
	%	**%3.5**	**%3.1**	**%2.7**	**%2.9**	**%2.7**	**%2.6**	**%2.6**	**%2.6**

مصدر البيانات: المنظمة البحرية الدولية IMO، والمجلس الدولي للنقل النظيف ICCT

وقد شـرعت المنظمة مؤخراً في أيار/مايو 2019، في إعداد الدراسـة الرابعة لتقدير انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (4th IMO GHG Study) من قطاع النقل البحري خلال الفترة 2012-2018، وإعداد السـيناريوهات المختلفة لحجم الانبعاثات مستقبلاً خلال الفترة 2018-2050، ويتوقع الانتهاء من هذه الدراسة خلال النصف الثاني من عام 2020[13].

وبالعودة إلى **أحدث البيانات** الصادرة عام 2017، فقد بلغ إجمالي انبعاثات غاز ثاني أكسـيد الكربون الناتجة عن قطاع النقل البحري لعام 2015 حوالي 932 مليون طن بحصـة 2.6% من إجمالي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون عالمياً لنفس العام، وهي أقل بنحو 200 مليون تقريباً عن المسـتويات المسـجلة لعام 2008 والتي قُدرت آنذاك بحوالي 1135 مليون طن. وتعمل المنظمة البحرية الدولية جاهدة نحو تقليل مقدار **"عدم اليقين"** في هذه التقديرات عبر الاستمرار في إعداد الدراسات الفنية المتخصصة في تقدير انبعاثات قطاع النقل البحري.

واسـتناداً إلى تلك التقديرات، اعتمدت المنظمة البحرية الدولية في عام 2018، **استراتيجية أولية** تشكل رؤية طويلة الأمد ترتكز على اتخاذ خطوات جادة نحو العمل على تقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من النقل البحري ووصـولا إلى التخلص منها نهائياً لخلق قطاع معدوم الانبعاثات في نهاية المطاف، بما يتفق مع أهداف اتفاقية باريس لتغير المناخ، والهدف الإنمائي الثالث عشـر من أجندة الأمم المتحدة للتنمية المستدامة (SDG-13) لعام 2030.

[13] IMO;" Air Pollution anf Greenhouse Gas emissions: Greenhouse Gas Emissions". http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/GHG-Emissions.aspx

وبشـــكل أكثر تفصـــيلاً، فإن الاســـتراتيجية التي تبنتها المنظمة في شـــهر نيسان/أبريل من عام 2018 تقضي بالآتي[14]:

- تخفيض إجمالي انبعاثات غاز ثاني أكســـيد الكربون من قطاع النقل البحري الدولي بنسبة 40% بحلول عام 2030 ثم بنسبة 70% بحلول عام 2050 مقارنة بعام 2008.

- بلوغ ذروة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من قطاع النقل البحري الدولي في أقرب وقت ممكن، ومن ثم العمل على تخفيضـــها بنحو 50% على الأقل بحلول عام 2050 مقارنة بسنة الأساس 2008، مع مواصلة الجهود للعمل على التخلص منها تدريجياً بما يتماشـــى مع اتفاقية باريس، وأهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة.

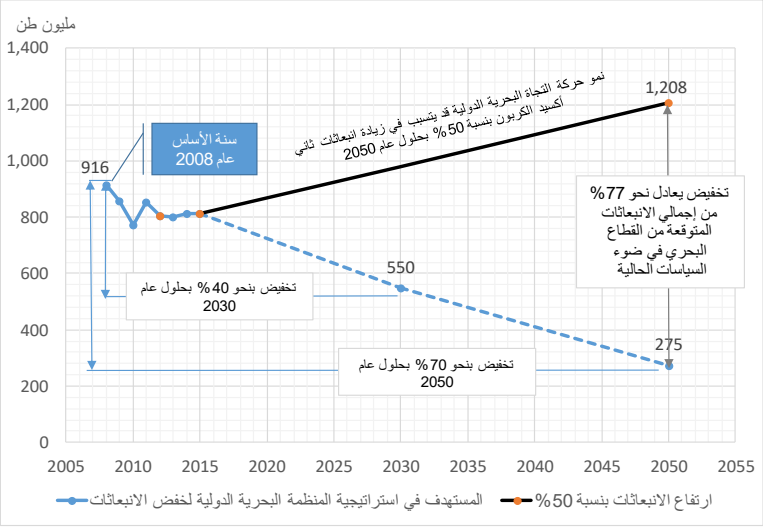
وتأتي هذه الاستراتيجية الطموحة كاستجابة سريعة للتحديات التي تواجه قطاع النقل البحري. ففي ضـوء السـياسـات الحالية المطبقة، وتوقعات نمو الاقتصـاد العالمي والتجارة البحرية الدولية، من المحتمل أن ترتفع نسبة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من قطاع النقل البحري الدولي بنســـبة تتراوح من 50% إلى 250% بحلول عام 2050 مقارنة بعام 2012.

وبالتالي فإن تطبيق أهداف هذه الاسـتراتيجية يعني تحقيق اختراقاً غير مسـبوق في منظومة النقل البحري الدولي. ففي حالة زيادة الانبعاثات بنســـبة 50% (بســـبب تنامي التجارة الدولية بنظرة معقولة) مقارنة بعام 2008، فســـيصـــل إجمالي انبعاثات ثاني أكســـيد الكربون من قطاع النقل البحري الدولي إلى 1207 مليون طن بحلول عام

[14] IMO;" Adoption Of The Initial Imo Strategy On Reduction Of GHG Emissions From Ships and existing Imo Activity Related To Reducing GHG Emissions In The Shipping Sector"; April 2018.

2050، بينما تقضـي الاسـتراتيجية الجديدة خفضـها إلى ما يعادل نحو 275 مليون طن أي أن ذلك يعني بتخفيض يناهز ال 77% في هذا السيناريو كما يبين الشكل 2-4.

الشكل 2-4: المستهدف لخفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في استراتيجية المنظمة البحرية الدولية بالمقارنة مع سيناريو ارتفاع الانبعاثات بنسبة 50% بحلول عام 2050

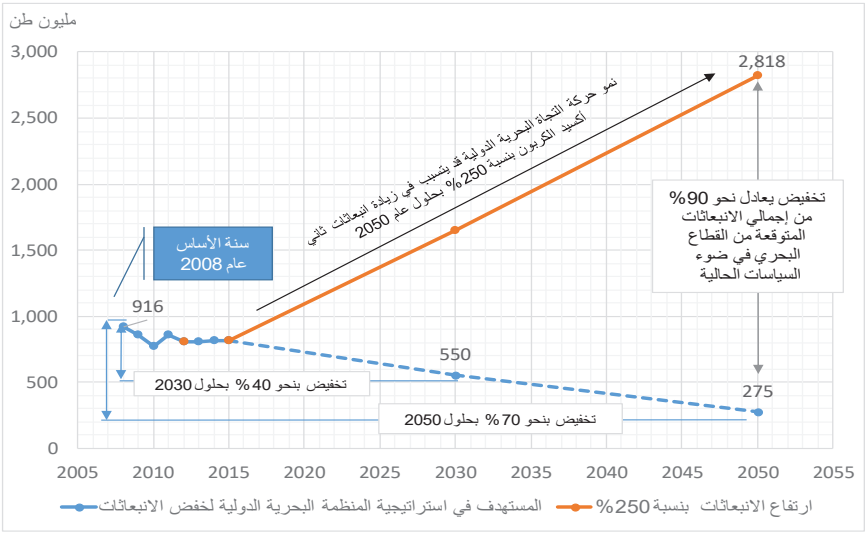


بينما وفقاً لسـيناريو ارتفاع الانبعاثات بنسـبة 250% منقادا بتوقعات نمو التجارة البحرية الدولية الأكثر تفاؤلاً، فسـيصـل إجمالي انبعاثات ثاني أكسـيد الكربون من قطاع النقل البحري الدولي إلى نحو 2818 مليون طن بحلول عام 2050، وبذلك تصل نسبة الخفض المستهدف في الاستراتيجية الجديدة إلى ما يناهز الـ 90% كمـا يبين الشكل 2-5.

ولذا، فإن العمل على تطبيق هذه الاسـتراتيجية يتطلب اختيار بدائل أخرى للوقود عوضـاً عن زيت الوقود أو زيت الغاز المسـتخدم، ومنها الغاز الطبيعي المسـال، أو الهيدروجين، ورفع كفاءة التقنيات المستخدمة، واتخاذ الإجراءات وسن السياسات اللازمة بأسرع وقت ممكن. وبذلك تتيح هذه الاتفاقية آفاقاً جديدة لاستخدام الغاز الطبيعي المسال،

وتبنيه كخيار بيئي على المدى القصير والمتوسط في تموين السفن. وتعد الاستراتيجية الجديدة بمثابة إطار عمل عام يتم بموجبه اتخاذ قرارات وإجراءات تفصيلية على المدى القصير والمتوسط والطويل بغية تحقيق الأهداف المنشودة. وقد تم الاتفاق على عمل مراجعة مستمرة لها على أن يتم اعتماد الاستراتيجية المنقحة بحلول عام 2023.

الشكل 2-5: المستهدف لخفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في استراتيجية المنظمة البحرية الدولية بالمقارنة مع سيناريو ارتفاع الانبعاثات بنسبة 250% بحلول عام 2050

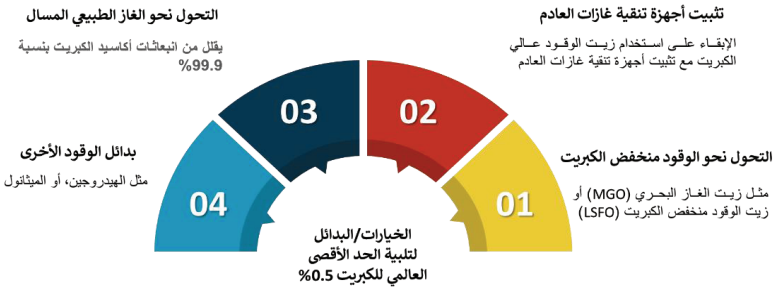


3-2: خيارات/بدائل الوقود لتلبية تشريعات المنظمة البحرية الدولية الخاصة بالانبعاثات

تشكل تشريعات المنظمة البحرية الدولية الخاصة بتطبيق الحد الأقصى العالمي للكبريت في وقود النقل البحري عند 0.5%، نقلة نوعية جديدة في طبيعة الإجراءات والاشتراطات المنظمة لهذا الشريان الحيوي، وقد اكتسب الأمر زخماً إضافياً بعد تبنيها الاستراتيجية الأولية الخاصة بتخفيض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بنسبة 50% بحلول عام 2050. وفي هذا الصدد، برزت أمام مالكي السفن عدة خيارات أو

حلول لاستخدام وقود متوافق للعمل مع هذه التشريعات، ومن بينها التحول نحو أنواع الوقود منخفضة الكبريت مثل زيت الغاز البحري (MGO) أو استمرار العمل بزيت الوقود عالي الكبريت مع اتباع الحلول التقنية لتقليل انبعاثات أكاسيد الكبريت (Sulfur Mitigation Technologies) الناتجة من عوادم محركات السفن، أو التحول نحو استخدام الغاز الطبيعي المسال أو بدائل الوقود الأخرى مثل الهيدروجين والميثانول كما يبين في الشكل 2-6.

الشكل 2-6: خيارات/بدائل الوقود لتلبية تشريعات المنظمة البحرية الدولية الخاصة بالكبريت



2-3-1: التحول نحو استخدام الوقود منخفض الكبريت

يستطيع زيت الوقود منخفض الكبريت وزيت الغاز البحري تلبية الحد الأقصى العالمي للكبريت 0.5%. وقد أعلنت بعض شركات البترول العالمية مثل ExxonMobil و Total و BP عن عزمها العمل على زيادة إنتاج الوقود البحري منخفض الكبريت، لتلبية الطلب المتوقع عليه مع تزامن تطبيق الحد الجديد بداية من هذا العام 2020، ولكن هناك تساؤلات عن كيفية وإمكانية سد الفجوة المتوقعة بسبب ضخامة حصة زيت الوقود عالي الكبريت. فاستهلاك زيت الوقود عالي الكبريت في النقل البحري يتخطى حاجز الـ 3 مليون برميل/اليوم، بينما يصل الحد الأقصى للإنتاج

اليومي من زيت الوقود منخفض الكبريت من معامل التكرير عالمياً حوالي 600 ألف برميل/اليوم ويستهلك منه نحو 200 ألف برميل/اليوم في النقل البحري، وبالتالي فقد يتم سد الحصة المتبقية بواسطة زيت الغاز البحري (MGO) أو إنتاج خليط منه مع زيت الوقود عالي الكبريت لإنتاج زيت الوقود منخفض الكبريت حسب قدرة المصافي. أو ربما يلجأ بعض مالكي السفن إلى تركيب أجهزة تنقية غازات العادم من أكاسيد الكبريت، كحل عملي على الأقل على المدى القريب، خاصة في ضوء الانهيار المتوقع في أسعار زيت الوقود عالي الكبريت في ضوء تراجع الطلب عليه، وصعوبة امتصاص الفائض من إنتاجه في قطاعات أخرى مثل قطاع توليد الكهرباء. لذلك، فمن الصعوبة التنبؤ بالصورة الكاملة لمزيج استهلاك الوقود البحري مستقبلاً بسبب ما يكتنفها من الغموض أو عدم اليقين، حيث أنها مرتبطة بمدى توافر الوقود منخفض الكبريت وتسعيره مستقبلاً[15].

2-3-2: تثبيت أجهزة تنقية غازات العادم (Exhaust Gas Scrubbers)

يعد تثبيت أجهزة تنقية غازات العادم على السفن، أحد الحلول المطروحة للتخلص من أكاسيد الكبريت (SO_X) التي تنتج عن حرق زيت الوقود عالي الكبريت، وبالتالي يضمن الإبقاء على استخدام هذا الوقود منخفض التكلفة دون التحول إلى الوقود منخفض الكبريت ذو السعر المرتفع. لكن سيحتاج تنفيذ ذلك إلى خروج السفينة عن الخدمة لفترة من الوقت لإتمام عملية تركيب أجهزة التنقية في ورش التصنيع، علاوة على ما تتطلبه هذه الأجهزة من توافر مساحة كبيرة نوعاً ما على متن السفينة، وهو ما يشكل خسارة من حمولتها. وتنقسم أجهزة التنقية المستخدمة في السفن وفق مبدأ العمل إلى أجهزة التنقية ذات الدورة المفتوحة (Open Loop Scrubbers)،

[15] S&P Global Platts;" Shipping sector's final push to adapt as IMO 2020 deadline nears: An insight"; August 28, 2019.

وأجهزة التنقية ذات الدورة المغلقة (Closed Loop Scrubbers)، وأجهزة التنقية ذات النظام الهجين/ المشترك (Hybrid Scrubbers).

وعملياً، تعد أجهزة تنقية غازات العادم الحل الأقرب للتنفيذ على المدى القريب في الامتثال لتشـريعات الكبريت لكفاءتها في نزع أكاسـيد الكبريت. وبذلك تتيح البقاء على زيت الوقود عالي الكبريت الأقل سـعراً مقارنة بالأنواع الأخرى مثل زيت الوقود منخفض الكبريت أو زيت الغاز البحري. لكن سـيتطلب ذلك تحمل نفقات رأسـمالية إضـافية (تكلفة تجهيز السـفن الجديدة NewBuild بأجهزة تنقية أو تحديث السـفن العاملة Retrofit) تتراوح بين 2 و10 مليون دولار وفي المتوسـط 5 مليون دولار. وقد يكون ذلك مجدياً للسـفن الكبيرة التي تسـتهلك كميات كبيرة من الوقود، حيث يمكن اسـترداد التكاليف خلال السـنوات الأولى من التشـغيل. ومن الجدير بالذكر أن نحو 1.58% من الأسطول العالمي من السفن نهاية عام 2018 مزود أو بقيد استلام أجهزة تنقية[16]، وقد بدأ الطلب العالمي على أجهزة التنقية في النمو بشـكل متسـارع من خلال تقدم مالكي ومشـغلي السـفن بحجز طلبيات جديدة، ومن المتوقع أن يصـل عدد أجهزة التنقية المثبتة بالسـفن إلى حوالي 5200 جهاز بحلول عام 2024 بما يعادل نحو 5% من الأسـطول العالمي [17]. وتوقعت وكالة الطاقة الدولية أن يتم تركيب نحو 1900 جهاز عام 2019، يليه 1500 جهاز في عام 2020، ثم يتراجع المعدل إلى 200 جهاز سنوياً حتى عام 2024 ليصل العدد الكلي إلى 5200 جهاز.

2-3-3: وقود الغاز الطبيعي المسال

برز الغاز الطبيعي المسـال كأحد أهم الخيارات الناجعة كوقود للنقل البحري لتلبية التشـريعات الصـارمة للمنظمة البحرية الدولية. فاسـتخدام الغاز الطبيعي يقلل من

[16] UNCTAD;" Review Of Maritime Transport 2019"; 2019.
[17] Argus;" Scrubbers will keep HSFO in play for bunkers: IEA"; 11 March 2019.

أكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين الناتجة عن عملية الاحتراق بنسب تخفيض مرتفعة. كما يقلل من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون كونه أخف من أنواع الوقود السائل الأخرى. وبالتالي فهو قد يكون حلاً ناجعاً لمنظومة النقل البحري بأكملها ما بعد عام 2020، بشرط نجاحه في تخطي كافة العقبات الفنية والاقتصادية، خاصة أن التحول للغاز الطبيعي يتطلب بناء أسطول من السفن العاملة بالغاز الطبيعي المسال، ووجود عدد كافي من محطات تموين السفن بالغاز الطبيعي المسال في المسارات الملاحية الرئيسية.

2-4: استخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود للنقل البحري

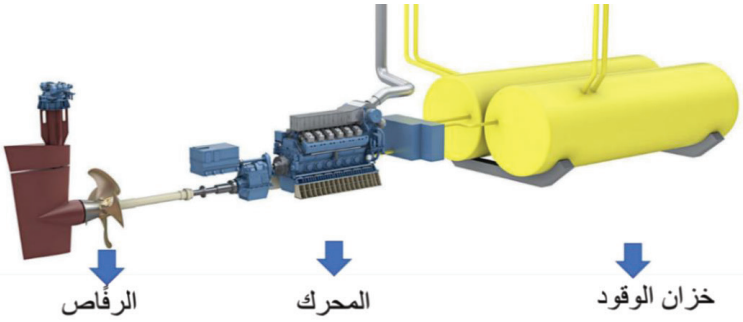
2-4-1: كيفية استخدام الغاز الطبيعي كوقود لمحركات السفن

لا شك أن استخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود للنقل البحري ليس بالأمر الممكن تنفيذه على المدى القريب، حيث يجب أولاً تجهيز السفن بأنظمة دفع تعمل بالغاز، سواء من خلال عمل تحديث لأنظمة الدفع للسفن العاملة في الأسطول العالمي وإضافة صهاريج تخزين أو حجز طلبيات لبناء سفن جديدة من الأساس بمحركات تعمل بالغاز. وإلى جانب ذلك، فلا بد من إنشاء عدد كافي من محطات تموين السفن بالغاز الطبيعي المسال في الخطوط الملاحية الرئيسية.

وتعد أنظمة الدفع (Propulsion System)، أهم جزء في السفينة أثناء صناعتها في حوض السفن، وهي تضم 3 مكونات رئيسية هي خزان (صهريج) الوقود المستخدم، والمُحرك (ماكينة الاحتراق) وهو المكون الرئيسي لها لإنتاج الحركة الميكانيكية المطلوبة وتوصيلها إلى مروحة الدفع أو رفاص السفينة (Ship Propeller) كما يبين الشكل 2-7. وتعد المساحة التي تشغلها صهاريج تخزين الغاز الطبيعي المسال من الإشكاليات الرئيسية في تحويل السفن للعمل به كوقود، بسبب كبر حجم صهاريج الوقود المطلوبة. فكثافة الغاز الطبيعي المسال تقل عن كثافة كل من زيت الوقود الثقيل وزيت الغاز البحري بمقدار النصف

تقريباً حيث تبلغ نحو 425-485 كجم/متر مكعب (450 كجم/متر مكعب في المتوسط)، كما تحتاج الصهاريج إلى طبقة عزل سميكة للحفاظ عليه في الحالة السائلة عند -162 درجة مئوية.

الشكل 2-7: المكونات الرئيسية لمنظومة الدفع في السفينة

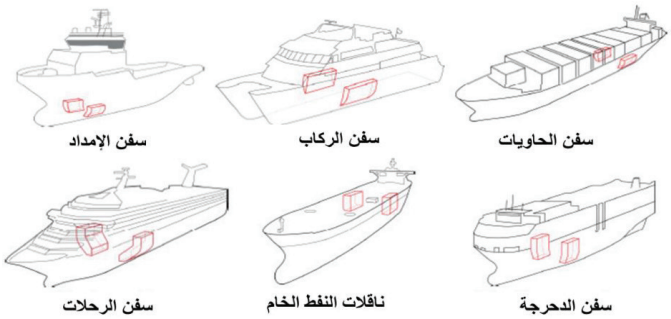


المصدر: **Rolls-Royce**

ولذلك، تكون صهاريج الغاز الطبيعي المسال ذات أحجام أكبر مقارنة بالوقود البحري التقليدي، الأمر الذي سيقلص أيضاً من حجم حمولة للسفينة بسبب تلك المساحة المطلوبة. حيث قد يبلغ حجم الصهريج نحو 3- 4 أمثال حجم صهريج مماثل لتخزين زيت الغاز البحري أو زيت الوقود البحري، وقد يتم تركيبها أعلى أو أسفل سطح السفينة، ويبين الشكل 2-8، المواضع المختلفة لصهاريج الغاز الطبيعي المسال في أنواع مختلفة من السفن.

وهناك أنواع مختلفة من الصهاريج المستخدمة لتخزين الغاز الطبيعي المسال، وتعد الصهاريج المستقلة ضمن الفئة الثالثة (Independent Tanks Type-C)، النوع الأكثر شيوعاً في الاستخدام، وهي صهاريج مثبتة ذاتياً وليست جزء من هيكل السفينة، وتتميز بأنها سهلة التركيب، ولا تحتاج إلى صيانة، وذات سجل عمل جيد في تاريخ الصناعة.

الشكل 2-8: مواضع تركيب صهاريج وقود الغاز الطبيعي المسال حسب نوع السفن



المصدر: Journal of KONES Powertrain and Transport

والصـــهاريج المســـتقلة من هذه الفئة متاحة تجارياً في نوعين رئيســـيين هم الصهاريج مزدوجة الطبقة (Double Skinned Tanks) أسطوانية الشكل ذات سعة تتراوح من 10 متر مكعب حتى 10000 متر مكعب، أو صـــهاريج ملتصـــقة "بلوبي" (Bilobe tanks) ذات سعة تتراوح من 100 متر مكعب حتى 20 ألف متر مكعب[18]

وقد بدأ اسـتخدام الغاز الطبيعي المسـال* كوقود في قطاع النقل البحري أسـاسـاً في السـفن المسـتخدمة لنقله من موانئ التصـدير إلى مرافئ الاسـتقبال في الأسـواق المختلفة[20]. ويسـتخدم الغاز الطبيعي المسـال كوقود في صـورة غاز متبخر وهو يكون إما متبخر طبيعياً أو متبخر إجباريا ويكمن الفرق بينهما في الآتي:

- *غاز متبخر طبيعي (Natural Boiloff Gas)*

وهو الغاز الذي يتحرر طبيعياً من أعلى صـــهاريج التخزين بالناقلة نتيجة لحدوث ارتفاع طفيف في درجات الحرارة داخل الصـهريج بسـبب انتقال الحرارة من

[18] Evangelos K. & Leonidas E. (University of Strathclyde Glasgow); " LNG Fueled Vessels Design Training: OTMW-N Module-1"; July 2015.

*يتكون الغاز الطبيعي المسال بشكل أساسي من مركب الميثان(CH4) ، مع نسب متفاوتة من مركبات الإيثان (C2H6) والبروبان (C3H8)، والبيوتان فأعلى(C4H10+) ، وعادة لا تقل نسبة الميثان به عن 87%، وقد تصل في بعض الأحيان إلى أكثر من 99%، وتتوزع النسبة المتبقية بين باقي المركبات الهيدروكربونية سالفة الذكر بنسب متفاوتة

[20] أوابك، دراسة الغاز الطبيعي المسال ودوره في مواجهة الطلب العالمي على الطاقة"، دولة الكويت، كانون الأول/ديسمبر 2017

الوسط الخارجي أثناء رحلة الناقلة. وهذا الغاز غني جداً بالميثان مع وجود نسبة من النيتروجين، وتبلغ قيمة رقم الميثان** له نحو 100، بينما يصل المحتوى الحراري المنخفض له (LHV) إلى 33-35 ميجاجول/متر^3. ويتم تجميع الغاز المتبخر الطبيعي من صهريج ناقلات الغاز الطبيعي المسال، وتحويله إلى غرفة المحركات لاستخدامه كوقود، وهو يسمح بتحسين أداء للمحرك بسبب تقليل خاصية الخبط أو الدق، لكن لابد من ضخه بشكل مستمر لتلبية احتياجات السفينة من الوقود أثناء الإبحار.

- *غاز متبخر إجباري (Forced Boiloff Gas)*

وهو الغاز الذي يتم تفريغه من أسفل صهريج الغاز الطبيعي المسال في السفينة، وبالتالي يضم كافة المكونات المكونة للغاز الطبيعي المسال كالميثان والإيثان والبروبان، ويختلف رقم الميثان له باختلاف المنشأ (وجهة التصدير) كما يبين الجدول 6-2، لكنه يتراوح في مدى 70-85 تقريباً. والمحتوى الحراري المنخفض له أعلى من الغاز المتبخر الطبيعي حيث قد يصل إلى 49 ميجاجول/متر^3. وهو يعد الغاز الأكثر شيوعاً في الاستخدام في كافة أنواع السفن العاملة بالغاز الطبيعي المسال. لكنه يتطلب وجود أجهزة تبخير لتحويل الغاز المسال مجدداً إلى الصورة الغازية، والتخلص من أية قطرات في صورة سائلة. ونظراً لانخفاض رقم الميثان لهذا النوع مقارنة بالغاز المتبخر الطبيعي سالف الذكر، يراعي في تصميم محركات السفينة الأخذ في الاعتبار تلك الخواص لتقليل ظاهرة الخبط/الدق قدر الإمكان.

والمحركات المتوفرة في السوق العالمي[22] أما أن تكون ثنائية أو رباعية الأشواط، وتتم عملية الاحتراق إما بدورة أوتو (Otto Cycle)، وهي تعتمد على ضغط كمية ضئيلة من الوقود عند ضغوط منخفضة، ثم إحداث الاشتعال باستخدام

** رقم الميثان هو مقياس لدرجة مقاومة الوقود الغازي لخاصية الخبط في المحرك، ويتم حسابه باستخدام مخلوط عياري من الميثان والهيدروجين حيث يصل الرقم للميثان النقي 100، بينما يبلغ للهيدروجين صفر فقط

[22] Malcolm Latarche;" Ships diesel engines — A brief history"; Ship insight; 3 July 2017.

مصدر للاشتعال، أو دورة الديزل (Diesel cycle) والتي تعتمد على ضغط الوقود إلى ضغوط مرتفعة جداً ينتج عنها ارتفاع في الحرارة ومن ثم حدوث الاشتعال الذاتي للوقود المستخدم، أو دورة مجمعة من الاثنين.

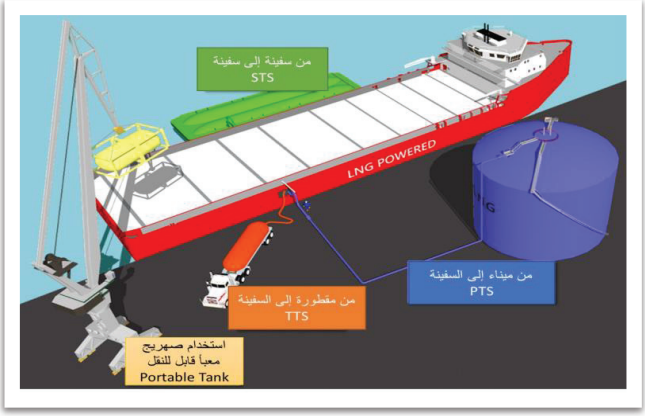
2-4-2: كيفية تموين السفن بوقود الغاز الطبيعي المسال

يتطلب اعتماد الغاز الطبيعي المسال كوقود للنقل البحري وجود بنية تحتية لإعادة تعبئة السفن بالوقود. ونظراً لأن الغاز الطبيعي المسال يكون في الحالة السائلة عند حرارة -162 درجة مئوية، فلا بد من وجود تسهيلات خاصة تحافظ عليه عند هذه الدرجة المنخفضة لتسهيل عملية الإمداد والتخزين ومن ثم ضخه إلى صهاريج تخزين الوقود الخاصة بالسفينة. ويعرف مصطلح تموين السفن بالغاز الطبيعي المسال على أنه العملية التي يتم من خلالها ضخ وقود الغاز الطبيعي المسال إلى صهاريج الوقود بالسفينة بغرض تلبية احتياجاتها من الوقود[23]، كما يطلق على الغاز الطبيعي المسال نفسه في هذه الحالة اسم وقود تموين. وهناك عدة خيارات لتموين السفن، ويعتمد ذلك على موقع التزود بالوقود هل هو في عرض البحر أم بالقرب من البر، وكمية الوقود التي تحتاجها السفينة، ومصدر إمدادات الغاز الطبيعي المسال نفسه[24]. وتتلخص الخيارات الرئيسية لتموين السفن بوقود الغاز الطبيعي المسال في الشكل 2-9، وهي إما أن تكون محطة تموين على البر (سواء مرفأ استيراد أو محطة تصدير للغاز الطبيعي المسال) تضم صهاريج تخزين أو مقطورة محملة بالغاز الطبيعي المسال تتحرك إلى الموقع الذي سترسو فيه السفينة ومن ثم يضخ منها الوقود مباشرة إلى السفينة، أو يمكن استخدام سفينة تموين (Bunkering Vessel) وهي تتيح تزويد السفينة بالوقود في عرض البحر أو بالقرب من الموانئ. ومن البدائل الأخرى المتاحة

[23] KLAWLNG; "LNG Vessel Bunkering"; 2020
[24] ABS;" Bunkering of Liquefied Natural Gas-fueled Marine Vessels in North America"; Version.0, 2014.

في السوق العالمي استخدام صهاريج متنقلة (Portable Tanks) معبأة مسبقاً بالغاز الطبيعي المسال.

الشكل 2-9: الطرق المختلفة لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال



المصدر: ABS

- **التموين بالوقود من ميناء إلى سفينة (Port to Ship, PTS)**

وأحيانا تعرف باسم (Terminal-to-Ship via Pipeline, TPS) وهي تعد الخيار الأساسي لتموين السفن. حيث تقدم مرافئ استيراد الغاز الطبيعي المسال في الأسواق المختلفة هذه الخدمة للسفن بجانب وظيفتها الأساسية في استقبال وتغويز الغاز الطبيعي المسال للضخ في شبكات الغاز داخل السوق المحلي. وتتيح هذه الطريقة تزويد السفن بكميات كبيرة من الغاز الطبيعي المسال (حتى 20000 متر مكعب) وبمعدلات ضخ عالية تصل إلى 1000-2000 متر مكعب/الساعة، حيث يقلل ذلك من الوقت الذي تستغرقه السفينة أثناء عملية التزود بالوقود. وتعد هذه الطريقة الخيار الأنسب للسفن العاملة على الخطوط الملاحية الرئيسية لضمان وجود طلب ثابت لتلبية احتياجاتها من الوقود، إلا أنها تتطلب استثمارات عالية.

- **التموين بالوقود من مقطورة إلى سفينة (Truck To Ship, TTS)**

وتعتمد هذه الطريقة على استخدام مقطورة محملة بالغاز الطبيعي المسال، حيث يتم تفريغ حمولتها في صهاريج السفينة باستخدام خراطيم مخصصة ذات قطر 2-4 بوصة، وذلك في موقع محدد ترسو فيه السفينة. وتتميز هذه الطريقة بالمرونة العالية في التشغيل، لكنها لا تسمح بتموين السفن إلا بكميات قليلة من الوقود بسبب محدودية سعة المقطورة (40-80 متر مكعب في العموم)، بالإضافة إلى انخفاض معدل الضخ الذي يبلغ نحو 40-60 متر مكعب/ الساعة، وبالتالي تستغرق عملية التزود بالوقود وقتاً أطول مقارنة بالخيار السابق. وقد تستخدم أكثر من مقطورة (صف من المقطورات) لتلبية احتياجات السفينة من الوقود إذا استدعت الحاجة، وتعد هذه الطريقة الأكثر شيوعاً في الولايات المتحدة. وتتميز هذه الطريقة بأنها لا تتطلب استثمارات باهظة، بالإضافة إلى محدودية المساحة المطلوبة لتنفيذ المشروع.

- **التموين بالوقود من سفينة إلى سفينة (Ship to Ship, STS)**

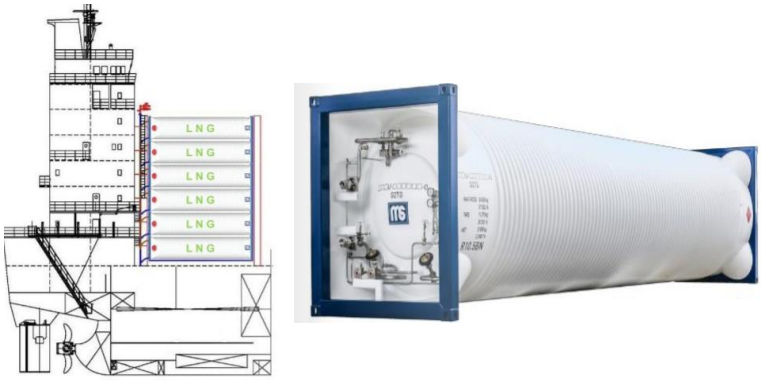
وفي هذه الطريقة، يتم إعادة تعبئة الوقود بواسطة سفينة تضم صهاريج ذات سعة تخزينية كبيرة محملة بالغاز الطبيعي المسال، إما في عرض البحر أو في ميناء بحري، لكن يتطلب ذلك توفير مساحة مخصصة داخل الميناء. وهي تعد من الخيارات العملية لتموين السفن ذات الرحلات القصيرة ذهاباً وإياباً من موانئ محددة. وتسمح هذه الطريقة بتموين السفن بكميات كبيرة من الوقود، وبمعدل مرتفع يتراوح بين 500-1000 متر مكعب/الساعة. وتتم عملية التموين بطريقة "سفينة إلى سفينة" إما باستخدام سفينة تموين بالوقود (Bunkering Vessel) وهي ذات تصميم مماثل لناقلات الغاز الطبيعي المسال ولكن بطاقة استيعابية أقل تتراوح بين 500-20000 متر مكعب أو باستخدام بارجة تموين (Bunkering Barge) وهي وحدات ثابتة تنقل إلى مواقعها باستخدام القاطرات أو الدوافع (Tugs).

- **التموين باستخدام صهاريج محمولة/متنقلة Portable Tank**

يعد استخدام صهريج محمول أو متنقل مسبق التعبئة من البدائل المتاحة لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال في المواقع البعيدة. حيث يمكن استبدال صهريج الوقود بالسفينة بعد نفاده بصهريج آخر معبأ مسبقاً. ويمكن نقل الصهاريج المحمولة/المتنقلة من مواقع تعبئتها إلى أي موقع تتم فيه عملية تزويد السفن بالوقود، وبالتالي تتيح الوصول إلى مناطق بعيدة لا تضم تسهيلات تموين وتعبئة بالغاز الطبيعي المسال.

والصهاريج المستخدمة ذات أحجام قياسية (ISO tanks) كالمبينة بالشكل 2-10، ولكن ذات حمولة منخفضة حيث يوجد منها صهريج أيزو 20 قدم سعة 20.5 متر مكعب، وصهريج أيزو 40 قدم سعة 43.5 متر مكعب، وقد تضم السفينة عدة صهاريج لتغطية احتياجاتها من الوقود. لذا لا يعد استخدام الصهاريج المتنقلة الخيار الأمثل في تموين السفن الكبيرة ذات الاستهلاك العالي.

الشكل 2-10: صهريج الغاز الطبيعي المسال المحمول المستخدم كصهريج وقود للسفن



المصدر: Marine Service GMBH

ويستخلص مما سبق، أن لكل طريقة من الطرق سالفة الذكر في تموين السفن بالغاز الطبيعي المسال مزايا وعيوب كما يلخص الجدول 2-4، وقد يختلف الأمر من منطقة إلى أخرى، حسب قرب مصدر إمدادات الغاز الطبيعي المسال.

الجدول 2-4: مقارنة بين طرق تموين السفن بوقود الغاز الطبيعي المسال

طريقة التموين	المزايا	العيوب
ميناء إلى سفينة **TPS**	• مرونة عالية في التشغيل • إمكانية تزويد السفن بكميات كبيرة من الوقود، وبمعدلات مرتفعة تصل إلى 1000-2000 متر مكعب / الساعة • تنتشر موانئ تموين الغاز الطبيعي المسال في عدة مناطق • تعد خياراً مناسبا في الموانئ الحيوية التي تشهد طلباً ثابتاً على وقود السفن	• البنية الأساسية ذات تكلفة مرتفعة ويشمل ذلك تكاليف صهاريج تخزين الغاز الطبيعي المسال وأذرع التحميل والرصيف البحري • تحتاج إلى تخصيص مساحة داخل الميناء لتقديم هذه الخدمات • تتطلب عمليات مناورة لرسو السفينة المراد إعادة تعبئتها بالوقود
سفينة إلى سفينة **STS**	• الخيار الأمثل لتموين السفن ذات الرحلات القصيرة • تتسم بالمرونة العالية في التشغيل • إمكانية تزويد السفن بكميات كبيرة من الوقود، وبمعدلات مرتفعة تصل إلى 500-1000 متر مكعب / الساعة	• تحتاج إلى استثمارات أولية باهظة ويشمل ذلك التصميم، والتوريد والتركيب وتشغيل بارجة أو سفينة تموين • غير كافية لتزويد السفن الكبرى بالوقود
مقطورة إلى سفينة **TTS**	• تتسم بالمرونة العالية في التشغيل • لا تحتاج إلى استثمارات باهظة • تتطلب مساحة صغيرة إلا في حالات إنشاء صهريج تخزين للوقود في الموقع • يمكن زيادة كميات الوقود التي تحتاجها السفينة باستخدام عدد أكبر من المقطورات	• تستغرق عملية التزود بالوقود وقتاً أطول. • لا تسمح بتموين السفن إلا بكميات قليلة من الوقود بسبب محدودية حجم المقطورة (40-80 متر مكعب) • قد لا تستطيع المقطورات الوصول إلى مواقع التزود بالوقود بسبب عوائق في الطرق، أو عوائق لوجستية أخرى
صهاريج محمولة **Portable**	• البساطة في التركيب والاستخدام • لا تحتاج إلى مساحة كبيرة أو استثمارات باهظة، وبالتالي يمكن الدفع بها كخطوة أولى في مشروع لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال • لا تتطلب قواعد وإجراءات تنظيمية منفصلة في بعض المناطق، حيث يمكن اعتبارها كجزء من حمولة السفينة	• محدودية سعة الصهاريج التي تتوفر في حمولة 20.5 متر مكعب و 43.5 متر مكعب. • لا تصلح إلا لأنواع معينة من السفن • تحتاج إلى تركيب وصلات وأنابيب ورافعة على متن السفينة ليسهل الفك والتركيب

وتؤثر كمية الوقود المطلوبة وقيود الوقت المستغرق في عملية إعادة التعبئة بالوقود على اختيار طريقة التموين. فالسفن ذات الحمولة الكبيرة والكبيرة جداً، تحتاج إلى كميات كبيرة من الوقود لتغطية استهلاكها خلال رحلاتها الطويلة، وبالتالي ستحتاج إلى التزود بالوقود من ميناء ثابت لديه مخزونات كافية من الوقود. بينما للسفن ذات الحمولة الصغيرة، فيمكن تعبئتها بالوقود باستخدام سفينة تموين أو باستخدام مقطورة. وإجمالا فقد تستغرق عملية التزود بالوقود حسب نوع وحجم السفينة من ساعة واحدة إلى 7 ساعات كما يبين الجدول 2-5.

الجدول 2-5: الوقت المستغرق ومعدل ضخ الوقود وفق طرق تموين السفن بالغاز الطبيعي المسال

نوع السفينة	كمية الوقود (متر 3)	معدل الضخ (متر³/الساعة)	الوقت (ساعة)	طريقة التموين المناسبة
سفن الدحرجة، الدحرجة مع ركاب (صغيرة الحجم)	400	400	1	سفينة إلى سفينة مقطورة إلى سفينة
سفن الدحرجة، الدحرجة مع ركاب كبيرة الحجم	800	400	2	سفينة إلى سفينة
سفن الشحن والحاويات (صغيرة الحجم)	3000-2000	1000	3-2	سفينة إلى سفينة
سفن الشحن (كبيرة الحجم)	4000	1000	4	سفينة إلى سفينة
ناقلات النفط، السوائب، الحاويات (ذات الحمولة الكبيرة)	10000	2500	4	سفينة إلى سفينة ميناء إلى سفينة
ناقلات النفط، السوائب، الحاويات (ذات الحمولة الكبيرة جداً)	20000	3000	7	سفينة إلى سفينة ميناء إلى سفينة

المصدر: EMSA

HYUNDAI DREAM

الفصل الثالث

السوق العالمي لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال، وآفاقه المستقبلية

3-1 : المزايا والعقبات أمام استخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود للسفن

3-2 : بناء أسطول من السفن العاملة بوقود الغاز الطبيعي المسال

3-3 : تسهيلات وموانىء تموين السفن بوقود الغاز الطبيعي المسال

3-4 : توقعات الطلب العالمي على الغاز الطبيعي المسال كوقود للسفن

3-1: المزايا والعقبات أمام استخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود للسفن

3-1-1: المزايا البيئية لاستخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود بحري

تتطلب معالجة الغاز الطبيعي قبل دخول مرحلة الإسالة في محطات الغاز الطبيعي المسال، عمل فصل للشوائب والمكونات الضارة التي يحويها الغاز. وتقتضي المواصفات في محطات الإسالة بأن لا يزيد محتوى الكبريت في الغاز الطبيعي المسال عن 30 جزء في المليون (30 PPM)، وهو ما يعادل نحو نسبة 0.004% وزناً[25]. وبالتالي فإن الغاز الطبيعي المسال لا يلبي فقط الحد الأقصى العالمي للكبريت البالغ 0.5% وزناً، بل يذهب إلى هو ما أبعد من ذلك، حيث يعادل ذلك نحو 125/1 من الحد المطلوب سالف الذكر. وبالمقارنة مع محتوى الكبريت في زيت الغاز البحري (البالغ 0.1%)، فإنه يعادل نحو 25/1 من هذا الحد. وبذلك يساهم الغاز في تقليل أكاسيد الكبريت بنسبة تصل إلى 99.9%. أما بالنسبة لانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، فينتج الغاز الطبيعي ما قد يصل إلى 29% انبعاثات أقل مقارنة ببقية أنواع الوقود، وبالتالي قد يساهم الغاز ولو بشكل مبدئي بفاعلية خلال المرحلة الأولى من الاستراتيجية الأولية للمنظمة البحرية الدولية المعتمدة عام 2018 لتخفيض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. وهذه المزايا البيئية ترجح بشدة كفة الغاز الطبيعي المسال مقارنة بأنواع الوقود الأخرى، في ضوء أن قطاع النقل البحري يتسبب في نحو 12% من انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت عالمياً ونحو 3% من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، وبالتالي يمكن للغاز المساهمة في تخفيض ضخم لهذه الانبعاثات. علاوة على ذلك، فإن المحركات العاملة بالغاز لا تتسبب في إطلاق الجسيمات الدقيقة (PM) التي تنتج عادة بسبب الاحتراق غير الكامل للوقود في المحرك في صورة دخان كثيف. أما أكاسيد النيتروجين، فإن حرق الغاز يقلل منها بنسبة تصل إلى 85% حسب نوع

[25] SGMF;" gas as a marine fuel: An Antidictionary Guide"; March 2019.

محركات الديزل المستخدمة. وفي ضوء ما سبق، فإن الغاز الطبيعي المسال هو الخيار الأفضل بيئياً في الوقت الراهن كما يبين الشكل 3-1، مقارنة بأنواع الوقود الأخرى المستخدمة في قطاع النقل البحري.

الشكل 3-1: المزايا البيئية والتخفيضات الناتجة عن استخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود للسفن

3-1-2: الجدوى الاقتصادية لاستخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود بحري

بشكل عام، تزيد تكلفة أنظمة الدفع العاملة بالغاز الطبيعي المسال (المحركات وصهاريج التخزين) عن مثيلتها التي تعمل بالوقود التقليدي. علاوة على أن المساحة المخصصة لتخزين الغاز الطبيعي المسال تكون أكبر بمقدار 3-4 أضعاف أنواع الوقود الأخرى، وهو ما قد يقلل من حمولة السفينة ككل، وبالتالي قد تبدو الجدوى الاقتصادية لسفن الغاز الطبيعي المسال من حيث التكلفة الرأسمالية المطلوبة غير تنافسية إذا ما قورنت بالسفن العاملة بزيت الوقود. لكن تشكل التكاليف التشغيلية عاملاً محورياً في حسم المقارنة، فتكاليف الوقود تعد المكون الأعلى للتكاليف التشغيلية حيث تشكل نحو 70-80%. وتشكل مدفوعات الوقود ما يعادل 25-30% من إجمالي

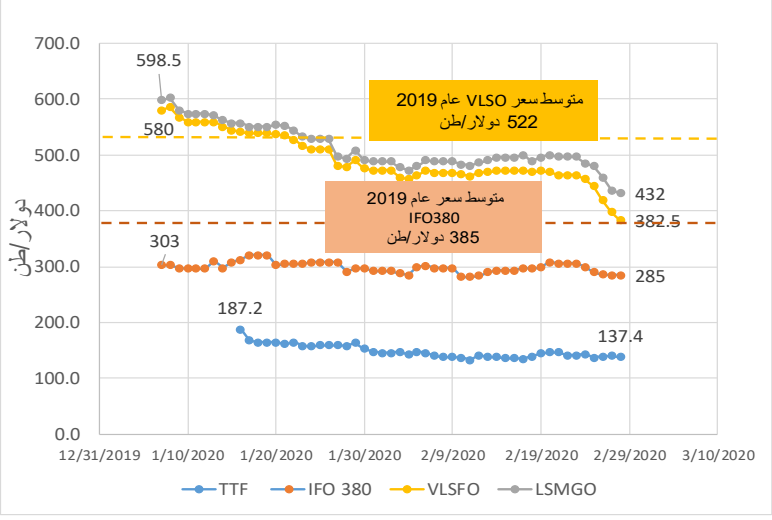
الإيرادات التي تحققها السفن. لذا سيحقق الوفر السنوي في النفقات التشغيلية من استخدام الغاز الطبيعي المسال الأقل سعراً، الجدوى الاقتصادية من الاستثمار في بناء سفن الغاز الطبيعي المسال على المدى الطويل.

ولا يخضع الوقود البحري للضرائب، الأمر الذي يسهل من المقارنة بين الأنواع المختلفة بما فيها الغاز الطبيعي المسال. وتتوافر بيانات أسعار وقود التموين البحري من الموانئ الرئيسية مثل ميناء روتردام (Rotterdam Port) الواقع في هولندا، وميناء سنغافورة في جنوب شرق آسيا، وميناء الفجيرة في دولة الإمارات. أما سعر الغاز الطبيعي المسال، فيمكن الاسترشاد بأسعار مراكز تجارة الغاز الإقليمية مثل TTF في هولندا، أو NBP في بريطانيا، وهي مراكز هامة لتجارة الغاز الطبيعي في شمال غرب أوروبا (NW Europe)، مع الأخذ في الاعتبار وجود خصم عن أسعار TTF أو NBP التي بدورها تأخذ في الاعتبار تكلفة تغويز الغاز الطبيعي المسال. وبهذه المعطيات، يمكن مقارنة الغاز مع أسعار زيت الغاز البحري، وزيت الوقود. وتنشأ تنافسية الغاز الطبيعي المسال من الفرق في الأسعار مع أسعار الوقود التقليدي أي زيت الوقود وزيت الغاز (المقدرة بالدولار لكل مليون وحدة حرارية بريطانية). وفي جميع الحالات وفق الأسعار العالمية، تعد أسعار الغاز الطبيعي تنافسية مع زيت الغاز البحري، وفي بعض الحالات مع زيت الوقود.

وبالنظر إلى تطور أسعار الوقود البحري خلال الشهور الأولى من عام 2020 أي بعد تطبيق الحد الأقصى العالمي للكبريت 0.5%، فقد شهدت الأسعار ارتفاعاً (في ميناء روتردام على سبيل المثال) في البداية حيث بلغ سعر زيت الوقود منخفض الكبريت (VLSFO) مطلع العام حوالي 580 دولار للطن (متوسط سعر الطن خلال عام 2019 بلغ حوالي 522 دولار)، ثم شهدت الأسعار بعد ذلك تراجعاً تدريجياً حتى بلغت نحو 382.5 دولار للطن بنهاية شهر شباط/فبراير 2020 بالتزامن مع تراجع أسعار النفط الخام خلال نفس الفترة نتيجة أزمة جائحة فيروس كورونا (كوفيد-19).

أما أسعار زيت الوقود (IFO380)، فقد بدأت هذا العام 2020 عند مستوى 300 دولار للطن، ثم تراجعت تدريجياً حتى بلغت 285 دولار للطن، علماً بأن متوسط أسعار زيت الوقود (IFO380) قد بلغت حوالي 385 دولار خلال عام 2019، وهو ما يعني حدوث تراجع في الطلب عليه. كما بدأت أسعار زيت الغاز البحري (LSMGO) مطلع العام عند مستويات مرتفعة بلغت حوالي 600 دولار للطن، ثم بدأت الأسعار لاحقاً في الهبوط التدريجي لتصل إلى حوالي 432 دولار للطن بنهاية شهر شباط/فبراير. وفي المقابل فإن أسعار الغاز الطبيعي حسب مركز تداول TTF تعد تنافسية للغاية حيث تتراوح الأسعار في مدى 140-175 دولار للطن الواحد كما يبين الشكل 3-2.

الشكل 3-2: تطور أسعار الوقود البحري عالي ومنخفض الكبريت في ميناء روتردام خلال الشهور الأولى من عام 2020 بعد تطبيق الحد الأقصى العالمي للكبريت 0.5%

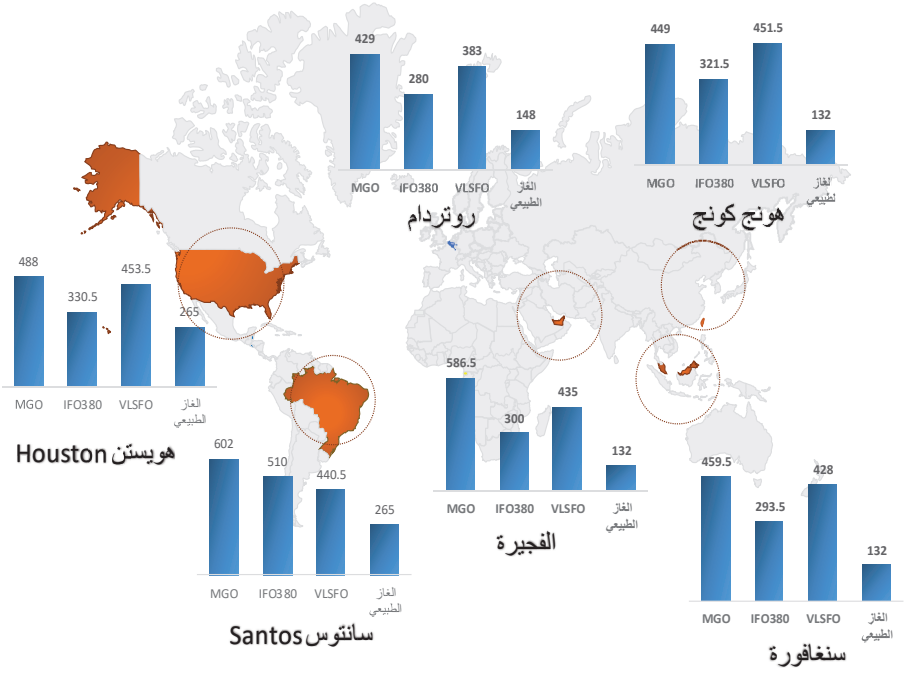


المصادر:

- بيانات زيت الوقود (IFO 380) وزيت الوقود منخفض الكبريت (VLSFO)، وزيت الغاز منخفض الكبريت (LSMGO) من موقع Ship and Bunker لميناء روتردام.
- بيانات أسعار الغاز لمركز Powernext TTF بوحدة اليورو/ميجاوات ساعة، وتحويلها إلى دولار/طن على أساس الطن للغاز يساوي 46.6 مليون وحدة حرارية بريطانية.

وبنظرة عامة على موانئ التموين الرئيسية في مختلف أسواق العالم، يتضح أن أسعار الغاز الطبيعي تتسم بتنافسيتها مع بقية أنواع الوقود البحري منخفض الكبريت على الرغم من التهاوي الذي شهدته الأسعار بعد منتصف كانون الثاني/ يناير من عام 2020. يبين الشكل 3-3، أسعار أنواع الوقود البحري عالي ومنخفض الكبريت نهاية شهر شباط/فبراير 2020 في الموانئ الرئيسية في آسيا (هونج كونج وسنغافورة)، وأوروبا (روتردام)، والشرق الأوسط (ميناء الفجيرة)، وأمريكا الشمالية (هيوستن Houston)، وأمريكا الجنوبية (سانتوس Santos).

الشكل 3-3: أسعار الوقود البحري عالي ومنخفض الكبريت في الموانئ الرئيسية نهاية شباط/فبراير عام 2020 بعد تطبيق الحد الأقصى العالمي للكبريت 0.5%



المصدر: بيانات زيت الوقود (IFO 380) وزيت الوقود منخفض الكبريت (VLSFO)، وزيت الغاز منخفض الكبريت (LSMGO) من موقع Ship and Bunker لشهر فبراير 2020

ولكن تظل الصـورة المسـتقبلية للأسـعار مكتنفة بالغموض أو عدم اليقين، فمن ناحية يسـاهم تنامي الطلب على الوقود البحري منخفض الكبريت مثل زيت الوقود منخفض الكبريت (VLSFO) في دفع الأسـعار نحو الصـعود، بينما يؤدي تراجع الطلب على الوقود عالي الكبريت إلى تراجع أسـعاره، ومن ناحية أخرى يلقي تذبذب أسـعار النفط الخام نفسـه في الأسـواق العالمية بظلاله على هذه الحالة الضـبابية. وما سيزيد من صـعوبة التنبؤ بالأسعار المستقبلية، التداعيات الناجمة عن انتشار جائحة " فيروس كورونا (كوفيد-19)" على الاقتصاد العالمي، علاوة على الانهيار الذي شهدته أسواق النفط العالمية بسبب التراجع التاريخي في الطلب.

3-1-3: العقبات أمام استخدم الغاز الطبيعي المسال كوقود للسفن

على الرغم من أن الغاز الطبيعي المسـال يملك عدة مزايا بيئية واقتصـادية، إلا أنه لا يمكن إنكار وجود بعض العقبات التجارية والفنية وحتى تلك المتعلقة بالثقافة والوعي لدى المشغلين أمام اعتماده كخيار ناجع لقطاع النقل البـحري[26] كما هو مـبين بالشكل 3-4.

الشكل 3-4: العقبات أو العوائق أمام التوسع في استخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود للسفن

فمن المنظور التجاري، تبدي بعض المؤسـسـات المالية تحفظاً في تمويل بناء سـفن جديدة ضـمن الأسـطول العالمي تعمل بوقود الغاز الطبيعي المسـال، بسـبب قلة

[26] IGU;" enabling clean marine transport"; March 2017.

المعرفة والدراية عنها من ناحية، والغموض بخصوص تحديد قيمة السفينة عند إعادة بيعها (resale value) من ناحية أخرى. إضافة إلى ذلك، فإن تكنولوجيا الغاز الطبيعي المسال تعد مكلفة سواء كانت للسفن الجديدة أو السفن التي يمكن تعديلها. كما أن ارتفاع التكاليف الرأسمالية لبناء السفن المؤهلة للعمل بالغاز الطبيعي المسال يعد من أبرز العقبات التجارية أمام مالكي السفن، حيث أنها تزيد بنسبة تتراوح بين 10-30% عن مثيلتها التي تعمل بالوقود التقليدي. **ومن المنظور الفني**، تعد محدودية البنى التحتية لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال عائقاً كبيراً أمام التوسع في استخدامه كوقود للنقل البحري. فالتوسع في بناء أسطول من السفن العاملة بالغاز يحتاج إلى وجود موانئ توفر وقود التموين حول العالم. ومن جانب آخر، يتردد المستثمرون في إنشاء موانئ جديدة قبل أن يكون هناك عدد كبير من السفن العاملة بالغاز لضمان تحقيق الجدوى الاقتصادية قبل ضخ استثمارات ضخمة في مشاريع البنية التحتية.

أما **العقبات المرتبطة بالثقافة**، فكما هو الحال في أي وضع مماثل، فإن التحول الجذري نحو تقنيات جديدة بعد تاريخ طويل من التعامل مع تقنيات معروفة بات العمل بها مألوفاً ومدروساً، قد يصطدم بمعارضة العاملين. لكن لا شك أن تلك العقبة ستتلاشى بمرور الوقت، مع نمو أسطول جديد من السفن العاملة بالغاز الطبيعي المسال، والتوسع المتوقع لهذا النشاط.

3-1-4: تقييم خيار الغاز الطبيعي المسال مع كافة خيارات الوقود والوضع الراهن لها

قد يكون الغاز الطبيعي المسال هو الحل الأمثل كوقود لقطاع النقل البحري على المدى القريب/المتوسط، استناداً إلى نقطتين:

- مزاياه البيئية المتوافقة مع تشريعات المنظمة البحرية الدولية الخاصة بتطبيق الحد الأقصى العالمي للكبريت عند 0.5%، بالإضافة إلى استراتيجيتها الأولية نحو تخفيض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري.

- الفوائد الاقتصادية الناتجة عن استخدامه مقارنة بالوقود السائل منخفض الكبريت عالي التكلفة. فالغاز الطبيعي المسال بشكل عام أرخص من الوقود السائل منخفض الكبريت. يلخص الجدول 3-1، أبرز نقاط المقارنة بين الغاز الطبيعي المسال وبقية الخيارات والبدائل الأخرى لقطاع النقل البحري العالمي.

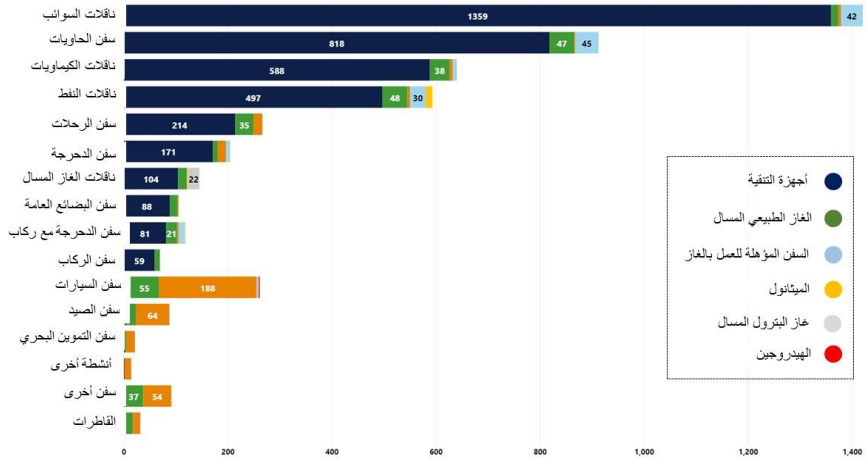
الجدول 3-1: مقارنة بين الغاز الطبيعي المسال والوقود التقليدي لتلبية تشريعات المنظمة البحرية الدولية الخاصة بالكبريت

الخيار	المزايا	العيوب	الإشكاليات
زيت الغاز البحري	• تكاليف رأسمالية أقل • يقلل من انبعاثات الكبريت، والجسيمات الدقيقة	• تكلفة الوقود العالية • يحتاج إلى تركيب أجهزة لتقليل أكاسيد النيتروجين لتلبية متطلبات المستوى الثالث (Tier-III)	• مدى توافره لتلبية الطلب العالمي • الغموض بخصوص أسعاره المستقبلية
زيت الوقود عالي الكبريت مع تركيب أجهزة تنقية	• سعر الوقود أقل • سهولة تعديل المحرك للعمل به • سلعة متوافرة عالمياً ويمكن تلبية الطلب العالمي عليها	• الحاجة إلى صيانة أجهزة التنقية • بعض الموانئ حظرت استخدام بعض أنواع أجهزة التنقية • التخلص من النفايات والتعامل مع المواد الكيماوية • الحاجة إلى تركيب أجهزة لتقليل أكاسيد النيتروجين لتلبية متطلبات المستوى الثالث	لن يحقق استراتيجية المنظمة البحرية الدولية لتخفيض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بحلول عام 2050
الغاز الطبيعي المسال	• انخفاض أسعار الغاز عالمياً • تكنولوجيا مجربة، ولها تاريخ جيد في الصناعة • يقلل الغاز من كافة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري • عدم الحاجة إلى تركيب أجهزة لتقليل أكاسيد النيتروجين لتلبية متطلبات المستوى الثالث (Tier-III) • سلعة متوافرة عالمياً	• ارتفاع التكاليف الرأسمالية • افتقار السوق العالمي إلى البنية التحتية لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال • ارتفاع تكاليف تعديل أنظمة الدفع • المساحة الكبيرة لصهاريج الغاز الطبيعي المسال (تقلص نحو 2% من الحمولة الكلية) • احتياطات الأمن والسلامة في تخزين وتداول الغاز الطبيعي المسال	• الغموض بخصوص أسعاره المستقبلية • البنية التحتية لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال

بيد أن الحاجة إلى اعتماد حلول آنية للتوافق مع الحد الأقصى العالمي للكبريت الذي بدأ تطبيقه مطلع عام 2020 مع مهلة ثلاثة أشهر لبدأ سريان المفعول، قد دفع بعض مالكي السفن (غير العاملة بالغاز) نحو البدائل الأسرع في التنفيذ على المدى القريب وفي مقدمتها الإبقاء على استخدام زيت الوقود عالي الكبريت مع تركيب أجهزة تنقية غازات العادم من أكاسيد الكبريت. وقد بات هناك عدد لا بأس به من سفن الأسطول العالمي الذي يعمل بأجهزة تنقية غازات العادم، وهي تنتشر في كافة مناطق العالم تقريباً. لكن لا يزال هذا الخيار لا يمس سوى نسبة تقل عن 5% من إجمالي عدد السفن في الأسطول العالمي.

ومع ذلك، بدأ بعض مالكي السفن في تأهيل عدد من السفن للعمل بالغاز الطبيعي المسال، بينما لجأ البعض الآخر إلى اعتماد بعض البدائل الأخرى مثل الميثانول، وغاز البترول المسال. وكما يبين الشكل 3-5، فإن عدد كبير من مالكي سفن السوائب والحاويات وناقلات النفط والمواد الكيميائية قد اتجه نحو تركيب أجهزة التنقية، بينما اتجه عدد آخر منهم نحو تأهيل السفن للعمل بالغاز الطبيعي المسال.

الشكل 3-5: توزيع السفن العاملة حسب نوع الخيار المستخدم في تلبية تشريعات الكبريت



3-2: بناء أسطول من السفن العاملة بوقود الغاز الطبيعي المسال

3-2-1: الأسطول الحالي

لا يمثل عدد السفن العاملة بوقود الغاز الطبيعي المسال في السوق العالمي (بخلاف ناقلات الغاز الطبيعي المسال) سوى نسبة ضئيلة من الأسطول العالمي للسفن. حيث بلغ عددها نهاية عام 2019 وفقاً لأحدث البيانات الصادرة عن مؤسسة DNV النرويجية حوالي 175 سفينة فقط أي ما يعادل نحو 0.2% تقريباً من الأسطول العالمي الذي يضم أكثر من 94 ألف سفينة. وتعد النرويج الدولة صاحبة الريادة في بناء أول سفينة تعمل بالغاز الطبيعي المسال، ويعود ذلك إلى عام 2000 الذي شهد تشغيل عبَارة Glutra لنقل الركاب والسيارات، لتشكل بذلك اللبنة الأولى في بناء الأسطول العالمي من سفن الغاز. وقد تضمنت عبَارة Glutra صهريجين تخزين للغاز الطبيعي المسال سعة الواحد منها حوالي 32 متر مكعب، ومحركات غازية تعمل بنظام الشعلة[27].

وقد استمرت النرويج في بناء أسطول من السفن العاملة بالغاز الطبيعي المسال لتصبح الدولة الرائدة في هذا النشاط، حيث كانت الدفعة الأولى من السفن مسجلة هناك (دولة العلم)، ويعود ذلك إلى الحوافز التي أعلنتها الحكومة ضمن ما يعرف باسم صندوق أكاسيد النيتروجين (NOx Fund)[28]، حيث تم إعفاء هذه السفن من الضريبة التي تطبقها الدولة على انبعاثات أكاسيد النيتروجين الناتجة عن استهلاك الوقود. وبعد النجاح الذي حققته التجربة النرويجية في هذا النشاط، بدأ الزخم يزداد نحو بناء أسطول

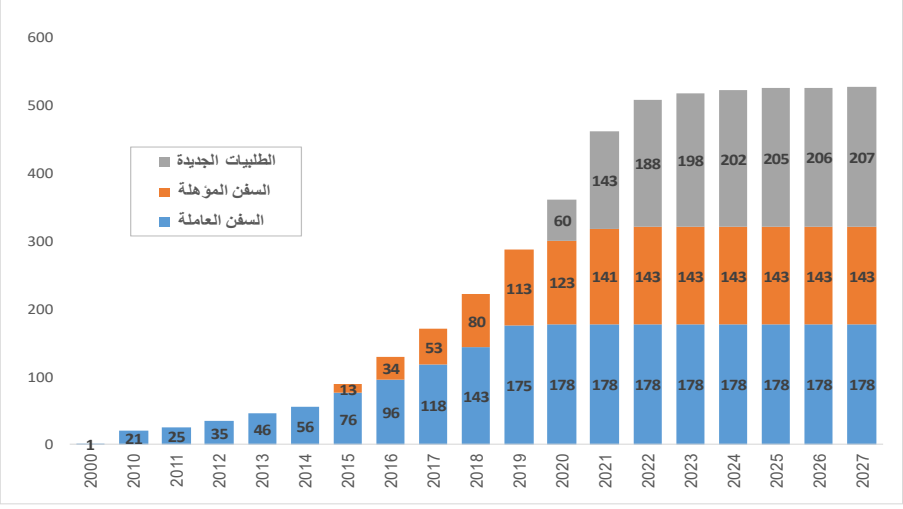
[27] Wärtsilä Encyclopedia of Marine Technology;" Natural gas-fuelled ferry GLUTRA"
[28] Congressional Research Service;" LNG as a Maritime Fuel: Prospects and Policy"; February 5, 2019.

حديث من السفن، والذي يمكن استعراض تطوراته وآفاقه المستقبلية من خلال ثلاثة جوانب:

- عدد السفن العاملة بالغاز الطبيعي المسال في الأسطول العالمي.
- الطلبيات الجديدة المؤكدة (New Orders) التي تلقتها أحواض بناء السفن لبناء سفن جديدة.
- نشاط تعديل محركات السفن الحالية التي تعمل بالوقود التقليدي لتصبح "مؤهلة للعمل" (LNG ready) بوقود الغاز الطبيعي المسال مستقبلاً.

وكما يتضح من الشكل 3-6، فقد ارتفع عدد السفن العاملة بوقود الغاز الطبيعي المسال في السوق العالمي من سفينة واحدة فقط عام 2000 ليبلغ نحو 175 سفينة نهاية عام 2019، وارتفع العدد قليلاً إلى 178 سفينة في شهر شباط/فبراير من عام 2020.

الشكل 3-6: تطور الأسطول العالمي من السفن العاملة بوقود الغاز الطبيعي المسال منذ عام 2000، والطلبيات الجديدة حتى عام 2027



المصدر: DNV, Alternative Fuels Insight

وفي سياق موازٍ، فقد بدأ بعض مالكي السفن العمل على تأهيل أنظمة الدفع في عدد من السفن العاملة بالخدمة منذ عام 2015 للعمل بالغاز الطبيعي المسال حسب

الحاجة (مع استمرار تشغيلها بالوقود التقليدي)، وقد وصل العدد الإجمالي من هذه السفن المؤهلة إلى 113 سفينة عام 2019. وإجمالاً فإن العدد الكلي من السفن المؤهلة والأخرى العاملة بالفعل بوقود الغاز الطبيعي المسال قد وصل إلى 288 سفينة بنهاية عام 2019، ليشكلا معا نحو 0.3% من الأسطول العالمي. وينتشر الأسطول الحالي من السفن العاملة بالغاز الطبيعي المسال في مناطق ضبط الانبعاثات في منطقة بحر البلطيق وبحر الشمال، وقبالة سواحل أمريكا الشمالية، وفي مناطق آخري مثل آسيا قبالة سواحل الصين، لكن تظل أوروبا المنطقة الرئيسية الحاضنة لهذا النشاط.

3-2-2: بناء أسطول من السفن الجديدة العاملة بالغاز الطبيعي المسال

وفي المقابل، فقد تلقت أحواض بناء السفن الرئيسية طلبات مؤكدة لبناء سفن جديدة تعمل بالغاز، حيث ستشهد الفترة من عام 2020 وحتى عام 2027، استمرار دخول سفن جديدة على نحو متزايد. حيث من المخطط أن يتم تسليم نحو 60 سفينة جديدة في عام 2020، ثم سيستمر العدد في النمو ليصل إجمالي عدد السفن الجديدة بحلول عام 2027 إلى حوالي 207.

ويأتي هذا النشاط المتنامي بالتزامن مع استمرار مالكي السفن في تأهيل عدد آخر من السفن الموجودة في التشغيل، والتي سيصل عددها الإجمالي إلى 143 سفينة بحلول عام 2027. لكن من الواضح أن الاتجاه العام يسير نحو بناء أسطول سفن جديد وبوتيرة أعلى من نشاط تأهيل السفن الموجودة في الخدمة في الوقت الراهن. ويتضح ذلك من خلال عدد الطلبات المؤكدة على السفن العاملة بالغاز الطبيعي المسال مقارنة بالسفن التقليدية، فمن بين كل 10 طلبيات مؤكدة لبناء سفن جديدة، يوجد ست طلبيات لبناء سفن تعمل بالغاز، أي بحصة 60% من إجمالي الطلبيات الجديدة[29]. وبذلك يتضح

[29] SEA Trade Maritime News;" LNG-powered ships to account for 60% of new orders by 2025: Korean study"; April 23, 2019.

أن قطاع النقل البحري قد بدأ في اتخاذ خطوات ملموسة باعتماد الغاز الطبيعي المسال وقوداً للسفن الجديدة كما هو مبين بالشكل 3-7، التي تتميز بارتفاع كفاءة محركاتها عن مثيلتها القديمة وبالتالي إطلاق انبعاثات أقل من غازات الاحتباس الحراري.

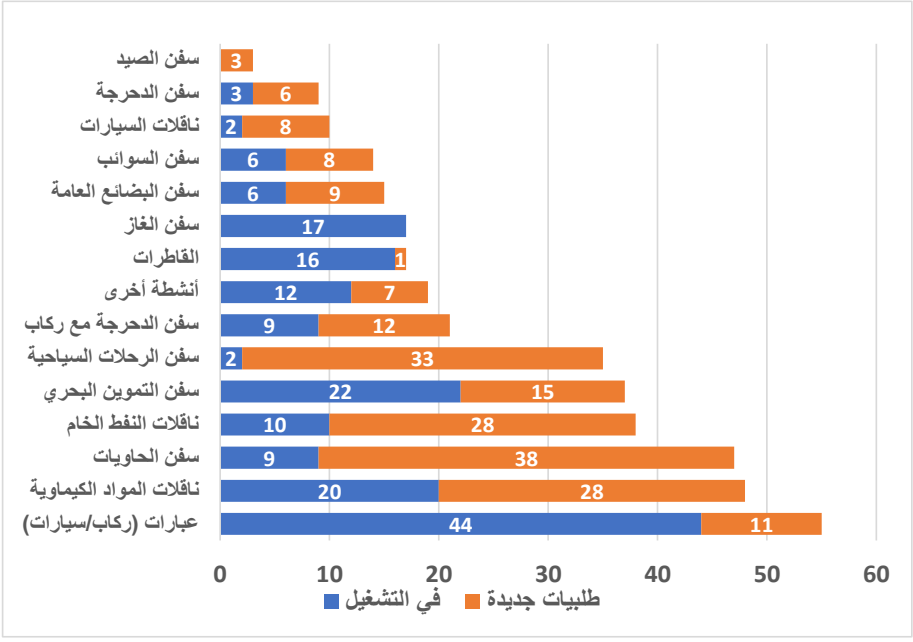
الشكل 3-7: تطور حصة السفن العاملة بالغاز الطبيعي المسال من الأسطول العالمي
(للسفن الحالية والطلبيات الجديدة تسليم حتى عام 2027/2025)

ومن المرجح أن تشهد الفترة المقبلة استمراراً في تقديم طلبيات جديدة لدى أحواض بناء السفن في اليابان والصين وكوريا الجنوبية. وفي المجمل، سيصل حجم الأسطول العالمي من السفن العاملة بوقود الغاز الطبيعي المسال بحلول عام 2027 إلى **385 سفينة**، وهو ما يعكس التطور السريع في هذا النشاط، رغم بداياته المتواضعة للغاية قبل قرابة عقدين من الزمان، لكن يظل هذا الرقم لا يمثل سوى حصة متواضعة من إجمالي عدد السفن في قطاع النقل البحري. وستظل النرويج متصدرة بقية مناطق العالم كمنطقة التشغيل الأولى بعد الانتهاء من بناء السفن الجديدة ليصل العدد الكلي إلى 82 سفينة، بينما ستستحوذ أوروبا ككل (عدا النرويج) على 105 سفينة. بينما سيصل عدد السفن العاملة في أمريكا الشمالية إلى 32 سفينة، وفي آسيا إلى 30 سفينة، وفي منطقة آسيا/المحيط الهادي (4 سفن)، وأخيراً منطقة الشرق الأوسط (سفينة واحدة).

3-2-3: أبرز قطاعات السفن المحفزة للطلب على الغاز الطبيعي المسال

تباينت التوجهات لدى مالكي ومشغلي السفن حول خيار الغاز الطبيعي المسال، فالبعض اعتبره الخيار الناجع للتوافق مع تشريعات الكبريت وغازات الاحتباس الحراري، بينما لجأ البعض الآخر إلى الخيارات الأخرى مثل أجهزة التنقية التي تتيح استخدام زيت الوقود عالي الكبريت ذو التكلفة الأقل. وبالرغم من هذه النتائج المتباينة، إلا أنه يمكن الجزم بأن خيار الغاز الطبيعي المسال استطاع اختراق كافة قطاعات النقل البحري تقريباً كما هو مبين بالشكل 3-8 بل والظفر بحصة كبيرة في سجل الطلبيات لبناء سفن جديدة، وصلت في بعض القطاعات إلى أكثر من 30% من إجمالي طلبيات البناء المؤكدة.

الشكل 3-8: تطور أسطول السفن العاملة بالغاز الطبيعي المسال حتى حلول عام 2027



المصدر: DNV, Alternative Fuels Insight

- ***قطاع العبّارات (سفن الأفراد /المركبات)***

يعد قطاع العبّارات (سفن الأفراد /المركبات) أول القطاعات التي اتجهت نحو استخدام المحركات العاملة بالغاز الطبيعي المسال بداية من عام 2000 مع انطلاق تشغيل أول عبّارة في النرويج. ويعود ذلك بالأساس إلى طبيعة عمل هذا القطاع القائم على رحلات منتظمة من ناحية ونشاطه المكثف من ناحية أخرى، خاصة في منطقة البلطيق. ومن بين الأمثلة الناجحة، الخط الملاحي Fjord Line بين النرويج والدانمارك، والذي بدأ بتشغيل أول عبّارة تعمل بالغاز الطبيعي المسال عام 2013[30]، ثم توسع بإدخال وحدات جديدة. وإجمالا، فقد وصل عدد السفن في هذا القطاع عالمياً نهاية عام 2019 إلى 44 سفينة، علاوة على وجود طلبيات لبناء 11 سفينة جديدة أخرى للتسليم خلال الفترة 2020-2027.

- ***قطاع الناقلات الصهريجية***

يعد قطاع الناقلات الصهريجية من القطاعات التي اتجهت نحو وقود الغاز الطبيعي المسال، وفي مقدمتها ناقلات المواد الكيماوية التي دخل منها في التشغيل نحو 20 ناقلة. أما ناقلات النفط الخام، فقد دخلت أول ناقلة تعمل بالغاز الطبيعي المسال عام 2018، وهي Gagarin Prospect التابعة لشركة Sovcomflot، ثم رفعت الشركة أسطولها ليصل إلى ست ناقلات[31]. وقد وصل عدد ناقلات النفط الخام والغاز إلى 27 ناقلة. ليصل عدد السفن العاملة في قطاع الناقلات الصهريجية نهاية عام 2019 إلى 47 ناقلة، وينحصر نشاطها في أوروبا خاصة النرويج.

[30]LNG World News; "Fjord Line: Second LNG Ferry Tested"; January 15, 2014.
[31] LNG World News;" Sovcomflot's crude oil tanker completes 1st commercial voyage on LNG fuel"; October 24, 2018.

علاوة على وجود طلبيات لبناء 56 سفينة أخرى للتسليم خلال الفترة 2020-2027. ولا شك أن هذا القطاع من القطاعات بالغة الأهمية في التجارة البحرية العالمية، حيث تستحوذ تجارة النفط والمواد البترولية على ثلث حجم التجارة البحرية عام 2018. علاوة على كونه من القطاعات عالية الاستهلاك من الوقود البحري، وهو ما سيساهم في تأمين طلب ثابت على وقود الغاز الطبيعي المسال.

- ***قطاع سفن الحاويات***

وفي قطاع الحاويات، فقد بدأ التوجه نحو الغاز الطبيعي المسال مؤخراً، وتحديداً عام 2015، بعد دخول أول حاوية تعمل بالغاز في التشغيل. وتباعاً بدأت تدخل وحدات أخرى ضمن الأسطول العالمي، ليصل عدد السفن العاملة في هذا القطاع عالمياً نهاية عام 2019 إلى 9 سفن.

وقد شهد عام 2019، تدشين أكبر حاوية من حيث الحمولة في العالم تعمل بالغاز الطبيعي المسال وتتبع شركة CMA CGM الفرنسية حيث تبلغ حمولتها حوالي 23 ألف وحدة (معادلة إلى عشرين قدم) والتي تم بنائها في حوض شنغهاي لبناء السفن في الصين، ومن المخطط دخولها في الخدمة ضمن أسطول الشركة في عام 2020 على الخط الملاحي (آسيا-شمال أوروبا) [32،33]، وهي تضم صهريج تخزين للوقود سعة 18600 متر مكعب.

وقد انضم "عدد محدود" من الشركات المالكة لخطوط الملاحة الرئيسية لطلب بناء سفن حاويات تعمل بوقود الغاز الطبيعي المسال، تقودهم أيضاً الشركة الفرنسية CMA CGM، التي وضعت خطة لطلب بناء أسطول كامل من 20 سفينة حاويات

[32] Maritime Executive;" World's Largest LNG-Powered Container Ship Launched"; September 25, 2019.
[33] CMA CGM *Press Release*;" World Premiere: Launching of the World's Largest LNG-Powered Containership and Future CMA CGM Group Flagship"; September 25, 2019.

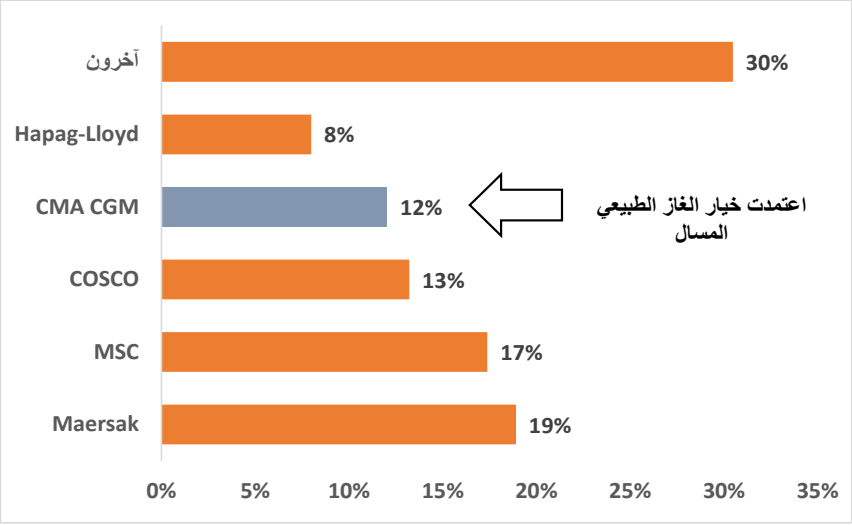
جديدة تعمل بالغاز الطبيعي المسال، من بينهم تسع سفن عملاقة حمولة 23 ألف وحدة معادلة إلى عشرين قدم[34]. وتكمن أهمية شركة CMA CGM أنها أحد أكبر مشغلي سفن الحاويات في العالم كما هو مبين بالشكل 3-9، بحصة سوقية تقدر 12% من إجمالي حمولة سفن الحاويات التي بلغت نهاية عام 2019 حوالي 21.95 مليون وحدة معادلة لعشرين قدماً (21.95 TEU).

ولدى شركة Containerships الفنلندية (استحوذت عليها شركة CMA CGM الفرنسية عام 2018) وشركة Eastern Pacific Shipping ومجموعة أخرى من شركات الشحن الصغيرة عدة طلبيات مؤكدة لبناء سفن جديدة، ليصل العدد الإجمالي للطلبيات المؤكدة إلى 38 سفينة جديدة، ومن المخطط تسليمها خلال الفترة 2020-2027. بينما قررت بعض الشركات الكبرى عدم تبني خيار الغاز الطبيعي المسال بسبب مخاوفها بخصوص توافر محطات التموين بالوقود مثل شركة MSC (ذات حصة سوقية 17%) التي قررت المضي قدماً في تركيب أجهزة التنقية على متن نحو 50% من أسطول السفن العاملة التابعة لها. بينما اعتبرت شركة Hapag-Lloyd أن خيار الغاز الطبيعي المسال خيار **مكلف**، خاصة في حالة تحويل السفن العاملة حالياً، حيث قدرت التكلفة بحوالي 25 مليون دولار للسفينة الواحدة (حمولة 15 ألف وحدة معادلة إلى عشرين قدماً)، وقد تصل التكلفة النهائية إلى 30 مليون دولار.

وإجمالاً فقد ضم سجل الطلبيات الجديدة لسفن الحاويات (العاملة وغير العاملة بالغاز الطبيعي المسال) نحو 234 سفينة جديدة حتى نهاية شهر شباط/فبراير 2020، تشكل منه الطلبيات الخاصة بالسفن العاملة بالغاز الطبيعي المسال حوالي 16%.

[34] GCaptain;" CMA CGM Leads Container Lines in Switch to LNG Fuel"; December 17, 2019.

الشكل 3-9: الحصة السوقية لأكبر مشغلي سفن الحاويات في العالم، عام 2019



المصدر: UNCTAD, Review of maritime transport 2019

- ***قطاع سفن الرحلات السياحية***

أما سفن الرحلات السياحية (Cruise Ships)، فعلى الرغم من أنها لا تمثل سوى حصة ضئيلة من حجم الأسطول التجاري العالمي، إلا أنها تتسم باستهلاكها العالي من الوقود. فاستهلاك سفينة واحدة بحمولة طنية أكبر من 100 ألف طن يكافئ نحو استهلاك 60 ألف طن سنوياً من الغاز الطبيعي المسال. وبالتالي فقد يساهم هذا القطاع وحده في دعم الطلب العالمي على وقود الغاز الطبيعي المسال في النقل البحري. علاوة على ذلك، تعد الشركات العاملة في هذا القطاع هي الأكثر عرضة للتدقيق عليها من جانب الآثار البيئية الناتجة عن استخدام الوقود كونها سفن مخصصة لنقل الركاب بأعداد غفيرة. وقد جاءت انطلاقة هذا القطاع المهم مؤخراً، حيث تم تشغيل أول سفينة رحلات سياحية تعمل بوقود الغاز الطبيعي المسال نهاية عام 2018،

وهي سفينة AIDAnova التابعة لشركة Carnival Corporation [35] وهي أحد أكبر الشركات الكبرى العاملة في هذا القطاع، ثم انضمت سفينة " Costa Smeralda" التابعة لنفس الشركة [36] نهاية عام 2019، ليصل عدد السفن العاملة في هذا النشاط إلى سفينتين نهاية عام 2019. وقد انضم عدد آخر من الشركات الكبرى لطلب بناء سفن جديدة تعمل بالغاز الطبيعي المسال مثل MSC Cruises [37]، التي وضعت خطط لبناء أسطول جديد من خمس سفن عملاقة هي الأكبر من نوعها على مستوى العالم سعة 5400 راكب، وبطول 330 متر، باستثمارات إجمالية 5.8 مليار دولار. علاوة على ذلك، انضمت مجموعة أخرى من الشركات شملت كل من Disney Cruise, Royal Caribbean, TUI، لبناء سفن جديدة بالغاز الطبيعي المسال، ليرتفع العدد الإجمالي من أسطول السفن الجديدة إلى 38 سفينة من المخطط دخولها في الخدمة خلال الفترة 2020-2027. وفي المجمل فإن سجل الطلبيات الجديدة لسفن الرحلات السياحية (العاملة وغير العاملة بالغاز الطبيعي المسال) قد ضم نحو 115 سفينة جديدة حتى نهاية شهر شباط/فبراير 2020 [38]، أي أن إجمالي عدد الطلبيات الخاصة بالسفن العاملة بالغاز الطبيعي المسال يمثل نحو 29% من إجمالي عدد السفن الجديدة، وباستثمارات إجمالية تقدر بنحو 23.3 مليار دولار، علماً بأن إجمالي الاستثمارات المقدرة لسجل الطلبيات الجديدة يقدر بحوالي 65.5 مليار دولار.

ويكتسب الأمر زخماً إضافياً من حيث الحمولة الطنية الساكنة لهذه السفن حيث تصل حصتها إلى 60% من إجمالي الحمولة الطنية للسفن قيد البناء كما هو مبين بالشكل 3-10.

[35] Gcaptain News;" World's First Fully LNG-Powered Cruise Ship Delivered in Germany"; December 12, 2018.
[36] Safety for SEA News;" World's second LNG cruise ship delivered to Costa Cruises"; December 6, 2019.
[37] MSC cruises;" MSC Cruises and LNG Solutions"; paper presented at 3rd international LNG summit, Hamburg, 25 April 2018.
[38] Cruise Industry News; "Cruise Industry Orderbook"; March 1 , 2020.

الشكل 3-10: بيانات أسطول سفن الرحلات السياحية الجديدة وحصتها من إجمالي سجل الطلبيات المخطط تسليمه خلال الفترة 2020-2027

ملحوظة: (بيانات سجل الطلبيات المحدث في نهاية شباط/فبراير 2020)

3-3: تسهيلات وموانئ تموين السفن بوقود الغاز الطبيعي المسال

3-3-1: موانئ تموين السفن بوقود الغاز الطبيعي المسال

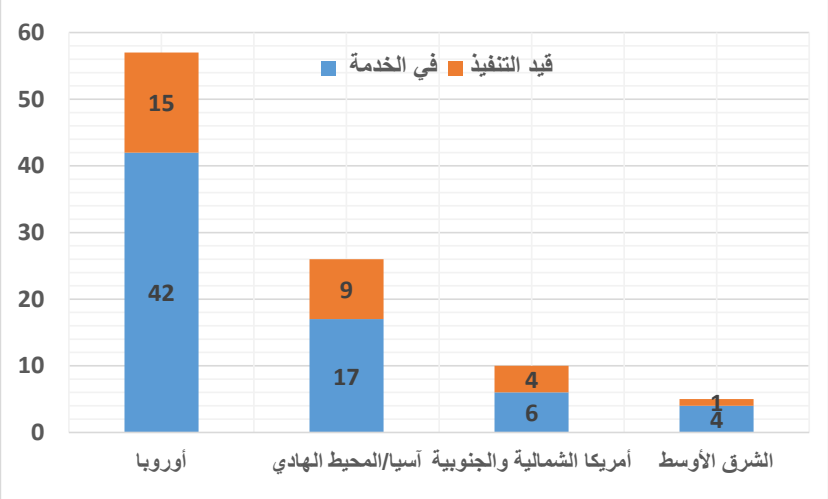
تعد تسهيلات تموين السفن بالوقود عنصر أساسي في قطاع النقل البحري، فهي بمثابة الشـريان الذي يمد الأسـطول العالمي باحتياجاته من الوقود. ولا شـك أن نجاح خيار استخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود يتوقف على توافر محطات أو سفن تموين توفر الوقود اللازم لاحتياجات القطاع اليومية. ويتواجد في السـوق العالمي كافة الخيارات المستخدمة في تموين السفن سالفة الذكر سواء كانت موانئ على البر أو سفن تموين في البحر، أو مقطورات.

وقد بلغ العدد الإجمالي لمواقع التموين (Bunkering Locations) مطلع عام 2020 حوالي 69 موقع، ومنها ما يتيح التموين المباشر للسفن بالغاز الطبيعي المسال، بينما يتيح البعض الآخر خدمات أخرى من بينها إعادة تعبئة سـفن التموين البحري

(Bunker Vessels) التي تستخدم بدورها في تموين مختلف أنواع السفن في أعالي البحار بالغاز الطبيعي المسال، أو تخزين للغاز الطبيعي المسال الذي قد يستخدم في تعبئة الصهاريج المتنقلة المستخدمة في تموين السفن.

وكما يبين الشكل 3-11، تضم أوروبا وحدها نحو 42 موقع لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال، حيث يتمركز العدد الأكبر في شمال القارة. ومن أهم المحطات الرئيسية، ميناء روتردام Rotterdam في هولندا الذي أصبح منذ عام 2014 محطة رئيسية لخدمات التزود بوقود الغاز الطبيعي المسال. وكذلك ميناء Hammerfest وهو يعد الميناء الأكبر في النرويج لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال، وقد خضع لعدة مراحل توسعية منذ عام 2014. وبخلاف المحطات الحالية، يوجد نحو 15 مشروعاً جديد تم اتخاذ قرار الاستثمار النهائي للمضي قدماً في تنفيذها، لتظل أوروبا محتفظة بموقعها الريادي في عدد مواقع تموين السفن بالغاز الطبيعي المسال بإجمالي 57 موقع.

الشكل 3-11: توزيع مواقع تموين السفن بوقود الغاز الطبيعي المسال في العالم الحالية والمستقبلية



المصدر: DNV, Alternative Fuels Insight

كما تأتي منطقة آسيا/ المحيط الهادي كمنطقة رئيسية أيضاً لتواجد محطات تموين الغاز الطبيعي المسال حيث تضم نحو 17 موقعاً. ومن أبرزها ميناء سنغافورة، وميناء Kotchi في الهند الذي بدأ نشاط تموين السفن منذ عام 2015، ويستطيع تموين نحو 40-50 سفينة سنوياً[39]. بالإضافة إلى ميناء Yokohama في اليابان، الذي بدأ نشاط تموين السفن بالغاز الطبيعي المسال في عام 2015، وذلك بنظام تموين مقطورة إلى سفينة، وتسعى شركة Tokyo gas المالكة للميناء أن يصبح مركزاً رئيسياً لتموين السفن في منطقة جنوب شرق آسيا. وبخلاف المحطات الحالية، يوجد نحو 9 مشاريع جديدة تم اتخاذ قرار الاستثمار النهائي للمضي قدماً في تنفيذها، لتساهم في رفع العدد الإجمالي مستقبلاً إلى 26 محطة. كما يوجد عدد محدود من محطات التموين في منطقة أمريكا الشمالية والجنوبية بإجمالي ست محطات. أما في الشرق الأوسط، فينحصر النشاط الحالي في وجود صهاريج تخزين للغاز الطبيعي المسال في بعض الموانئ بدولة الإمارات والأردن.

وبتشغيل المشاريع الجديدة المزمع تنفيذها في أوروبا وآسيا/المحيط الهادي، والشرق الأوسط، سيصل العدد الإجمالي لمحطات تموين السفن بالغاز الطبيعي المسال إلى 98 محطة حول العالم.

3-3-2: سفن وبوارج تموين السفن بوقود الغاز الطبيعي المسال

بخلاف مواقع التموين الرئيسية سالفة الذكر، شهد السوق العالمي نشاطاً في بناء وتشغيل سفن وبوارج تموين الغاز الطبيعي المسال، وهي التي تتيح إعادة تعبئة السفن بالوقود سواء داخل أو خارج الموانئ، وبالتالي تتخطى العقبات اللوجستية في الموانئ مع اختصار الوقت اللازم لعملية إعادة التعبئة. وقد شهد العالم تشغيل أول سفينة تموين بحري عام 2013، وهي سفينة AGA SEAGAS في ميناء ستوكهولم

[39] Ship Technology; "LNG bunkering facilities around the world"; August 28, 2018

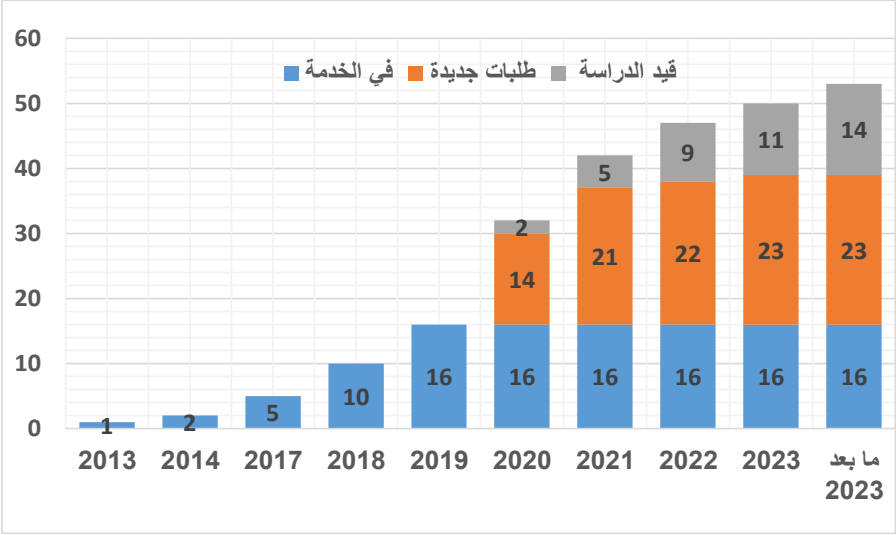
Stockholm Harbor، والتي تستخدم في تموين سفينة الركاب Viking Grace، وهي سفينة تعمل بين السويد وفنلندا[40]. وتعد سفينة SEAGAS الأصغر من نوعها في العالم حيث تبلغ طاقتها الاستيعابية نحو 185 متر مكعب (حوالي 86 طن من الغاز الطبيعي المسال). وقد أتمت أكثر من 1600 عملية تموين بنجاح دون أية مشاكل تشغيلية أو متعلقة بالأمن والسلامة[41].

وقد أعقب تشغيل أول سفينة تموين، استمرارا في نشاط بناء سفن وبوارج تموين الغاز الطبيعي المسال ودخولها في الخدمة، ليصل العدد الإجمالي لهذه السفن مطلع عام 2020 إلى 16 سفينة كما هو مبين بالشكل 3-12، علاوة على وجود طلبات مؤكدة لبناء نحو 23 سفينة جديدة ستدخل في الخدمة خلال السنوات القليلة القادمة. وبخلاف طلبات بناء السفن الجديدة المؤكدة، هناك عدد آخر من السفن المزمع تشييدها قيد الدراسة والتي يصل عددها الإجمالي إلى 11-14 سفينة.

وتنتشر سفن تموين الغاز الطبيعي المسال في أوروبا على نطاق واسع بخلاف أي منطقة أخرى، حيث تضم وحدها نحو 7 سفن تموين تعمل في عدة موانئ في ليتوانيا والنرويج وإسبانيا والسويد وهولندا كما هو مبين بالجدول 3-2. وجميع وحدات التموين العاملة في أوروبا هي لسفن بحرية، بيد أن عام 2019 شهد تشغيل أول بارجة تموين (Flex Fueller 001) في ميناء روتردام في هولندا، لتشكل إضافة جديدة لهذا النشاط في أوروبا، وهي مخصصة لتوفير خدمة التزود بالوقود لسفن الحاويات والناقلات الصهريجية وسفن الدحرجة في موانئ روتردام وأمستردام في شمال أوروبا[42].

[40] Manntek LNG solutions *Press Release*;" M/S Viking Grace - World's first LNG powered passenger ferry: Viking Grace"
[41] Nauticor;" Future of LNG supply vessels: the world largest LNG BSV, Kiaros"; Klaipéda LNG Forum; May 15, 2019.
[42] Riviera;" Europe's first LNG inland bunker barge"; July 25, 2019.

الشكل 3-12: تطور الأسطول العالمي من سفن وبوارج تموين وقود الغاز الطبيعي المسال



المصدر: معدل عن DNV, Alternative Fuels Insight

كما شـــهد نفس العام 2019 تشـــغيل بارجة أخرى LNG London في ميناء روتردام بهولندا. ويتضـــح أن هناك بداية اتجاه عام في أوروبا نحو اســـتخدام بوارج التموين لانخفاض تكاليفها الرأسـمالية والتشـغيلية مقارنة بسـفن التموين، فهي وحدات ثابتة يمكن نقلها بواســطة قوارب الدفع إلى أي موقع تتم فيه عملية التزود بالوقود. وتنتشر بوارج التموين في الصين أيضاً على نطاق واسع بإجمالي خمس بوارج، وهي تســتخدم لخدمة الســفن في الممرات المائية الداخلية (Inland waterways) في الصـين[43]، التي تعد من بين الأكثر ازدحاماً بحركة السـفن في العالم، فنهر Yangtze وحده يشهد حركة مكثفة للسفن تعد الأعلى عالمياً بإجمالي 100 ألف سفينة.

[43] DNV;" Outlook on LNG infrastructure and bunkering facilities in China Inland Waterways and Ports"; DNV GL Report January 2016.

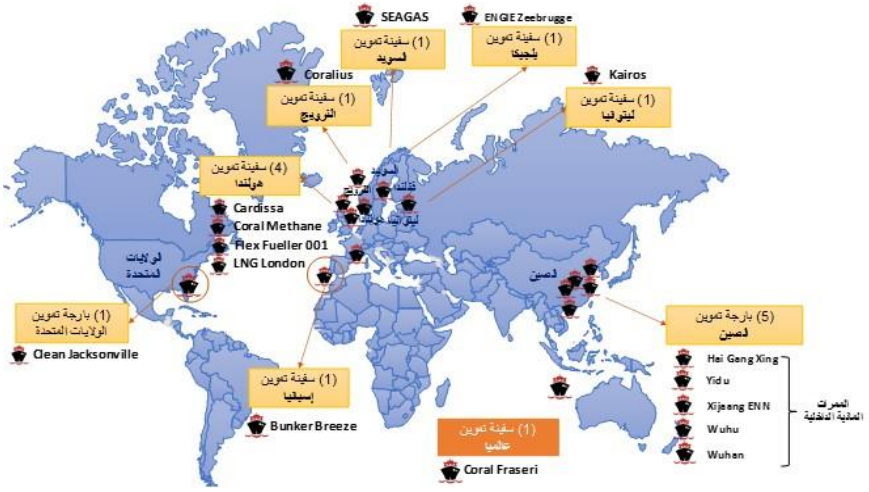
الجدول 3-2: سفن وبوارج تموين الغاز الطبيعي المسال العاملة في العالم، مطلع عام 2020

الاسم	الميناء الأم/الدولة	منطقة العمل	السعة الصهريجية، م^3	تاريخ التشغيل	النوع
SEAGAS	ستوكهولم-السويد	**أوروبا**	187	2013	سفينة
Hai Gang Xing	Nanjing-الصين	الصين	500	2013	بارجة
Yidu	Yidu-الصين	الصين	500	2014	بارجة
Xijaang ENN	Wuzhou - الصين	الصين	200	2015	بارجة
Wuhu	Wuhu-الصين	الصين	500	2015	بارجة
Wuhan	Wuhan-الصين	الصين	300	2016	بارجة
Cardissa	روتردام-هولندا	غير معلوم (غ.م)	6500	2017	سفينة
Coralius	Risavika-النرويج	**النرويج**	5600	2017	سفينة
ENGIE Zeebrugge	Zeebrugge-بلجيكا	**أوروبا**	5100	2017	سفينة
Clean Jacksonville	Jacksonville Jax LNG -الولايات المتحدة	الأمريكيتين	2200	2018	بارجة
Kairos	ليتوانيا	**أوروبا**	7500	2018	سفينة
Coral Methane	روتردام-هولندا	**أوروبا**	7551	2018	سفينة
Bunker Breeze	Algeciras-إسبانيا	**أوروبا**	1200	2018	سفينة
Coral Fraseri	غير معلوم (غ.م)	عالمياً	10000	2019	سفينة
Flex Fueller 001	أمستردام-هولندا	**أوروبا**	1480	2019	بارجة
LNG London	روتردام-هولندا	**أوروبا**	2998	2019	بارجة

وفي الولايات المتحدة، توجد بارجة التموين Clean Jacksonville سعة 2200 متر مكعب التي دخلت في الخدمة في شهر أيلول/سبتمبر عام 2018، وهي تستخدم في تعبئة وقود الغاز الطبيعي المسال لسفن حاويات تابعة لشركة TOTE تعمل بين ميناء Clean Jacksonville في ولاية فلوريدا بالولايات المتحدة وميناء

San Juan في بورتو ريكو[44]، وقد جاءت لتحل محل المقطورات التي كانت تستخدم في تموين تلك السفن العاملة في المنطقة[45]. وتعد Clean Jacksonville البارجة الأولى والوحيدة أيضاً في منطقة أمريكا الشمالية. **أما عالمياً**، فلا يوجد سوى سفينة التموين Coral Fraseri، التي دخلت الخدمة في شهر تموز/يوليو 2019، وتبلغ طاقتها الاستيعابية حوالي عشرة آلاف متر مكعب. وفي ضوء ما سبق، فإن انتشار سفن تموين الغاز الطبيعي المسال لا يزال محدوداً على الخريطة العالمية حيث يتمركز بشكل كبير قرب الموانئ الرئيسية في أوروبا كما بالشكل 3-13، مع انتشار عدد محدود منها في مناطق أخرى.

الشكل 3-13: مواقع انتشار سفن وبوارج تموين الغاز الطبيعي المسال عالمياً



ومع ذلك، فإن الفترة المقبلة ستشهد طفرة غير مسبوقة في نشاط سفن التموين، وانتشارها عالمياً وهو ما يتضح من حجم الطلبيات المؤكدة لبناء سفن تموين جديدة. فمع مطلع عام 2020، بلغ إجمالي الطلبات المؤكدة نحو 23 سفينة جديدة، ليصل حجم

[44] Riviera;" What did we learn from the first US LNG barge bunker?"; March 12, 2019.
[45] Gcaptain;" Conrad Delivers First LNG Bunker Barge Built in North America"; August 21, 2018.

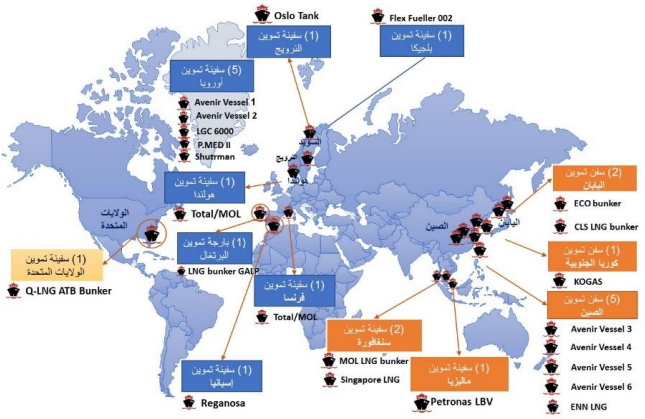
الأسطول العالمي إلى 39 سفينة وبارجة تموين بحلول عام 2023. وسيخصص نصف عدد السفن الجديدة تقريباً للعمل بالقرب من الموانئ الأوروبية الرئيسية، مع انضمام دول أوروبية أخرى لهذا النشاط مثل فرنسا والبرتغال، لتظل أوروبا محافظة على ريادتها عالمياً في هذا النشاط.

بيد أن التطور الأبرز يكمن في الخطط التي تبنتها وأعلنتها عدد من الدول الآسيوية بغية بناء مراكز تموين حيوية في منطقة شرق آسيا التي تشهد حركة تجارة للبضائع تعد الأعلى عالمياً. فالصين شرعت في بناء نحو خمس سفن تموين دولية، حيث من المخطط دخول سفينة التموين الأولى (ENN LNG BV) خلال عام 2020 للعمل في ميناء Zoushan أكبر موانئ تموين الوقود البحري في الصين بحصة 30% من إجمالي مبيعات الوقود[46]، كما أنه أحد أكبر موانئ تموين السفن عالمياً. ومن المتوقع دخول السفن الأربعة الأخرى تباعاً على فترات متقاربة خلال الفترة 2020-2021، من بينها سفينتي تموين بطاقة استيعابية تعد الأعلى على مستوى العالم حيث تبلغ نحو 20 ألف متر مكعب. وبدخول السفن الخمس في الخدمة ستغدو الصين محطة رئيسية لنشاط تموين سفن التجارة الدولية، بعد أن كانت تخصص وقود الغاز الطبيعي المسال محلياً للسفن العاملة في الممرات المائية الداخلية. وبخلاف الصين، ستنضم مجموعة أخرى من سفن التموين للعمل في موانئ شرق آسيا، وفي مقدمتها سنغافورة التي دشنت برنامجاً تجريبياً للتنفيذ خلال الفترة 2017-2020، لتشجيع الشركات نحو بناء أسطول من السفن العاملة بالغاز وتوسيع نشاط التموين به، عبر تخصيص محفزات مالية وإعفاءات من الرسوم للشركات الراغبة في مزاولة النشاط في ميناء سنغافورة[47]. وبموجب هذا البرنامج، منحت سلطات ميناء سنغافورة تراخيص لمزاولة نشاط تموين السفن بالغاز الطبيعي المسال لشركتين هما شركة FueLNG، وشركة

[46] S & P Global Platts;" IMO 2020: An opportunity for China's bunker fuel sector?"; July 29, 2019.
[47] MPA Singapore; "LNG bunkering Piloy Programing"; www.mpa.gov

Pavilion LNG، مع تقديم حافز مالي قدره 2.25 مليون دولار لكل منهما لبناء سفن تموين[48] التي من المخطط أن تدخل الخدمة خلال الفترة 2020-2021. وتكمن أهمية سـنغافورة أنها المهيمنة عالمياً بلا منازع على نشـاط تموين السـفن بالوقود البحري، حيث يعد ميناء سنغافورة أكبر ميناء لتموين السفن، بكميات تصل إلى 50 مليون طن سنوياً. كما تسعى ماليزيا إلى بناء مركز إقليمي لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال، حيث من المخطط أن تبدأ Petronas تشـغيل أول سـفينة تموين بطاقة 7500 متر مكعب خلال عام 2020. كما شـرعت كل من اليابان وكوريا الجنوبية في بناء سـفن جديدة بغية إدخالها في الخدمة خلال الفترة 2020-2021 [49]، حيث سـتعمل السـفن الجـديـدة في الموانئ الكبرى مثـل ميـنـاء Busan في كوريـا الجنوبيـة، ومينـاء Yokohama في اليابان. وفي هذا الصدد، فإنه من المتوقع أن تصبح منطقة آسيا ككل محطة رئيسـية إلى جانب أوروبا بإجمالي 11 سـفينة تموين لتسـاهم في تلبية الطلب المتوقع على الغاز الطبيعي المسال في هذه المنطقة الحيوية كما يبين الشكل 3-14.

الشكل 3-14: مواقع انتشار الأسطول الجديد من سفن وبوارج تموين الغاز الطبيعي المسال قيد البناء حتى عام 2023



[48] Riviera;" Malaysia, Singapore square off for LNG bunkering hub supremacy"; November 4, 2019.
[49] NYK Lines;" Japan's First LNG Bunkering Vessel to Start Operation in 2020"; July 6, 2018.

ويعد التطور الأبرز في بناء سفن تموين الغاز الطبيعي المسال، هو نمو طاقتها الاستيعابية بالمقارنة مع سفينة التموين الأولى SEAGAS التي بلغت سعتها نحو 187 متر مكعب، حيث تضاعفت عشرات المرات. ولا شك أن التطور في سعة سفن التموين يفتح المجال لكسب قطاعات كبرى من النقل ذات الاستهلاك العالي من الوقود مثل الحاويات وناقلات النفط الخام وغيرها، وبالتالي يعزز من استخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود تموين للنقل البحري. يلخص الجدول 3-3، أبرز سمات المقارنة بين عدة أنواع من سفن تموين الغاز الطبيعي المسال تمثل الأجيال المختلفة لها منذ ظهورها لتوضيح حجم التطور في حجم طاقتها الاستيعابية، ومعدل ضخ الوقود.

الجدول 3-3: مقارنة بين مواصفات أقدم وأحدث سفينة تموين لوقود الغاز الطبيعي المسال

البند	SEAGAS	Kairos	Total/MOL
السفينة			
تاريخ الدخول في الخدمة	2013	2018	2020
السعة التخزينية، متر مكعب	187	7,500	18,600
الطول، متر	49.65	117	135.5
معدل ضخ الوقود، م^3/الساعة	180	1,250	1,500

3-4: توقعات الطلب العالمي على الغاز الطبيعي المسال كوقود للسفن

يرتبط الطلب المستقبلي على الغاز الطبيعي المسال بنمو أسطول السفن العاملة بوقود الغاز الطبيعي المسال والتوسع في محطات التزود بالوقود من ناحية، واتساع

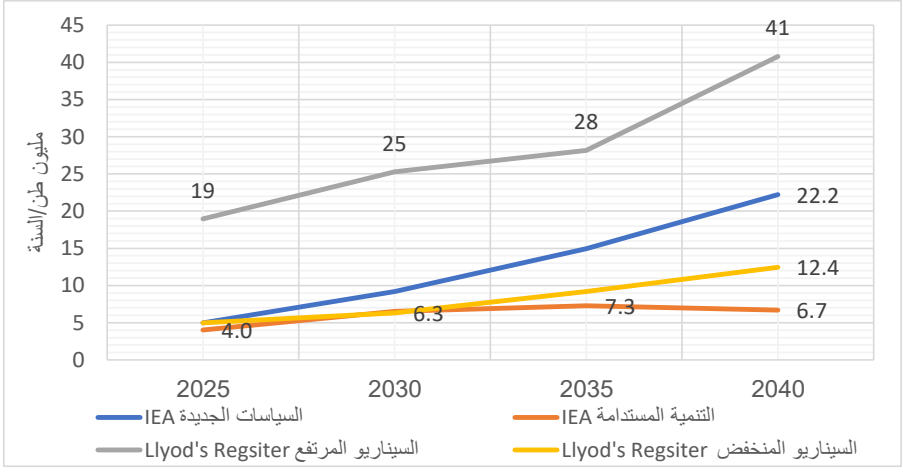
الفارق بين أسعار الغاز الطبيعي المسال وأنواع الوقود الأخرى من ناحية أخرى، خاصة أن المحركات العاملة بالغاز تكون عادة ثنائية الوقود. ولا شك أن زيادة عدد الطلبيات لبناء سفن جديدة تعمل بالغاز الطبيعي المسال يعطي نظرة إيجابية حول نمو الطلب العالمي عليه مستقبلاً. الأمر الذي دفع العديد من الموانئ الرئيسية حول العالم نحو تجهيز البنية الأساسية لتموين السفن. فمن بين أكبر 25 ميناء في العالم من حيث الحجم والتجارة، باتت تسهيلات تموين السفن بالغاز الطبيعي المسال متاحة في نحو 24 ميناء أو على مقربة منهم. بل والأهم من ذلك، أن الغاز الطبيعي المسال بات متاحاً أو سيكون متاحاً في المستقبل القريب في تسعة من قائمة أكبر عشر موانئ لتموين السفن[50]. هذا بخلاف الطلب المتزايد على بناء سفن التموين، التي ستغطي مساحات أوسع في مختلف مناطق العالم خلال السنوات القليلة المقبلة، خاصة منطقة شرق آسيا قبالة سواحل اليابان وكوريا الجنوبية وماليزيا وسنغافورة، التي ستجعل من المنطقة بمثابة محطة رئيسية لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال.

لكن ومن جانب آخر، يوجد تفاوت كبير جداً في تقدير حجم الطلب المستقبلي على الغاز الطبيعي المسال كوقود للنقل البحري، يمكن إيعازه إلى حالة الغموض أو عدم اليقين للصورة الكاملة عن مستقبل هذا النشاط لتعدد متغيراته. وهناك عدة مؤسسات طرحت سيناريوهات مختلفة حول حجم الطلب المستقبلي على الغاز الطبيعي المسال في تموين السفن. فوفقاً لوكالة الطاقة الدولية، من المتوقع أن يكون الطلب على الغاز الطبيعي المسال متفاوتاً طبقا للسيناريوهات المفترضة في الطلب على الطاقة. ففي حال سيناريو السياسات الجديدة (New Policies Scenario) يتوقع أن يصل الطلب السنوي إلى 15 مليون طن بحلول عام 2035 ثم يرتفع إلى أكثر من 22 مليون طن بحلول عام 2040، بينما سيصل الطلب وفقاً لسيناريو التنمية المستدامة إلى 7.3 مليون طن بحلول 2035 ويتراجع إلى 6.7 مليون طن بحلول 2040.

[50] SEA LNG;" Global Infrastructure is Ready for Marine LNG"; December 12, 2019.

لذا فإن التحول نحو الغاز الطبيعي لن يفي بالحد المطلوب الخاص بانبعاثات ثاني أكسيد الكربون وفقاً للاستراتيجية الأولية للمنظمة البحرية الدولية. حيث أن المستهدف الوصول بخفض الانبعاثات بنسبة 40% بحلول عام 2030 ثم بنسبة 70% بحلول عام 2050 مقارنة بسنة الأساس 2008. لكن سيظل ذلك مرتبطاً بالتطبيق الفعلي لهذه الأهداف، ومدى الامتثال من جانب شركات الشحن البحري المالكة والمشغلة للأسطول التجاري العالمي. أما مؤسسة Llyod's Register فقد طرحت سيناريوهين محتملين للطلب، حيث سيصل الطلب وفقاً للسيناريو المرتفع إلى 41 مليون طن بحلول 2040 مقابل 22 مليون طن في حالة السيناريو المنخفض كما هو مبين بالشكل 3-15.

الشكل 3-15: توقعات الطلب على الغاز الطبيعي المسال كوقود للنقل البحري وفقاً لعدة مصادر حتى عام 2040



المصادر: بيانات تم تجميعها استنادا إلى

- IEA outlook 2017
- Llyod'd register
- Cedigaz 2018

ولا شك أن انخفاض أسعار الوقود التقليدي، وتأثر حركة التجارة العالمية المرتبطة بالنمو الاقتصادي العالمي، علاوة على ما قد تسفر عنه أزمة جائحة فيروس كورونا (كوفيد-19) التي اخترقت معظم بلدان العالم، ستزيد مجتمعة من ضبابية الصورة المستقبلية ليس من هذا النشاط فحسب، بل حتى بمقدار التأثر في حركة نمو التجارة البحرية الدولية.

الفصل الرابع

الخطط المستقبلية للدول العربية في مجال تموين السفن بالغاز الطبيعي المسال

4-1 : مقومات نجاح مشاريع استخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود للسفن في الدول العربية

4-2 : مشروع إنشاء مركز إقليمي لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال في سلطنة عمان

4-3 : مشروع مقترح لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال في دولة الإمارات

4-4 : تأسيس شركة عالمية لاستخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود للنقل البحري في دولة قطر

4-5 : مشروع مقترح لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال في ميناء دمياط في مصر

1-4: مقومات نجاح مشاريع استخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود للسفن في الدول العربية

أبدى عدداً من الدول العربية (المصدرة للغاز الطبيعي المسال) اهتماماً بالاستثمار في مجال استخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود للسفن. ولا شك أن لدى الدول العربية عدة مقومات تمكنها من تحويل المنطقة إلى مركز عالمي لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال، وفي مقدمتها:

1-1-4: وجود صناعة غازية متكاملة داخل المنطقة العربية

تعود نشأة صناعة النفط والغاز الطبيعي في الدول العربية إلى عدة عقود، وبالرغم من الانطلاقة الحديثة نسبياً لصناعة الغاز الطبيعي في بعض دول المنطقة، إلا أنها شهدت تطورات عدة شملت كافة مراحل سلسلة القيمة حتى باتت لديها صناعة متكاملة ومستقلة، ويشمل ذلك حقول منتجة للغاز في البر والبحر (سواء حقول للغاز الحر أو المصاحب للنفط الخام)، وشبكات أنابيب متعددة داخلية وإقليمية، ومحطات لمعالجة وتنقية الغاز الطبيعي، وبنية تحتية عملاقة لتصدير الغاز. وقد مكن ذلك من تحقيق الاستفادة المثلى لهذا المورد الحيوي داخلياً وخارجياً. وقد حرصت الشركات الوطنية على استمرار نشاط الاستكشاف، وضخ استثمارات ضخمة في عمليات إنتاج وتطوير حقول الغاز الطبيعي لتلبية احتياجاتها من الغاز، واستثمار الفائض في التصدير. فالمنطقة العربية ككل تعد مصدر صاف للغاز الطبيعي. ومن هذا المنطلق، يمكن البناء بسهولة على هذا القطاع المتكامل بإضافة نشاط تموين السفن بالغاز الطبيعي المسال والتي ستكون تكاليف الاستثمار فيه أقل لوجود بنية أساسية.

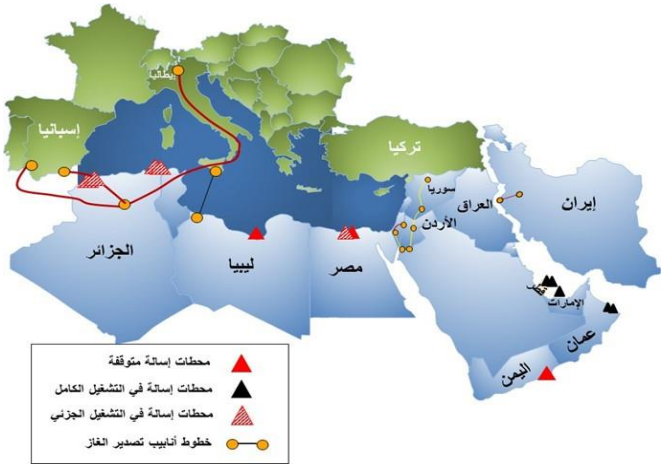
2-1-4: وجود محطات عملاقة لإنتاج وتصدير الغاز الطبيعي المسال

لقد سطرت الدول العربية دورها الريادي في صناعة الغاز الطبيعي المسال بأحرف من نور على مدار أكثر من خمسة عقود، حيث جاءت إشارة انطلاق التجارة

الدولية للغاز الطبيعي المســـال من محطة CAMEL في الجزائر عام 1964. ومنذ ذلك التاريخ، برزت المنطقة كأحد أكبر الموردين للغاز الطبيعي المسـال إلى الأسـواق العالمية. والذي جاء بفضل تنفيذ مشاريع ناجحة وفريدة من نوعها على مستوى العالم، مسـتندة على ما تملكه من مقومات، وإرادة حقيقية لدى صـانعي السـياسـات ومتخذي القرار لتحقيق الاستغلال الأمثل لمصادر الغاز الطبيعي.

حيث تتواجد محطات الغاز الطبيعي المسال في ست دول عربية كما هو مبين بالشكل 4-1 تضم دولة قطر والجمهورية الجزائرية وجمهورية مصر العربية وسلطنة عمان والجمهورية اليمنية ودولة الإمارات. وقد كانت دولة ليبيا ضـمن مجموعة الدول المصـــدرة، إلا أن محطة "مرســـى البريقه" المحطة الوحيدة للتصـــدير في ليبيا، قد أُصـيبت بأضـرار بالغة إبان أحداث عام 2011، تسببت في خروجها نهائياً عن الخدمة منذ ذلك التاريخ[51]. وتصـــل الطاقة الإســـمية الإجمالية لهذه المحطات مجتمعة حوالي 137.4 مليون طن/السـنة، وهو ما يعادل نحو 32.3% من الطاقة الإجمالية العالمية نهاية عام 2019.

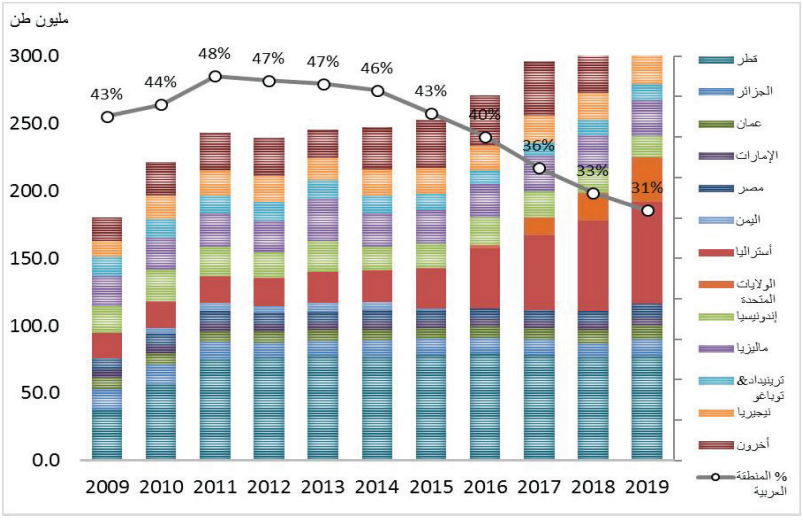
الشكل 4-1: محطات إنتاج وتصدير الغاز الطبيعي المسال في المنطقة العربية



[51] أوابك، تقرير الأمين العام السنوي 39، عام 2013

وبالرغم من دخول عدة مشاريع عملاقة في دول أخرى مثل أستراليا وروسيا والولايات المتحدة، إلا أن الدول العربية لا تزال تستحوذ مجتمعة على حصة كبيرة من التجارة العالمية رغم تراجعها مؤخراً، حيث بلغت حوالي 31% تقريباً عام 2019 بإجمالي 109.6 مليون طن مقارنة بحصة سوقية قدرها 48% عام 2011 كما يبين الشكل 4-2.

الشكل 4-2: تطور صادرات الغاز الطبيعي عالمياً والحصة السوقية للدول العربية مجتمعة خلال الفترة 2009-2019

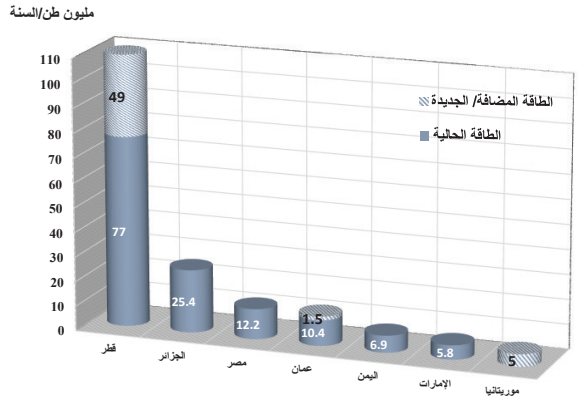


المصدر: GIIGNL Annual Reports (2010-2020)

إضافة إلى ما سبق، سيشهد قطاع الغاز الطبيعي المسال في المنطقة العربية طفرة خلال السنوات القليلة المقبلة في ضوء حزمة المشاريع المعلن عنها في كل من دولة قطر، وسلطنة عمان، بالإضافة إلى موريتانيا الذي ستنضم لأول مرة لنادي الدول المصدرة للغاز الطبيعي المسال، بعد تحقيقها لاكتشاف ضخم للغاز وهو اكتشاف "تورتو" قبالة السواحل الموريتانية-السنغالية، يضم نحو 15 تريليون قدم مكعب من الغاز. وفي حال تنفيذ المشاريع المعلن عنها، سترتفع طاقة الإسالة في المنطقة العربية بنسبة 40% بحلول عام 2027 لتصل إلى 193 مليون طن/السنة. وبالتالي من الممكن

الاستفادة من هذه البنية الهائلة لإمداد تسهيلات تموين السفن بالغاز الطبيعي المسال التي ستتطلب تكاليف رأسمالية أقل إذا ما قورنت بمشاريع جديدة تتطلب بناء محطات لإسالة الغاز الطبيعي أو مرافئ لاستقبال ناقلات الغاز الطبيعي المسال كما هو الحال في أوروبا. يبين الشكل 4-3، الطاقة الحالية والمخطط إضافتها مستقبلاً للغاز الطبيعي المسال في الدول العربية.

الشكل 4-3: الطاقة الحالية والمخطط إضافتها مستقبلاً للغاز الطبيعي المسال في الدول العربية



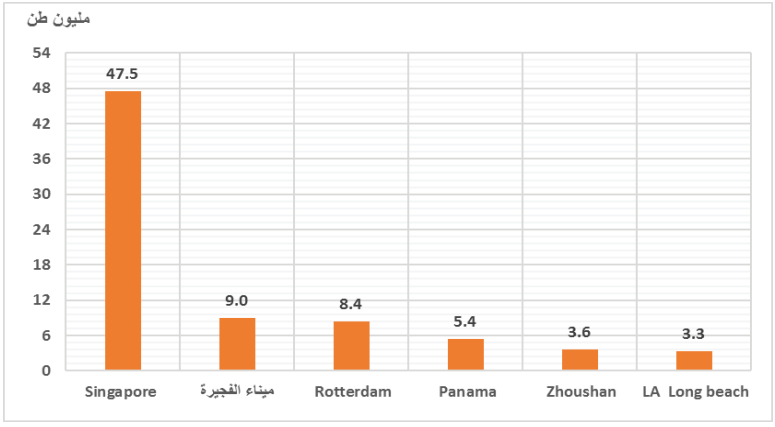
4-1-3: الموقع الجغرافي المتميز للمنطقة العربية

تتميز المنطقة العربية بموقعها الجغرافي المتميز الذي يتوسط العالم، وعدد من الخطوط الملاحية الهامة. كما تضم وتطل المنطقة العربية على عدد من الممرات المائية الحيوية في التجارة البحرية الدولية بشكل عام، وتجارة المواد البترولية بشكل خاص مثل الخليج العربي، وبحر عمان، والبحر الأبيض المتوسط، وقناة السويس. فقناة السويس (ومعها خط سوميد) يمر من خلالها نحو 9% من إجمالي التجارة الدولية للنفط الخام والمنتجات البترولية المكررة، علاوة على نحو 8% من التجارة الدولية للغاز الطبيعي المسال[52]. ولا ينحصر دور قناة السويس في نقل إمدادات النفط الخام

[52] US EIA;" The Suez Canal and SUMED Pipeline are critical chokepoints for oil and natural gas trade"; July 23, 2019.

والمنتجات البترولية من منطقة الخليج العربي إلى الأسـواق الأوروبية والأمريكية، بل يمتد ليشمل صادرات النفط والغاز الطبيعي المسال من روسيا والولايات المتحدة حيث باتت بمثابة شـريانا حيوياً لنقل إمدادات تلك الدول إلى الأسـواق في آسـيا والشـرق الأوسط. ولا شك أن لتجارة المنتجات البترولية أهمية بالغة في التجارة البحرية الدولية كونها تستحوذ وحدها على حصـة الثلث تقريباً. والمنطقة تضـم أحد أهم وأكبر الموانئ في مجال تموين السـفن بالوقود البحري، وهو **"ميناء الفجيرة"** بدولة الإمارات الذي يعتبر أكبر ميناء للتموين في منطقة الشـرق الأوسـط ويعود تشـغيله إلى عام 1983، ويتميز بموقعه الاسـتراتيجي القريب من "مضـيق هرمز" الذي يمر من خلاله نحو 21% من إمدادات النفط العالمية. وهو أيضـاً ثاني أكبر ميناء لتموين السـفن على مستوى العالم، بكميات تقدر بحوالي 9 مليون طن سنوياً من وقود التموين البحري كما هو مبين بالشـكل 4-4. وتسعى سلطات ميناء الفجيرة لتوسيع أنشطة الميناء عبر جذب المزيد من الاستثمارات بغية تحويله إلى مركز متكامل للطاقة.

الشكل 4-4: مبيعات الوقود البحري في أكبر موانئ تموين السفن عالمياً، عام 2019



ملاحظات: بيانات ميناء الفجيرة وميناء Zhoushan في الصين تعود إلى عام 2018

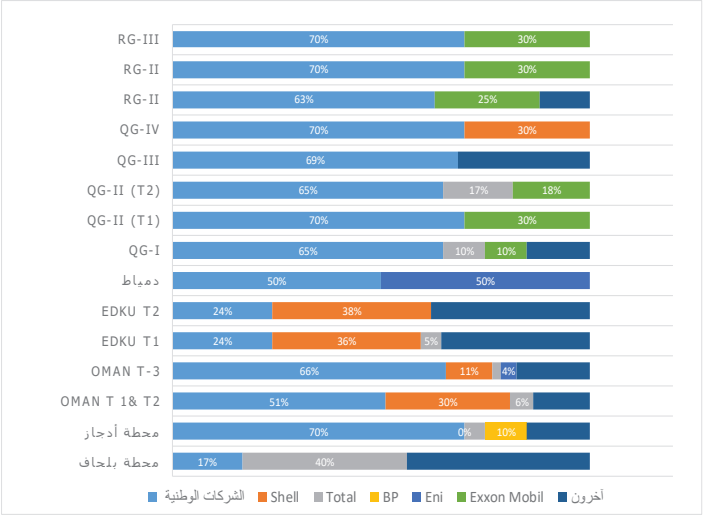
المصادر: بيانات مجمعة استنادا إلى تقارير وبيانات من عدة مصادر:

-Maritime and port authority of Singapore (MPA)
-S & P global Platts- Bunker Assessments
-Argus Media
-Ship & Bunker News
-Rotterdam bunker port: Port of Rotterdam

4-1-4: الشراكة الاستراتيجية بين شركات البترول الوطنية وشركات البترول العالمية

تعود جذور الشراكة الاستراتيجية بين شركات البترول الوطنية في الدول العربية وشركات البترول العالمية إلى عدة عقود، وهي تمتد على طول سلسلة القيمة لصناعة الغاز الطبيعي. ففي مشاريع الإسالة وحدها، تشارك كبريات الشركات العالمية مثل Eni وBP و Total في مشاريع مشتركة مع الشركات الحكومية في كل من مصر، وقطر، وعمان، والإمارات، واليمن بحصص مختلفة كما هو مبين بالشكل 5-4. وتستطيع الشركات العالمية من خلال إدارة حصصها المبينة مع تملكه من المرونة في إدارة محفظتها العالمية، خلق سوق واعد للغاز الطبيعي المسال داخل المنطقة العربية عبر إبرام اتفاقيات خدمات التزود بالوقود مع شركات الشحن العالمية، علاوة على أن لديها الخبرة والمعرفة ودراية بالتقنيات في مجال تموين السفن بالغاز الطبيعي المسال.

الشكل 4-5: الشراكة بين الشركات العربية والعالمية في مشاريع تصدير الغاز الطبيعي المسال في الدول العربية



المصدر: معدل عن GIIGNL, Annual LNG Report 2020 edition

4-1-5: الخطط المستقبلية للدول العربية في مجال استخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود لقطاع النقل البحري

بالرغم من توصل بعض الشركات الوطنية العربية إلى توقيع اتفاقيات وتفاهمات أولية مع شركات عالمية متخصصة للبدء في إنشاء محطات لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال، إلا أن التجربة برمتها لا زالت تخطو خطواتها الأولى. ولاشك أن نجاح الدول العربية في تجسيد هذه المشاريع، سيمكنها من لعب دوراً هاما في السوق العالمي، والظفر بحصة جيدة من هذا السوق الواعد في ضوء تشريعات المنظمة البحرية الدولية الخاصة بالكبريت، والاستراتيجية الجديدة الرامية إلى خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. وإجمالا يمكن تقسيم المشاريع التي أعلنتها بعض الدول العربية حسب التقدم المحرز نحو التنفيذ إلى ثلاث مجموعات كما يبين الشكل 4-6.

الشكل 4-6: تقسيم المشاريع الحالية التي أعلنتها الدول العربية في مجال تموين السفن بالغاز الطبيعي المسال حسب التقدم المحرز

2-4: مشروع إنشاء مركز إقليمي لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال في سلطنة عمان

4-2-1: لمحة عامة عن صناعة الغاز الطبيعي المسال في سلطنة عمان

تعد سلطنة عمان من الدول الفاعلة في السوق العالمي للغاز الطبيعي المسال منذ عام 2000، بعد تشغيل أول مجمع إسالة في قلهات بولاية صور تديره الشركة العمانية للغاز الطبيعي المسال. وتعمل محطة قلهات بنسبة تصل إلى 95% وتصدر ما يصل إلى 10 مليون طن/السنة وذلك بفضل تنامي الإنتاج المحلي بعد تشغيل مشاريع كبرى للغاز مؤخراً في مقدمتها مشروع تطوير حقل "خزان" وسط عمان.

4-2-2: خطط سلطنة عمان لإنشاء محطة لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال

تتميز سلطنة عمان بموقعها الجغرافي المتميز المطل على بحار مفتوحة وبالقرب من الخطوط الملاحية العالمية. وقد عملت الدولة منذ عدة سنوات على تطوير وتوسيع موانئها وجذب أكبر الشركات الملاحية العالمية ضمن مخطط طموح يستهدف تحويل السلطنة ضمن الدول العشر الكبرى في الخدمات اللوجستية على مستوى العالم بحلول عام 2040.

وقد بدأت سلطنة عمان في رسم أولى خطواتها نحو دراسة استخدام الغاز الطبيعي المسال في تموين السفن عبر توقيع مذكرتي تفاهم بين وزارة النفط العمانية وشركة Total الفرنسية، وشركة Shell الهولندية في شهر أيار/مايو 2018. حيث تم الاتفاق بموجب هذه المذكرات، أن تقوم شركة Total وشركة Shell بتطوير اكتشافات الغاز في منطقة "بريك الكبرى" في القطاع-6 الذي يستحوذ عليه الشركتين بحصة 75/25% على التوالي على أن تكون شركة Shell الشركة المشغلة، ودراسة تنفيذ مشروع لتحويل الغاز إلى سوائل في ميناء "الدقم"، ومشروع آخر لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال في ميناء صحار باستثمارات إجمالية قدرها 19 مليار دولار.

ومن المخطط أن يكون الإنتاج المبدئي من منطقة "بريك الكبرى" بعد تطوير أولى الاكتشافات حوالي 500 مليون قدم مكعب/اليوم، مع إمكانية رفعه مستقبلاً إلى 1 مليار قدم مكعب/اليوم حسب خطة التطوير. وفي هذا السياق، أوضحت شركة Total أنها ستستغل حصتها من إنتاج الغاز في المنطقة لإقامة مشروع لتموين السفن ليساهم في تحويل سلطنة عمان إلى مركز إقليمي لتموين السفن بوقود الغاز الطبيعي المسال[53]. وفي هذا الصدد، تم تأسيس ائتلاف بين شركة Total الفرنسية وشركة Oman Oil & Orpic Group لتنفيذ المشروع المقترح، على أن تكون Total المشغل للمشروع. وقد منح الائتلاف بدوره عقد المنافسة في التصميم الهندسي الأولي لثلاث شركات هي شركة McDermott الأمريكية، وشركة JGC اليابانية، وشركة Technip الفرنسية في شهر تموز/يوليو 2019، والذي يقضي بإنشاء محطة بطاقة 1 مليون طن/السنة في ميناء صحار الذي يقع بالقرب من مضيق هرمز. وهو ما يجعل من المشروع استثماراً واعداً لما تشهده تلك المنطقة من حركة مكثفة لناقلات النفط الخام والمنتجات البترولية المكررة. علاوة على إمكانية استخدامه في تحميل بوارج أو سفن تموين بالغاز الطبيعي المسال لتقوم بدورها في تزويد السفن بالوقود في الموانئ العمانية الأخرى مثل صلالة، وميناء السلطان قابوس، وميناء الدقم.

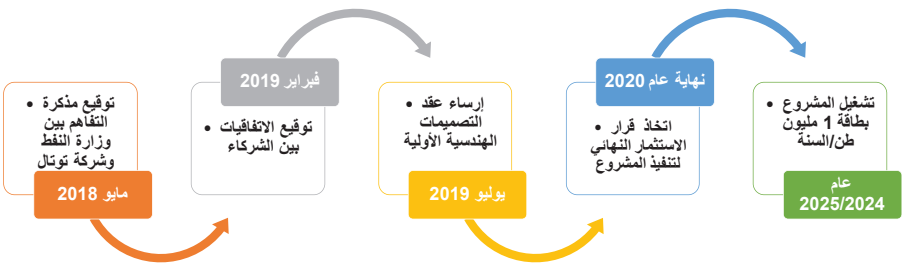
ويشمل نطاق العمل في العقد، إعداد تعريف كامل لتسهيلات الغاز الطبيعي المسال المستخدمة في المشروع الذي سيشمل وحدة واحدة بطاقة 1 مليون طن/السنة مع إمكانية رفع طاقة المحطة مستقبلاً حسب احتياج السوق، وإعداد مناقصة تنافسية لمرحلة الهندسة والتوريد والإنشاء (EPC). وستتم المنافسة بين الشركات الهندسية الثلاثة على

[53] Total;" Total Signs An Agreement In View Of Developing An Integrated Gas Project In The Sultanate Of Oman"; Press release, May 13, 2018.

أسـاس أفضـل تصـميم هندسـي يتيح تقليل التكاليف الرأسـمالية، وبأعلى أداء تشـغيلي، وستحصل الشركة الفائزة على عقد الهندسة والتوريد والإنشاء [54، 55، 56].

وقد اشـترط الائتلاف على الشـركات المتنافسـة الانتهاء من إعداد التصـميم الهندسـي الأولي في شـهر آذار/مارس 2020، ومن إعداد أعمال تفاصـيل الهندسـة والتوريد والإنشـاء في شـهر نيسـان/أبريل 2020. وقد لجأ الائتلاف إلى اختيار "عقد المنافسة في التصميـم" الذي يعد من العقود المبتكرة التي بدأت تطبق على نطاق واسع في مشاريع الغاز الطبيعي المسال باهظة التكاليف بغية تحقيق أفضل النتائج الممكنة قبل المضـي قدماً في التنفيذ. بدورها صـرحت شـركة Total في شـباط/فبراير من العام الجاري 2020، أنها تعتزم اتخاذ القرار الاستثمار النهائي لتنفيذ المشروع قبل نهاية العام الجاري[57]. وفي ضوء تلك التطورات، فإنه من المتوقع أن يتم الانتهاء من المشروع وفق الجدول الزمني المتوقع كما يبين الشكل 4-7 بحلول عام 2024-2025.

الشكل 4-7: المخطط الزمني لمشروع بناء محطة لتزويد السفن بوقود الغاز الطبيعي المسال في ميناء صحار



[54] World oil;" McDermott wins FEED contract for Sohar LNG bunkering project in Oman"; July 15, 2019.
[55] Middle East Logistics News;" JGC Corp, McDermott, Technip FMC win Oman Oil-Orpic's Feed deal"; July 28, 2019.
[56] Upstream oil;" JGC part of Total Oman LNG contest"; July 17, 2019.
[57] Ship & Bunker News;" France's TOTAL to announce decision on Sohar LNG bunkering hub later this year"; March 2, 2020.

4-3: مشروع مقترح لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال في دولة الإمارات

4-3-1: لمحة عامة عن صناعة الغاز الطبيعي المسال في دولة الإمارات

تعد دولة الإمارات من أوائل المصدرة للغاز الطبيعي المسال على الصعيدين العربي والدولي، حيث تأسست شركة أبو ظبي لتسييل الغاز المحدودة (أدجاز) عام 1973. وتعمل محطة "أدجاز" بكامل طاقتها الإسمية تقريباً بنسبة تصل إلى 98%، وقد بلغ متوسط صادراتها من الغاز الطبيعي المسال خلال الفترة 2009-2019 حوالي 5.7 مليون طن/السنة.

وبالرغم من أن دولة الإمارات من الدول الرائدة في تصدير الغاز الطبيعي المسال، إلا أنها في الوقت نفسه باتت من الدول المستوردة له، حيث بدأت في الاستيراد في عام 2010، بسبب عدم كفاية الإنتاج المحلي من الغاز لتلبية الطلب المتنامي عليه، خاصة في قطاع توليد الكهرباء. حيث تعاقدت هيئة دبي للتجهيزات (DUSUP) على استئجار مرفأ عائم تابع لشركة Golar للرسو في ميناء جبل علي بإمارة دبي بطاقة 475 مليون قدم مكعب/اليوم، واستقبل المرفأ أولى الشحنات في عام 2010. وفي أيلول/سبتمبر عام 2015، وقعت هيئة دبي للتجهيزات مع شركة Excelerate Energy الأمريكية على عقد مدته عشر سنوات لاستئجار مرفأ عائم بطاقة 800 مليون قدم مكعب/اليوم ابتداء من نيسان/أبريل 2015 ليحل محل المرفأ القائم في ميناء "جبل علي" نظراً لدخوله في الصيانة. وقد قامت Excelerate بعمل تحديث للمرفأ ليصبح قادراً على ضخ 1 مليار قدم مكعب/اليوم من الغاز الطبيعي[58].

وفي تطور آخر، تعاقدت شركة أدنوك في عام 2016 على استئجار مرفأ عائم آخر من شركة Excelerate، ووصل المرفأ إلى ميناء الرويس في نفس العام محملاً بشحنة تجريبية. تبلغ طاقة المرفأ الأساسية 500 مليون قدم مكعب/اليوم، وتصل إلى

[58] أوابك، دراسة المرافئ العائمة لاستقبال وتخزين الغاز الطبيعي المسال وإعادته إلى الحالة الغازية، دولة الكويت

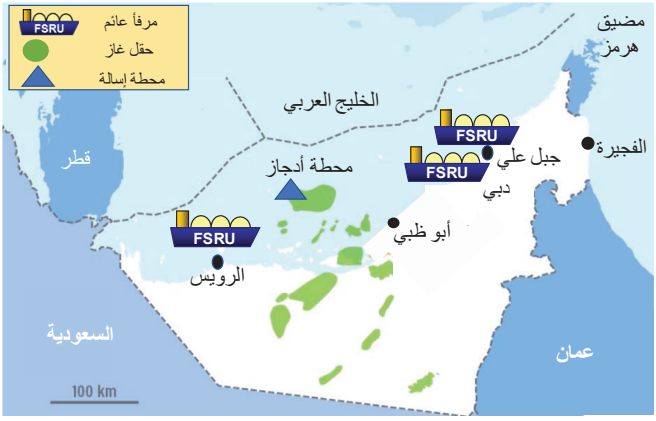
690 مليون قدم مكعب/اليوم في أوقات الذروة[59]. وتستورد دولة الإمارات شحنات من الغاز الطبيعي المسال عبر المرافئ العائمة تقدر بنحو 2-3 مليون طن سنويا، إلا أنها لا تزال مصدر صاف للغاز الطبيعي المسال.

4-3-2: خطط دولة الإمارات لاستخدام الغاز الطبيعي المسال في تموين السفن

لا شك أن لدى دولة الإمارات عدة مقومات للدخول بقوة في نشاط تموين السفن بالغاز الطبيعي المسال، فهي مصدر ومستورد له في آن واحد من خلال محطات ومرافئ الاستقبال المتواجدة في إمارة أبوظبي وإمارة دبي.

كما أنها تضم ميناء الفجيرة، ثاني أكبر ميناء لتموين السفن بالوقود البحري في العالم بعد ميناء سنغافورة. ولدى شركة بترول أبو ظبي الوطنية (أدنوك) شراكة استراتيجية مع كبريات شركات البترول العالمية في عدة قطاعات، كما لديها موقع جغرافي متميز قريب من مضيق هرمز، ذلك الشريان الحيوي لإمدادات النفط الخام ومنتجاته إلى الأسواق العالمية كما يبين الشكل 4-8.

الشكل 4-8: تسهيلات استيراد وتصدير الغاز الطبيعي المسال وموانئ التصدير في دولة الإمارات



[59] أوابك، تقرير الأمين العام السنوي 43 ، عام 2016

وقد جرت التجربة التشغيلية الاولى لاستخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود لتموين السفن في عام 2016، عندما قامت شركة Excelerate Energy المالكة للمرفأ العائم في ميناء "جبل علي" بعمل تعديل في هيكل المرفأ بعمل منفذ يسمح بإعادة تحميل الغاز الطبيعي المسال منه لاستخدامه كوقود تموين للسفن ذات الحمولة الصغيرة[60]. وهي الحالة الأولى في تاريخ صناعة الغاز الطبيعي المسال التي يتم فيها استخدام مرفأ عائم لاستقبال الغاز الطبيعي المسال في تموين السفن بالوقود بشكل مباشر. بيد أن هذا المرفأ بهذا التعديل الفريد من نوعه لم يقم بعد هذه التجربة بأي عمليات تموين تجارية للسفن، حيث أعطت "هيئة دبي للتجهيزات" الأولوية لتلبية احتياجات السوق المحلي من الغاز الطبيعي.

لكنه يبقي خياراً متاحاً لتموين السفن بمعدل يصل إلى 3000 متر مكعب/الساعة، كما يمكن استخدامه في تعبئة السفن المعدة لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال والتي يمكن أن تتولى بدورها تزويد السفن بالوقود في ميناء الفجيرة.

لكن وبالرغم من ذلك، اتجهت شركة أدنوك نحو دراسة تأسيس مشروع مشترك مع شركائها الاستراتيجيين يهدف لإنشاء محطة لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال. وبالفعل وقعت "أدنوك للإمداد والخدمات" وهي إحدى الشركات المملوكة لشركة "أدنوك" على مذكرة تفاهم مع شركة INPEX اليابانية أواخر عام 2018، تهدف إلى تأسيس كيان مشترك لبحث فرص الاستثمار في مجال تموين السفن بالغاز الطبيعي المسال في دولة الإمارات بشكل أساسي، مع إمكانية توسيع النشاط مستقبلاً ليشمل عدة مناطق أخرى ومنها منطقة جنوب شرق آسيا[61].

[60] Excelerate Energy;" xcelerate Energy's FSRU Achieves Unprecedented Milestone in LNG Industry"; press release.
[61] NGV Global News;" INPEX-ADNOC MoU Addresses LNG Bunkering in UAE"; December 6, 2018.

وتسعى شركة أدنوك للإمداد والخدمات نحو الاستفادة من تسهيلات ومساندة شركة " أدنوك للغاز الطبيعي المسال" وهي الشركة المالكة لمحطة "أدجاز"، محطة الإسالة الوحيدة في دولة الإمارات، وبمساندة شركة INPEX اليابانية، التي تعد أكبر شركة يابانية في مجال الاستكشاف والإنتاج. حيث تخطط الأخيرة للدخول بقوة في مجال الغاز الطبيعي المسال، وخلق طلب مستقبلي عليه في عدد من الأسواق من بينها منطقة جنوب شرق آسيا.

كما أن شركة "أدنوك للإمداد والخدمات" نفسها يمكنها الاستفادة من هذا المشروع المقترح كونها إحدى الشركات المالكة والمشغلة لأسطول ضخم ومتنوع من السفن، حيث يضم نحو 120 سفينة وقاعدة للخدمات اللوجستية المتكاملة على مساحة أكبر من 1.4 مليون متر مربع[62]. وقد صرحت INPEX اليابانية في آذار/مارس 2019 بأنها تستهدف تأسيس الكيان المشترك في أسرع وقت ممكن، على أن تتوزع ملكيته مناصفة مع شركة أدنوك.

4-4: تأسيس شركة عالمية لاستخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود للنقل البحري في دولة قطر

4-4-1: لمحة عامة عن صناعة الغاز الطبيعي المسال في قطر

تمثل دولة قطر نموذجا فريداً في صناعة الغاز الطبيعي المسال، حيث استطاعت خلال حقبة زمنية وجيزة تنفيذ مشاريع عملاقة لتصدير الغاز الطبيعي المسال، مكنتها من احتلال المرتبة الأولى عالمياً كأكبر مصدر له. وتعمل جميع خطوط إنتاج الغاز الطبيعي المسال في شركة "قطر غاز" بكامل طاقتها الإنتاجية، ويصل إجمالي الصادرات السنوية من دولة قطر إلى 77-78 مليون طن/السنة، وهي تتصدر منذ عام 2012 قائمة دول العالم المصدرة للغاز الطبيعي المسال، إلا أنه من

[62] الموقع الرسمي لشركة أدنوك للإمداد والخدمات، عملياتنا: وحدة الخدمات البحرية.

المتوقع أن تتراجع إلى المرتبة الثانية خلال السنوات المقبلة خلف أستراليا بعد نجاح الأخيرة في تشغيل حزمة كبيرة من مشاريع الإسالة ساهمت في رفع الطاقة الإجمالية إلى 87 مليون طن/السنة. وتتمتع شركة "قطر غاز" بقاعدة كبيرة من العملاء في الأسواق الأوروبية والآسيوية ومنطقة الشرق الأوسط، ويعد السوق الآسيوي الوجهة الرئيسية لها، تليه أوروبا ثم منطقة الشرق الأوسط.

2-4-4: خطط دولة قطر لاستخدام الغاز الطبيعي المسال في تموين السفن

بدأت شركة "قطر للبترول" أولى الخطوات الملموسة نحو الاستثمار في مجال تموين السفن بالغاز الطبيعي المسال بعد إقرار المنظمة البحرية الدولية الحد الأقصى العالمي للكبريت 0.5% عام 2016. حيث وقعت قطر للبترول في شهر حزيران/يونيو 2017 اتفاقية إطارية مع شركة Shell للبحث في تطوير البنية الأساسية اللازمة لتقديم خدمات تزويد السفن بوقود الغاز الطبيعي المسال في مواقع استراتيجية في مناطق الشرق الأوسط وأوروبا وشرق آسيا. وقد جاء توقيع هذا الاتفاق الإطاري بعيد توقيع مذكرتي تفاهم بين شركة Shell وشركة قطر غاز في وقت سابق، لبحث فرص الاستثمار في مجال تموين السفن بالغاز الطبيعي المسال في منطقة الشرق الأوسط[63]. وتأتي هذه الاتفاقية كانعكاس للاهتمام المبكر لقطر للبترول وشريكتها Shell وهما أكبر منتجي الغاز الطبيعي المسال في العالم بنشاط تموين السفن به، حيث تقدر شركة "قطر للبترول" أن يصل الطلب العالمي عليه إلى 30 مليون طن بحلول عام 2030. وهو يحفز على البحث عن فرص الاستثمار في إنشاء التسهيلات اللازمة لتموين السفن في المواقع الحيوية القريبة من الخطوط الملاحية الدولية.

وفي تفعيل لهذا الاتفاق الإطاري، وقع الطرفين في أيلول/سبتمبر عام 2019، اتفاقية نهائية لتأسيس شركة عالمية لاستخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود للنقل

[63] Shell;" Qatar Petroleum and Shell Form LNG Marine fueling venture"; July 13, 2017.

البحري[64]. حيث ستتوزع ملكية هذه الشركة مناصفة بين الطرفين. وقد أوضحت "قطر للبترول" أنها تتوقع أن يصل الطلب العالمي على الغاز المسال في القطاع البحري إلى حوالي 35 مليون طن سنوياً بحلول عام 2035، الأمر الذي يتطلب استثمارات مركزة بين الأطراف الفاعلة في الصناعة لتوفير الحلول المطلوبة.

وقد تم توقيع هذه الاتفاقية بين Shell Gas and Power Development وشركة Wave LNG Solutions وهي إحدى الشركات التي أسستها شركة "قطر للبترول" لتطوير الأسواق والاستثمار في الغاز الطبيعي المسال كوقود في قطاع النقل وخاصة النقل البحري[65].

ولا شك أن هذه الشركة الوليدة تشكل بذاتها خطوة غير مسبوقة تعطي دفعة قوية في اتجاه دعم التوجه العالمي نحو استخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود في قطاع النقل البحري، نظراً لثقل الشركاء الأساسين في المشروع المشترك في السوق العالمي على النحو التالي.

- ***عناصر القوة في شركة Shell في صناعة الغاز الطبيعي المسال***

➢ تعد شركة Shell أكبر منتج للغاز الطبيعي المسال في العالم من خلال ملكيتها المباشرة في 13 مشروع لإسالة الغاز الطبيعي في 10 دول مصدرة تشمل مصر وسلطنة بروناي وسلطنة عمان ودولة قطر وأستراليا ونيجيريا والولايات المتحدة وروسيا وترينيداد وتوباغو. علاوة على محفظتها التجارية التي تشتري من خلالها كميات من الغاز الطبيعي المسال وتقوم ببيعه في الأسواق العالمية، حيث تبيع الشركة مئات الشحنات بما يعادل أكثر من 50 مليون طن/السنة إلى أكثر من 25 دولة.

[64] Ship technology;" Qatar Petroleum and Shell to form LNG bunkering JV"; September 20, 2019.
[65] Hellenic Shipping News;" Qatar Petroleum and Shell sign agreement to establish global LNG bunkering venture"; September 19, 2019.

- تملك شركة Shell الوصول إلى ما يعادل نحو 40 مليون / السنة من مرافئ استقبال الغاز الطبيعي المسال عالمياً.
- تقوم شركة Shell بتشغيل وإدارة نحو 100 ناقلة للغاز الطبيعي المسال (منها 60 ناقلة ملكية مباشرة ونحو 40 ناقلة مستأجرة من الشركات المالكة). ويشكل ذلك العدد الضخم نحو 20% من إجمالي الأسطول العالمي لناقلات الغاز الطبيعي المسال[66].
- دخلت شركة Shell بشكل مباشر في السوق العالمي لتموين السفن بوقود الغاز الطبيعي المسال عام 2017، من خلال شراء أول سفينة تموين Cardissa (التي ترسو في ميناء Rotterdam بهولندا) وتقوم Shell بتشغيلها لتوفير خدمات التزود بالوقود للسفن العاملة في منطقة شمال غرب أوروبا، من بينها ناقلات النفط الخام من نوع Aframax[67،68] وعززت Shell من نشاطها في التموين بعد إبرامها عقد تأجير طويل المدة مع شركة LNG Shipping الشركة المالكة لبارجة التموين LNG London التي دخلت الخدمة في حزيران/يونيو 2019 في منطقة شمال غرب أوروبا ([69، 70])، حيث تقوم شركة Shell باستخدام هذه البارجة لتقديم خدمات تعبئة السفن بالغاز الطبيعي المسال في موانئ Rotterdam و Amsterdam و Antwerp.

- ***عناصر القوة لشركة" قطر للبترول" في صناعة الغاز الطبيعي المسال***

- تعد شركة "قطر للبترول" المساهم الأكبر في خطوط إنتاج الغاز الطبيعي المسال في شركة "قطر غاز"، التي تعد بدورها أكبر شركة لإنتاج وتصدير الغاز

[66] Shell; State-of-the-art LNG Carrier celebrates 125 years of Shell Shipping"; press Release, November 9, 2017.
[67] Shell; "The Shell Shipping fleet: LNG bunker vessel"; Shell websites.
[68] The Maritime Executive;" Qatar Petroleum and Shell to Establish Global LNG Bunkering Venture"; September 2019.
[69] Offshore Energy News;" Shell-chartered LNG London starts bunkering ops"; June 25, 2019.
[70] Shell;" 'LNG London' bunker vessel begins operations in Europe"; Press Release; June 24, 2019.

الطبيعي المسال بطاقة 77 مليون طن/السنة. علاوة على ذلك، فإن "قطر للبترول" لديها استثمارات في مشاريع إسالة عملاقة خارج قطر مثل مشروع Golden Pass في ولاية تكساس الأمريكية، باستثمارات قدرها 10 مليار دولار. وتقدر الطاقة التصميمية للمشروع بحوالي 16 مليون طن/السنة، ومن المتوقع دخوله حيز التشغيل بحلول عام 2024.

- تعتزم شركة "قطر للبترول" إضافة ستة خطوط إنتاج عملاقة ضمن خطة توسعية لرفع الطاقة الإنتاجية للغاز الطبيعي المسال من 77 مليون طن/السنة إلى 126 مليون طن/السنة، ويتوقع الانتهاء من الخطة وتشغيلها بكامل طاقتها بحلول عام 2027. وهو الأمر الذي يتطلب أيضاً خلق أسواق جديدة ومنافذ للطلب على الغاز الطبيعي المسال[71].

- لدى شركة "قطر غاز" أسطول ضخم من ناقلات الغاز الطبيعي المسال يقدر بنحو 70 ناقلة من بينها نحو 31 ناقلة من طراز كيو فليكس، و14 ناقلة من طراز كيو ماكس، وهي الناقلات الأكبر في الطاقة الاستيعابية في العالم. كما أرسلت "قطر للبترول" في عام 2019 دعوات لتقديم عطاءات لحجز سعة في عدد من أحواض بناء السفن لبناء ناقلات جديدة، وتتضمن المناقصة كذلك مجموعة من الخيارات لاحتياجات استبدال وتحديث الأسطول الحالي من الناقلات، وتستهدف الشركة من خلال هذه المناقصة توفير 60 ناقلة في البداية لدعم مشروع توسعة الإنتاج المخطط له، مع إمكانية تجاوز العدد 100 ناقلة جديدة خلال العقد المقبل[72].

لذلك، فإن هذه الشركة حال الانتهاء من تأسيسها وتنفيذها مشاريع لتموين السفن، ستكون **بمثابة ميلاد عملاق جديد في الصناعة**، يدفع باتجاه التوسع في استخدام

[71] Offshore Energy; Qatar Petroleum to hit 126 mtpa of LNG production by 2027"; November 26, 2019.
[72] أوابك، تقرير الأمين العام السنوي 46، عام 2019

الغاز الطبيعي المسال كوقود في قطاع النقل البحري، ويضمن تلبية الطلب عليه مستقبلاً لما تملكه الشركتين من محفظة عالمية ضخمة منتشرة حول العالم كما يلخص الشكل 4-9.

الشكل 4-9: سمات التحالف بين شركة قطر للبترول وشركة Shell لبناء أول شركة عالمية لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال

4-5: مشروع مقترح لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال في ميناء دمياط في مصر

4-5-1: لمحة عامة عن صناعة الغاز الطبيعي المسال في مصر

انطلقت مصر نحو السوق العالمي للغاز الطبيعي المسال بعد تنفيذ مشروعين لإسالة الغاز الطبيعي، وهما مجمع الشركة الإسبانية المصرية للغاز الطبيعي المسال في مدينة دمياط بطاقة 5 مليون طن/السنة، وقد بدأ تشغيله نهاية عام 2004، ومجمع الشركة المصرية للغاز الطبيعي المسال (ELNG) في مدينة إدكو بطاقة 7.2 مليون طن/السنة وبدأ تشغيله عام 2005. وتتشارك الجهات الحكومية المصرية ممثلة في كل من الهيئة المصرية العامة للبترول، والشركة المصرية القابضة للغازات الطبيعية (إيجاس) مع الشركات العالمية في ملكية مجمعات الإسالة في دمياط وإدكو.

وساهمت هذه المشاريع في تعزيز صادرات مصر من الغاز الطبيعي المسال التي ارتفعت لأكثر من 10 مليون طن/السنة عام 2006، وظلت عند هذا المستوى لعدة سنوات، لتبدأ بعد ذلك في التراجع وبشكل حاد بالتزامن مع تراجع الإنتاج المحلي. وقد كان لذلك أثراً بالغاً على تشغيل محطات الغاز الطبيعي المسال التي توقفت تماماً عام 2015. ولم يتوقف الأمر عند هذا الحد، بل اضطرت مصر إلى استيراد الغاز الطبيعي المسال بعد أن كانت دولة مصدرة له لسد الفجوة بين الإنتاج والاستهلاك. إلا أن تطوير الاكتشافات الجديدة وفي مقدمتها حقل "ظهر" وما نتج عنه من ارتفاع الإنتاج المحلي مجدداً كان له دوراً فعالاً في تراجع حاجة مصر إلى واردات الغاز الطبيعي المسال حتى تلاشت تماما عام 2019

2-5-4: خطط مصر لاستخدام الغاز الطبيعي المسال في تموين السفن

لا شك أن مصر لديها عدة مقومات تمكنها من إنجاح أي تجربة في موانئها لتزويد السفن بوقود الغاز الطبيعي المسال. فهي بالأساس من الدول المنتجة والمصدرة للغاز الطبيعي المسال ولديها تسهيلات إسالة على سواحل المتوسط في دمياط وإدكو تتوسط حركة التجارة البحرية الدولية. علاوة على وجود قناة السويس، ذلك الشريان الحيوي والمهم في التجارة البحرية الدولية. كما أن السلطات المصرية تبذل جهوداً لتحويل الموانئ المصرية إلى موانئ صديقة للبيئة من خلال تبني الخيارات والوسائل التي من شأنها تقليل الآثار المضرة بالبيئة. ومن هذا المنطلق، أجرت سلطات ميناء دمياط أواخر عام 2019، مناقشات مع الشركة المشغلة لميناء Pari الإيطالي، وعدد من شركات الخدمات اللوجستية الإيطالية لدراسة مقترح تموين السفن بالغاز الطبيعي المسال في ميناء دمياط الذي يتمتع بموقع استراتيجي[73] كخطوة أولى قبل المضي في التنفيذ

[73] LNG News;" DPA discusses LNG ship supply with Italian delegation"; November 4, 2019.

وتتوافر لدى ميناء دمياط العديد من المزايا التنافسية، أبرزها وجود محطة لإسالة الغاز الطبيعي بطاقة 5 مليون طن/السنة، ووجوده بالقرب من قناة السويس. والميناء يمتد على مساحة 11.8 مليون متر مربع. وهو يشهد حركة لسفن البضائع والحاويات والسوائب على مدار العام، وهو الميناء الأكبر لسفن الحاويات في مصر[74]. ويعد موقعه متميز على طرق التجارة العالمية بين الشرق والغرب كما هو مبين بالشكل 4-10، وهو يعمل على مدار العام تقريباً دون توقف، حيث يعد من بين الموانئ الأقل تضرراً بالظروف الجوية في حوض المتوسط.

علاوة على وجود مشاريع توسعية بالميناء سترفع من طاقته الاستيعابية منها محطة ثانية لرسو الحاويات. لذا فإن تنفيذ مشروع للتزويد بالغاز الطبيعي المسال في ميناء دمياط سيكون مجديا من الناحية الاقتصادية وممكنا من الناحية الفنية وهو ما ستسفر عنه الفترة المقبلة.

الشكل 4-10: موقع ميناء "دمياط" على طرق التجارة العالمية بين الشرق والغرب

المصدر: هيئة ميناء دمياط

[74] Sorial Logistics;" Sea Ports in EGYPT"; 2020.

الاستنتاجات

1- أهمية حركة التجارة العالمية

يضم الأسطول التجاري العالمي طيف واسع من السفن يشمل سفن الحاويات وناقلات النفط الخام وناقلات الغاز الطبيعي المسال، وناقلات المواد الكيميائية وسفن الرحلات السياحية، وغيرهم، وقد بلغ حجم الأسطول التجاري العالمي مطلع عام 2019 أكثر من 94 ألف سفينة، يقدر إجمالي حمولاتها الطنية الساكنة بحوالي 1.97 مليار طن. وتمثل الحمولة الطنية الساكنة لناقلات النفط حوالي 28.7% من الأسطول التجاري العالمي، ولناقلات الغاز (الغاز الطبيعي المسال وغاز البترول المسال) حوالي 3.5%، ولناقلات الكيماويات 2.4%. وتستأثر سفن السوائب الجافة التي تنقل ركاز الحديد والفحم والحبوب بالحصة الأكبر من الأسطول العالمي، حيث تبلغ حوالي 42.6% وتتوزع النسب المتبقية للأسطول بين سفن الحاويات (13.4%) سفن التموين البحري (4.1%)، سفن البضائع العامة (3.7%)، العبارات وسفن الركاب (0.4%)، وسفن أخرى (1.2%). ويتسم الأسطول العالمي بحداثته نوعاً ما، ففي مطلع عام 2019، بلغ متوسط العمر حسب عدد السفن حوالي 21 سنة. ويعد عمر الأسطول العالمي من النقاط الهامة في تقييم كفاءة قطاع النقل البحري وآثاره البيئية، وعامل مهم في تقييم خيارات استدامة القطاع، ومنها اتخاذ القرارات التي من شأنها إحلال أو تجديد السفن القديمة أو المتهالكة، أو تحديد أي القطاعات ذات أولية لإجراء عمليات التجديد

2- الوقود المستخدم في النقل البحري، وتطور أسطول السفن العاملة بالغاز

يشكل زيت الوقود عالي الكبريت أكثر من 75% من إجمالي استهلاك الوقود في النقل البحري المقدر بنحو 4.3 مليون برميل مكافئ نفط/اليوم عام 2018. بينما تشكل حصة زيت الوقود منخفض الكبريت نحو 5% من إجمالي الاستهلاك. ويشكل زيت الغاز البحري قرابة 20%، أما الغاز الطبيعي المسال، ورغم دخول عدد من السفن الجديدة العاملة به ضمن الأسطول العالمي، فلا يشكل سوى نسبة ضئيلة للغاية

حيث بلغ استهلاكه عام 2018 حوالي 73 مليون متر مكعب تكافئ نحو 1000 برميل مكافئ نفط /اليوم بحصة قدرها 0.02% في مزيج الاستهلاك.

وتشكل تشريعات المنظمة البحرية الدولية الخاصة بتطبيق الحد الأقصى العالمي الكبريت في الوقود البحري عند 0.5%، نقلة نوعية جديدة في طبيعة الإجراءات والاشتراطات المنظمة لهذا الشريان الحيوي، وقد اكتسب الأمر زخماً إضافياً بعد تبنيها الاستراتيجية الأولية عام 2018 الخاصة بتخفيض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بنسبة 50% بحلول عام 2050، مقارنة بسنة الأساس 2008. فالقطاع يتسبب في نحو 12% من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكبريت عالمياً ونحو 3% من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون. ويمكن للغاز الطبيعي حال استخدامه كوقود للقطاع البحري المساهمة في تخفيض ضخم لانبعاثات أكاسيد الكبريت. لكن استخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود للنقل البحري ليس بالأمر السهل أو الآني المتاح تنفيذه بشكل موسع على المدى القريب، حيث لابد أولاً من تجهيز السفن بأنظمة دفع تعمل بالغاز. وإنشاء وتوافر محطات تموين على البر أو سفن تموين في البحر، توفر الغاز الطبيعي المسال لتزويد السفن به على طول الخطوط البحرية العالمية.

وقد توصلت الدراسة إلى أن قطاع النقل البحري قد شرع بالفعل في اتخاذ خطوات ملموسة باعتماد الغاز الطبيعي المسال وقوداً للسفن الجديدة التي تتميز بارتفاع كفاءة محركاتها عن مثيلتها القديمة، حيث ارتفع عدد السفن العاملة به في السوق العالمي من سفينة واحدة فقط عام 2000 ليبلغ نحو 175 سفينة نهاية عام 2019، وارتفع العدد قليلاً إلى 178 سفينة في شهر شباط/فبراير من عام 2020. وفي سياق موازٍ، فقد بدأ بعض مالكي السفن العمل على تأهيل أنظمة الدفع في عدد من السفن العاملة بالخدمة منذ عام 2015 للعمل بالغاز الطبيعي المسال حسب الحاجة (مع استمرار تشغيلها بالوقود التقليدي)، وقد وصل العدد الإجمالي من هذه السفن المؤهلة إلى 113 سفينة عام 2019. ليصل عدد السفن المؤهلة والسفن العاملة إلى 288 سفينة بنهاية عام 2019، ليشكلا معا نحو 0.3% من الأسطول العالمي. وينتشر هذا الأسطول من السفن الجديدة حول العالم

في منطقة بحر البلطيق وبحر الشمال، وقبالة سواحل أمريكا الشمالية، وفي مناطق آخري مثل آسيا قبالة سواحل الصين، ولكن تظل أوروبا المنطقة الرئيسية الحاضنة لهذا النشاط.

كما تلقت أحواض بناء السفن الرئيسية طلبات متزايدة لبناء سفن جديدة تعمل بالغاز بإجمالي 207 سفينة، يتوقع دخولهم ضمن الأسطول العالمي بحلول عام 2027. فمن بين كل 10 طلبيات مؤكدة لبناء سفن جديدة، يوجد ست طلبيات لبناء سفن تعمل بالغاز، أي بحصة 60% من إجمالي الطلبيات الجديدة. ومن المتوقع أن يصل حجم الأسطول العالمي إلى **385 سفينة** من السفن العاملة بالغاز كخيار نهائي، وهو ما يعكس التطور السريع في هذا النشاط، رغم بداياته المتواضعة للغاية قبل قرابة عقدين من الزمان، لكن يظل هذا الرقم لا يمثل سوى حصة ضئيلة من إجمالي عدد السفن في الأسطول التجاري العالمي.

أما من جانب مواقع تموين السفن، **فتوصلت الدراسة** إلى أنها في ازدياد ملحوظ في عدة مناطق حول العالم، حيث بلغ عددها مطلع عام 2020 حوالي 69 موقع، ومنها ما يتيح التموين المباشر للسفن بالغاز الطبيعي المسال، أو إعادة تعبئة سفن التموين التي تستخدم بدورها في تزويد السفن بالوقود في البحر. وهناك حزمة من المشاريع الجديدة المزمع تنفيذها في عدة مناطق، ستساهم في رفع عدد محطات تموين السفن إلى 98 محطة حول العالم. كما توصلت الدراسة إلى أن السوق العالمي شهد نشاطاً واضحاً في بناء وتشغيل **سفن وبوارج** تموين الغاز الطبيعي المسال، وهي التي تتيح إعادة تعبئة السفن بالوقود سواء داخل أو خارج الموانئ، وبالتالي تتخطى العقبات اللوجستية في الموانئ مع اختصار الوقت اللازم لعملية إعادة التعبئة، ويصل عددها الحالي إلى 13 سفينة تموين، كما يجرى بناء 26 سفينة جديدة ستعمل في عدة مناطق، ليرتفع أسطول سفن التموين إلى 39 بحلول عام 2023. ويتضح أن هناك بداية اتجاه عام في أوروبا نحو استخدام **بوارج التموين** لانخفاض تكاليفها الرأسمالية والتشغيلية مقارنة بسفن التموين، فهي وحدات ثابتة يمكن نقلها بواسطة قوارب الدفع إلى أي موقع تتم فيه عملية التزود بالوقود. وتنتشر بوارج التموين في الصين أيضاً على نطاق واسع بإجمالي خمس بوارج.

3- الطلب على الغاز الطبيعي المسال كوقود للنقل البحري

يرتبط الطلب المستقبلي على الغاز الطبيعي المسال بنمو أسطول السفن العاملة بوقود الغاز الطبيعي المسال والتوسع في محطات التزود بالوقود من ناحية، واتساع الفارق بين أسعار الغاز الطبيعي المسال وأنواع الوقود الأخرى من ناحية أخرى، خاصة أن المحركات العاملة بالغاز تكون عادة ثنائية الوقود. والغاز الطبيعي المسال بات متاحاً أو سيكون متاحاً في المستقبل القريب في تسعة من قائمة أكبر عشر موانئ لتموين السفن.

ويوجد تفاوت كبير جداً في تقدير حجم الطلب المستقبلي على الغاز الطبيعي المسال كوقود للنقل البحري، يمكن إيعازه إلى حالة الغموض أو عدم اليقين للصورة الكاملة عن مستقبل هذا النشاط لتعدد متغيراته. وهناك عدة سيناريوهات حول حجم الطلب المستقبلي على الغاز الطبيعي المسال في تموين السفن. فوفقاً لأقل السيناريوهات تفاؤلاً، سيصل الطلب السنوي 7.3 مليون طن بحلول 2035 ويتراجع إلى 6.7 مليون طن بحلول 2040، أما أكثر السيناريوهات تفاؤلاً فيتوقع نمو الطلب إلى 41 مليون طن بحلول. من جانبها تتوقع قطر للبترول أن يصل الطلب إلى 30 مليون طن بحلول 2030 ثم 35 مليون طن بحلول 2035.

وقد أظهرت الدراسة أن أسعار الغاز الطبيعي تتسم بتنافسيتها مع بقية أنواع الوقود البحري منخفض الكبريت في الموانئ الرئيسية في آسيا (هونج كونج وسنغافورة)، وأوروبا (روتردام)، والشرق الأوسط (ميناء الفجيرة)، وأمريكا الشمالية (هيوستن Houston)، وأمريكا الجنوبية (سانتوس Santos)، على الرغم من التهاوي الذي شهدته الأسعار بعد منتصف كانون الثاني/ يناير من عام 2020.

4- الخطط المستقبلية للدول العربية

أبدى عدداً من الدول العربية اهتماماً بالاستثمار في مجال استخدام الغاز الطبيعي المسال كوقود لقطاع النقل البحري. ولا شك أن الدول العربية تملك عدة مقومات تمكنها من تحويل المنطقة ككل إلى مركز عالمي لتموين السفن، فهي تملك صناعة غازية متكاملة منذ عقود، ولديها محطات عملاقة لإنتاج وتصدير الغاز الطبيعي المسال بطاقة 137مليون طن/السنة. علاوة على موقعها الجغرافي المتميز الذي يتوسط العالم وعددا من الخطوط الملاحية الهامة. كما أنها تضم وتطل على عدد من الممرات الحيوية مثل مضيق هرمز وقناة

السويس. وقد توصلت بعض الشركات الوطنية في الدول العربية إلى توقيع اتفاقيات وتفاهمات أولية مع شركات عالمية متخصصة، للبدء في إنشاء محطات لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال، وإجمالا يمكن تقسيم المشاريع التي أعلنتها بعض الدول العربية حسب التقدم المحرز نحو التنفيذ إلى ثلاث مجموعات منها ما دخل مرحلة التصميمات الهندسية ومنها ما زال قيد المناقشة، بإجمالي أربعة مشاريع حيث يجرى تنفيذ مشروع لإنشاء مركز إقليمي لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال في سلطنة عمان يتوقع الانتهاء منه عام 2024. كما وقعت "قطر للبترول" على اتفاقية مع شركة Shell لتأسيس شركة عالمية تقوم بتطوير البنية الأساسية اللازمة لتقديم خدمات تزويد السفن بوقود الغاز الطبيعي المسال في مواقع استراتيجية في مناطق الشرق الأوسط وأوروبا وشرق آسيا. أما في مصر، فهناك مشروع قيد المناقشة مع الشركات الإيطالية لتموين السفن بالغاز الطبيعي المسال في ميناء دمياط الذي يتوسط خطوط التجارة العالمية.

ولا شك أن نجاح الدول العربية في تنفيذ هذه المشاريع، سيمكّنها من لعب دوراً هاما في السوق العالمي التموين السفن بالغاز الطبيعي المسال، والظفر بحصة جيدة من هذا السوق الواعد في ضوء تشريعات المنظمة البحرية الدولية القاضية بتخفيض الحد الأقصى لانبعاثات الكبريت من وقود النقل البحري إلى 0.5%، والاستراتيجية الجديدة الرامية إلى خفض انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون من قطاع النقل البحري الدولي.

المراجع

1. CMA CGM company website: https://www.cma-cgm.com/
2. NYK Lines company website: https://www.nyk.com/english/
3. Mitsui Group website: https://www.mitsui.com/jp/en/index.html
4. Shell company website : https://www.shell.com/
5. الموقع الرسمي لشركة البحري

   https://www.bahri.sa /
6. PNG Logistics website : https://pngworldwide.com/
7. Maritime Connector website: https://maritime-connector.com/
8. MSC cruises company website: https://www.msccruises.com/en-gl/About-MSC/Company.aspx
9. UNCTAD, Review of maritime transport 2019
10. UNCTAD, Review of maritime transport (2000-2019)

    https://unctad.org/en/Pages/Publications/Review-of-Maritime-Transport-(Series).aspx
11. IMO; Third IMO Greenhouse Gas Study 2014 (Executive Summary and Final Report); 2015.
12. ICCT; " Black Carbon Emissions and Fuel Use in Global Shipping 2015"; 2015; USA
13. Olmer N. et al (ICCT);" Greenhouse gas emissions from global shipping, 2013-2015"; October 2017.
14. EIA;" The Effects of Changes to Marine Fuel Sulfur Limits in 2020 on Energy Markets"; March 2019.

    https://www.eia.gov/outlooks/studies/imo/
15. IEA;" World Energy Outlook: Global Energy Trends"; 2018.
16. OECD;" The Competitiveness of Global Port-Cities: Synthesis Report"; 2014.

    https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj7v_nhl-voAhWsxIUKHbJWAycQFjABegQIARAB&url=https%3A%2F%2Fwww.oecd.org%2Fcfe%2Fregional-policy%2FCompetitiveness-of-Global-Port-Cities-Synthesis-Report.pdf&usg=AOvVaw3pkUIrwCg2x6zPXyh4MK3j
17. IGU;" enabling clean marine transport"; March 2017.
18. الأمم المتحدة، وقائع الأمم المتحدة، " دور المنظمة البحرية الدولية في الحيلولة دون تلوث المحيطات الناجم عن السفن والشحن البحري"، 2016
19. Nick W. & CHRIS B. (CEDIGAZ);" The Impact OF New Marine Emissions Regulations On The LNG Market"; February 2019.
20. IMO briefing;" IMO sets 2020 date for ships to comply with low Sulphur fuel oil requirement"; October 28, 2016.

21. IMO;" Nitrogen Oxides (NOx) – Regulation 13".
http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Nitrogen-oxides-(NOx)-%E2%80%93-Regulation-13.aspx
22. Jerzy Herdzik;" LNG AS A MARINE FUEL – POSSIBILITIES AND PROBLEMS"; Journal of KONES Powertrain and Transport, Vol. 18, No. 2, 2011.
23. IMO;" Studies on The Feasibility and Use of LNG As A Fuel for Shipping"; 2016.
24. IMO;" Air Pollution and Greenhouse Gas emissions: Greenhouse Gas Emissions".
http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/GHG-Emissions.aspx
25. IMO;" Adoption Of The Initial Imo Strategy On Reduction Of GHG Emissions From Ships and existing Imo Activity Related To Reducing GHG Emissions In The Shipping Sector"; April 2018.
26. S&P Global Platts;" Shipping sector's final push to adapt as IMO 2020 deadline nears: An insight"; August 28, 2019.
27. United States Environmental Protection Agency;" Exhaust Gas Scrubber Wash Water Effluent"; EPA-800-R-11-006, November 2011.
28. VDM Metals Company
https://www.vdm-metals.com/en/downloads/
29. Ship & Bunker;" Fujairah bans open loop scrubbers"; January 22, 2019.
30. UNCTAD;" Review Of Maritime Transport 2019"; 2019.
31. Argus;" Scrubbers will keep HSFO in play for bunkers: IEA"; 11 March 2019.
32. Journal of KONES Powertrain and Transport.
33. Evangelos K. & Leonidas E. (University of Strathclyde Glasgow); " LNG Fueled Vessels Design Training: OTMW-N Module-1"; July 2015.
34. Sean Bond (ABS);" Practical Applications of Class Requirements to LNG Fuelled Vessels"; LNG Fuel Forum; Stockholm, Sweden, 21 September 2011.
35. Sean Bond (ABS);" Practical Applications of Class Requirements to LNG Fuelled Vessels"; LNG Fuel Forum; Stockholm, Sweden, 21 September 2011.
36. أوابك، دراسة الغاز الطبيعي المسال ودوره في مواجهة الطلب العالمي على الطاقة"، دولة الكويت، كانون الأول/ديسمبر 2017
37. Malcolm Latarche;" Ships diesel engines — A brief history"; Ship insight; 3 July 2017.
38. G. Rutkowski ; "Study of New Generation LNG Duel Fuel Marine Propulsion Green Technologies"; the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation; Volume 10, Number 4
39. EPE;" Principles of Marine Main Engines running on LNG"; Propulsion and Power Generation of LNG driven Vessels 23 -27 November 2015; University of Piraeus, Greece.
40. HEC;" LNG as Ship Fuel: Effects on Ship Design, Operations and Supporting Infrastructure" ; New Technologies for the Marine Highway; January 14, 2013.
41. Sindre Håberg;" Rolls-Royce Marine Engines Presentation"; 2010.
42. Per Magne Einang (Marintek);"LNG fuelled ships: Norwegian experience"; ECSA – EMSA meeting Brussels 24th of November 2009.

43. Dag Stenersen (Marintek);" Gas fueled Ships: LNG fueled engines and fuel systems for medium speed engines in maritime applications"; Technical seminar series, September 2011.

44. MAN Energy Solutions;" LNG as fuel: LNG will be one of the key fuels for shipping;" Inspektorentag - 07th of November 2018.

45. KLAWLNG; "LNG Vessel Bunkering"; 2020.
https://www.klawlng.com/lng-applications/lng-vessel-bunkering/

46. ABS;" Bunkering of Liquefied Natural Gas-fueled Marine Vessels in North America"; Version.0, 2014.

47. SGMF;" gas as a marine fuel: An Antidictionary Guide"; March 2019.

48. TTF powernext
https://www.powernext.com/

49. O. Schinas &M. Butler; "Feasibility and commercial considerations of LNG-fueled Ships"; Ocean Engineering (2016); pp: 84–96.

50. European Commission;" LNG For Shipping: Liquified Natural Gas: An Attractive Fuel Solution for Shipping "

51. West Coast Marine LNG Joint Industry Project Steering Committee; "Liquefied Natural Gas: A Marine Fuel for Canada's West Coast"; April 2014.

52. NGV GLOBAL News; "Norway Approves LNG Bunkering for Boarded Ferries"; December 30, 2013

53. EMEA News;" Norway permits LNG bunkering with passengers-on-board"; January 2, 2014.

54. GOLNG News;" The Norwegian Authorities are now prepared to give permission to bunker LNG ferries while passengers are on board";

55. Wärtsilä Encyclopedia of Marine Technology;" Natural gas-fuelled ferry GLUTRA"

56. Congressional Research Service;" LNG as a Maritime Fuel: Prospects and Policy"; February 5, 2019.

57. SEA Trade Maritime News;" LNG-powered ships to account for 60% of new orders by 2025: Korean study"; April 23, 2019.

58. LNG World News; "Fjord Line: Second LNG Ferry Tested"; January 15, 2014.

59. LNG World News;" Sovcomflot's crude oil tanker completes 1st commercial voyage on LNG fuel"; October 24, 2018.

60. DNV, Alternative Fuels Insight

61. Maritime Executive;" World's Largest LNG-Powered Container Ship Launched"; September 25, 2019.

62. CMA CGM Press Release;" World Premiere: Launching of the World's Largest LNG-Powered Containership and Future CMA CGM Group Flagship"; September 25, 2019.

63. GCaptain;" CMA CGM Leads Container Lines in Switch to LNG Fuel"; December 17, 2019.

64. Gcaptain News;" World's First Fully LNG-Powered Cruise Ship Delivered in Germany"; December 12, 2018.

65. Safety for SEA News;" World's second LNG cruise ship delivered to Costa Cruises"; December 6, 2019.

66. MSC cruises;" MSC Cruises and LNG Solutions"; paper presented at 3rd international LNG summit, Hamburg, 25 April 2018.

67. Cruise Industry News; ”Cruise Industry Orderbook”; March 1 , 2020.
68. Ship Technology; ”LNG bunkering facilities around the world"; August 28, 2018
69. Manntek LNG solutions Press Release;” M/S Viking Grace - World’s first LNG powered passenger ferry: Viking Grace”
70. Nauticor;” Future of LNG supply vessels: the world largest LNG BSV, Kiaros”; Klaipéda LNG Forum; May 15, 2019.
71. Riviera;” Europe’s first LNG inland bunker barge”; July 25, 2019.
72. DNV;” Outlook on LNG infrastructure and bunkering facilities in China Inland Waterways and Ports”; DNV GL Report January 2016.
73. Riviera;” What did we learn from the first US LNG barge bunker?”; March 12, 2019.
74. Gcaptain;” Conrad Delivers First LNG Bunker Barge Built in North America”; August 21, 2018.
75. Titan LNG;” Titan LNG Performs Largest LNG Bunkering in the World”; press release, July 10, 2019.
76. S & P Global Platts;” IMO 2020: An opportunity for China’s bunker fuel sector?”; July 29, 2019.
77. MPA Singapore; “LNG bunkering Piloy Programing”; www.mpa.gov
78. Riviera;” Malaysia, Singapore square off for LNG bunkering hub supremacy”; November 4, 2019.
79. NYK Lines;” Japan’s First LNG Bunkering Vessel to Start Operation in 2020”; July 6, 2018
80. LNG World News;” Nauticor: Kairos wraps up 100th LNG bunkering”; February 5, 2020.
81. 1 Total;” Total and Mitsui O.S.K. Lines sign a long-term charter contract for a pioneer Liquefied Natural Gas (LNG) bunker vessel”; Press Release, February 2, 2016.
82. GCAPTAIN;” World’s Largest LNG Bunkering Vessel Launched in China”; October 18, 2019.
83. SEA LNG;” Global Infrastructure is Ready for Marine LNG”; December 12, 2019.
84. Ship and Bunker News;” IMO 2020 Premium Evaporates, Price paid for bunkers in March 20% lower than in 2019”; April 2, 2020.
85. Ship & Bunker Global 20 ports price index
86. أوابك، تقرير الأمين العام السنوي 39، عام 2013
87. GIIGNL Annual Reports (2010-2020)
88. US EIA;” The Suez Canal and SUMED Pipeline are critical chokepoints for oil and natural gas trade”; July 23, 2019.
89. Maritime and port authority of Singapore (MPA)
90. S & P global Platts- Bunker Assessments
91. Argus Media
92. Ship & Bunker News website: https://shipandbunker.com/
93. Rotterdam bunker port: Port of Rotterdam
94. Total;” Total Signs An Agreement In View Of Developing An Integrated Gas Project In The Sultanate Of Oman”; Press release, May 13, 2018.
95. World oil;” McDermott wins FEED contract for Sohar LNG bunkering project in Oman”; July 15, 2019.
96. Middle East Logistics News;” JGC Corp, McDermott, Technip FMC win Oman Oil-Orpic's Feed deal”; July 28, 2019.

97. Upstream oil;" JGC part of Total Oman LNG contest"; July 17, 2019.

98. Ship & Bunker News;" France's TOTAL to announce decision on Sohar LNG bunkering hub later this year"; March 2, 2020.

99. أوابك، دراسة واقع وآفاق صناعة وتجارة الغاز الطبيعي في الدول العربية، دولة الكويت.

100. أوابك، دراسة المرافئ العائمة لاستقبال وتخزين الغاز الطبيعي المسال وإعادته إلى الحالة الغازية، دولة الكويت

101. أوابك، تقرير الأمين العام السنوي 43 ، عام 2016

102. Excelerate Energy;" xcelerate Energy's FSRU Achieves Unprecedented Milestone in LNG Industry"; press release.

103. NGV Global News;" INPEX-ADNOC MoU Addresses LNG Bunkering in UAE"; December 6, 2018.

104. الموقع الرسمي لشركة أدنوك للإمداد والخدمات، عملياتنا: وحدة الخدمات البحرية.

105. Shell;" Qatar Petroleum and Shell Form LNG Marine fueling venture"; July 13, 2017.

106. Ship technology;" Qatar Petroleum and Shell to form LNG bunkering JV"; September 20, 2019.

107. Hellenic Shipping News;" Qatar Petroleum and Shell sign agreement to establish global LNG bunkering venture"; September 19, 2019.

108. Shell; State-of-the-art LNG Carrier celebrates 125 years of Shell Shipping"; press Release, November 9, 2017.

109. Shell; "The Shell Shipping fleet: LNG bunker vessel"; Shell websites.

110. The Maritime Executive;" Qatar Petroleum and Shell to Establish Global LNG Bunkering Venture"; September 2019.

111. Offshore Energy News;" Shell-chartered LNG London starts bunkering ops"; June 25, 2019.

112. Shell;" 'LNG London' bunker vessel begins operations in Europe"; Press Release; June 24, 2019.

113. Offshore Energy; Qatar Petroleum to hit 126 mtpa of LNG production by 2027"; November 26, 2019.

114. أوابك، تقرير الأمين العام السنوي 46، عام 2019

115. أوابك، تقرير الأمين العام السنوي 45، عام 2018

116. World LNG news;" Italian energy major Eni signed a series of agreements with paving the way for the restart of the Damietta liquefaction plant in Egypt by June 2020"; February 27, 2020.

117. LNG News;" DPA discusses LNG ship supply with Italian delegation"; November 4, 2019.

118. Sorial Logistics;" Sea Ports in EGYPT"; 2020.

Use of LNG as a Marine Fuel

Fuel oil is the main fuel used in the global shipping sector, representing about 75% of its total consumption. Therefore, the sector represents is responsible for about 12% of the global energy-related SO_2 emissions. In addition, international maritime organization (IMO) estimates that maritime sector represents about 2.5-3% of the global CO_2 emissions. Therefore, by adopting appropriate environment-friendly solutions, the global maritime sector can take an effective role in reducing global GHG in line with the global efforts to mitigate the climate change. The use of LNG as a marine fuel is one of the key substitutes/options to reduce the maritime sector dependence on high sulfur fuel oil, thanks to its environmental and economic benefits.

The study is divided into four chapters, chapter-I overviews the different types of ships used in the maritime sector. It also addresses the role played by the world fleet in the development of world maritime trade.

Chapter-II addresses different types of fuels used in the maritime sector. It also highlights the role played by the (IMO) to regulate the sector. The annex-VI of the MARPOL treaty is deeply analyzed to provide all possible solutions to meet its new regulation of global sulfur cap of 0.5% in the marine fuel.

Chapter-III is devoted to show the key advantages and barriers against the use of LNG as a maritime fuel. It provides a deep dive into the main segments of LNG-powered ships market, its key players and future outlook.

Chapter-IV addresses the future projects and plans announced by state-own companies in the Arab countries to invest in LNG bunkering facilities and tracks the progress achieved in these plans.

منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول
أوابـك