الملائمة المكانية لإنشاء الحيود المرجانية الصناعية لدعم استدامة مواقع الغوص بمنطقة الغردقة

خليل محمد خليل السيد*

giskhalilkhalil@gmail.com

ملخص

تحقق مواقع الغوص بمنطقة الغردقة أعلى معدلات غوص مقارنة بالحيود المرجانية بالعالم ، وهو ما جعلها تحت وطأة استخدام مفرط يفوق طاقتها الاستيعابية ، وفي خضم الصراع بين اتجاهين احدهما يدعو للحفاظ على الطبيعة وأخر متطلع لجنى الفوائد الاقتصادية المرتبطة بعائدات سياحة الغوص ، ظهرت استراتيجية بناء الشعاب المرجانية الصناعية *(Artificial reef)* من بين مجموعة وسائل لتخفيف الاثر السلبي للغوص على الشعاب المرجانية الطبيعية ، وتعزيز بيئة الحياة البحرية وخلق مناطق جذب سياحي جديدة لممارسي رياضة الغوص ، وقد اكدت التجارب العالمية والإقليمية أن إنشاء حيود مرجانية صناعية (*Artificial reef*) تعد بديلاً مثالياً واحد الأساليب الفعالة ، لاستدامة مواقع الغوص وحماية تكوينات الشعاب المرجانية وتخفيف الضغط عليها ، ومن خلال هذا البحث تم تطبيق حزمتين من معايير الملائمة المكانية بصيغ متباينة (إقصائية – انتقائية – تصنيفية) لاختيار انسب المواقع لإنشاء شعاب صناعية (*Artificial reef*) بمنطقة الغردقة ، تستهدف الحزمة الأولى تحقيق الملائمة المكانية لمعايير التوزيع الافقي للمواقع المرشحة بناء على محددات

*مدرس بقسم الجغرافيا – كلية الآداب – جامعة الفيوم

الموقع النسبي ، وتستهدف الحزمة الثانية تحقيق الملائمة المكانية لمعايير التوزيع الراسي (العمق) للمواقع المرشحة.

الكلمات المفتاحية :

- الملائمة المكانية للشعاب الصناعية
- الحيود المرجانية الصناعية .
- مواقع الغوص الصناعية .
- استدامة مواقع الغوص .
- الشعاب الصناعية كوسيلة دعم مواقع الغوص .

تساؤلات الدراسة :

- هل يمكن للشعاب الصناعية دعم استدامة مواقع الغوص بالغردقة ؟
- ما هي معايير الملائمة المكانية لإنشاء شعاب صناعية لدعم مواقع الغوص بالغردقة ؟

مناهج البحث :

انتهجت الدراسة عدداً من المناهج والأساليب التي تم توظيفها في موضوع الدراسة وهى: المنهج الموضوعي ، المنهج الإقليمي ، المنهج البيئي ، المنهج السلوكي ، المنهج التحليلي ، كما تم الاعتماد على عدد من الأساليب الإحصائية والكارتوجرافية لمعالجة البيانات وعرض الاشكال البيانية والخرائط ، وقد تم الاستعانة بعدد من البرامج مثل ARC GIS 10.3 ، Excel 2016 ، وذلك لمناقشة وعرض المبحثين الاساسيين بالبحث :

المبحث الاول : دور الشعاب الصناعية في دعم استدامة مواقع الغوص الطبيعية.

المبحث الثاني : معايير الملائمة المكانية لترشيح مواقع الإغراق بمنطقة الغردقة.

مقدمة :

حماية الموارد البحرية وإدارتها على نحو مستدام يعد مطلب أساسي وهدف من اهداف التنمية المستدامة المعلنة من جانب الأمم المتحدة ؛ لتجنب حدوث آثار سلبية كبيرة وتعزيز قدرتها على الصمود (الموقع الرقمي للأمم المتحدة : https://www.un.org/sustainabledevelopment/ar/oceans) ، كما يعد نشاط الغوص الترفيهي *(SCUBA)* أبرز الأنشطة البشرية المسؤولة عن إتلاف الشعاب المرجانية وتعرضها للخطر في كثير من مناطق العالم ؛ نتيجة للاحتكاك المباشر والسلوكيات الغير مسئولة من قبل الغواصين ، وهو ما يترتب عليه خسارة اقتصادية وبيئية فادحة ، خاصة في ظل وجود نحو ٩ مليون شخص حول العالم من ممارسي الغوص ، فوفقاً لبيانات منظمة السياحة العالمية لعام ٢٠١٩ بلغ عدد السياح حول العالم نحو ١.٥ مليار سائح ، وحسب تصنيف الصندوق العالمي للطبيعة *(WWF)* تعد المناطق الساحلية مقصد لنحو ١.٢ مليار سائح او ما يعادل ٨٠% من عدد السياح حول العالم ، حيث ممارسة رياضة الغوص واكتشاف أعماق البحار التي تعج قيعانها بأنواع لا حصر لها من الكائنات البحرية النادرة وأعداد ضخمة من حطام السفن التي انتهى الأمر بها الى القاع ؛ نتيجة تعرضها للعواصف أو القصف اثناء الحروب أو لحوادث مؤسفة على متنها مثل الحرائق أو الانفجارات أو الأخطاء الملاحية ، فضلاً عن المزيد من السفن والمعدات التي يتم اغراقها الآن عمداً بهدف إنشاء شعاب مرجانية اصطناعية (*Artificial reef*) لتعظيم المنفعة الاقتصادية ودعم استدامة النظم البيئية البحرية ، خاصة بيئة الشعاب المرجانية التي تواجه زيادة

غير مسبوقة من المخاطر والتهديدات ، التي ترتب عليها تدهور سريع للعديد من الموائل المرجانية بالعالم خاصة بالمناطق التي تنتشر بها سياحة الغوص الترفيهي (*Scuba-diving tourism*) بشكل كثيف (*Zakai, D., Chadwick-Furman, N.E., 2002*) .

المبحث الأول

(دور الشعاب الصناعية في دعم استدامة مواقع الغوص الطبيعية)

تعد بيئة الشعاب المرجانية من اهم النظم الحيوية الداعمة للحياة على كوكب الأرض ، كما انها مقصد لهواه الغطس فهي تلعب دوراً حيوياً في تشكيل خريطة السياحية العالمية ، حيث قدر عام ٢٠١٧ بان نحو ٣٠٪ من الشعاب المرجانية حول العالم لها قيمة في قطاع السياحة ، بقيمة إجمالية قدرت بحوالي ٣٦ مليار دولار أمريكي ، وهى تمثل أكثر من ٩٪ من قيمة السياحة الشاطئية بمناطق توزيع الشعاب المرجانية بالعالم (*Spalding, M., et al., 2017*) .

من جانب اخر فقد شهدت الآونة الأخيرة اهتماماً كبيراً بالآثار الجانبية السلبية التي لحقت بكثير من الموارد الطبيعية والتي صاحبت عمليات التنمية السياحية ، وهو ما دفع إلى الترويج لما يسمى الان السياحة المستدامة (*Sustainable Tourism*)، والتي عرفتها منظمة السياحة العالمية (*WTO*) على أنها" السياحة التي تلبي احتياجات السائحين الحاليين دون تدهور للأقاليم المستضيفة لهم مع حماية الفرص المتاحة في المستقبل وتعزيزها بتلك الأقاليم، مما يتطلب إدارة مستدامة لكافة الموارد بطريقة تسمح بتحقيق المنافع والاحتياجات الاقتصادية

والاجتماعية والبيئية مع الحفاظ على التكامل الثقافي والعمليات الإيكولوجية الهامة والتنوع الحيوي ونظم دعم الحياة (منظمة السياحة العالمية ، ٢٠٠٤) ، لذا تعد السياحة المستدامة ، منهج وأسلوب تقوم عليه العديد من مؤسسات السياحة العالمية ، واصبح تحقيقها رهن الطاقة الاستيعابية للموارد البيئية وقدرتها على تحمل الأنشطة السياحية .

تتباين العوامل التي تؤثر بالسلب على بيئة الشعاب المرجانية بمحافظة البحر الأحمر ، فهناك عوامل طبيعية تتمثل في تغير درجة الحرارة ونسبة الملوحة والترسيب وغيرها ، إلا أنها في كثير من الأحيان تكون نتيجة غير مباشر للأنشطة البشرية ، وفى الغالب تتكيف الشعاب المرجانية مع تلك الظروف وتعيد بناء نفسها ، أما العوامل البشرية ذات الأثر المباشر والمتمثلة في الأنشطة التنموية غير المستدامة والممارسات الخاطئة ، فهي الأشد تأثيرا وخطورة على بيئة الشعاب المرجانية ، حيث يقدر أن نحو ٤٠% من مواقع الغطس بمحافظة البحر الأحمر فقدت نحو ٣٠% من الغطاء المرجاني بالشعاب الصلبة (*Jameson, S.C. ,et al ,1997*).

يظهر الأثر التدميري في موت الشعاب المرجانية المستدل عليه من فقد الشعاب المرجانية لألوانها الزاهية وهو ما يعرف بظاهرة ابيضاض الشعاب ، أو عن طريق التدمير المباشر بتكسير التكوينات المرجانية ، لذا تتناسب نسبة المرجان الحي عكسياً مع كثافة حركة العائمات والأنشطة البشرية مما يهدد ويفوق الطاقة الاستيعابية لموقع الغطس *(divers carrying capacity)* التي تعرف بأنها " الحد الأقصى لعدد السائحين أو الغطاسين الذي يمكن لموقع الغطس استقباله سنويا دون التأثير السلبى على النظام الايكولوجي" ، وبالتالي ضمان استمرار القدرة على العطاء .

تختلف الطاقة الاستيعابية حسب مساحة التكوينات الطبيعية ومساحة الدمار التي لحقت به ، وقدرة الموقع على تجديد نفسه إلى جانب كفائه الغطاسين ونظام إدارة الموقع (خليل ، خليل ٢٠١٤ ، ص ٢٤٧ – ٢٤٨) ، وقد قدرت بعض الدراسات التي اجريت على مواقع الغطس بقطاع الغردقة عدد الخدوش التي يحدثها الغطاس في تكوينات الشعاب المرجانية بنحو (٠,٨٧ – ١,٣٧ خدش/ غطاس / ١٠ دقائق) ، وفى حالة قيام الغطاس بغطستين يومياً يقدر عدد الإصابات التي يلحقها الغطاس بالشعاب المرجانية نتيجة الارتطام أو الوقوف عليها والتمسك بها ..الخ بنحو (٧,٨– ١٢,٣ إصابة / غطاس / يوم) *(Serour, R. K.,2004,p.63)* ، وفى حالة التطبيق على عام ٢٠١٠ الذى يمثل ذروة النشاط السياحي فقد وصل إجمالي رحلات السفاري البحرية والاسنوركلينج والغطس بمحافظة البحر الأحمر إلى (٣ مليون رحلة) ، وهو ما أشار الى احتماليه حدوث نحو (٢٣.٤ – ٣٦.٩ مليون) إصابة للشعاب المرجانية خلال هذا العام فقط .

تستقبل بعض مواقع الغطس بالغردقة مثل موقع (قطع أبو رمادا ، الجفتون الصغرى، الفانوس، أشطة) ما يقدر بنحو (١٥٠ ألف /غطاس/ سنويا) في حين قدرت الطاقة الاستيعابية لها بنحو (١٣–١٤ ألف غطاس/موقع الغطس/ سنويا)، وبذلك تعد تلك المواقع من أعلى معدلات الغوص على الحيود المرجانيه في العالم (*جمعية الغوص بمدينة الغردقة ،٢٠١١)*، لذا تشير بعض التقارير العلمية إلى أن الشعاب المرجانية بمنطقة الغردقة تعانى من حاله تدهور وصل في بعضها إلى الحدود الحرجة؛ نتيجة الضغط الشديد بالإفراط في الأنشطة البحرية، وهو ما دفع بعض الباحثين الى التحذير منذ فترات طويلة إلى اهمية الالتزام بقواعد الإدارة والتنمية المستدامة والا قد تصل بعض تلك المناطق إلى مرحلة التدمير الكامل خلال فترة قدرت ما بين٣٠–٥٠ عام(*Hawkins, J.P. and Roberts.,C.M.,1994,pp.503-508*)، وهو ما ينذر بضياع أجزاء كبيرة من الحيود المرجانية التي تعد اهم عوامل الجذب السياحي والعمود الفقري لصناعة

الغوص بالبحر الأحمر(*Jameson et al., 1999*) ، ما يهدد الاستثمارات في هذا القطاع ، يتعارض مع القوانين الوطنية ، مواثيق واتفاقيات حماية البيئة ، الأمر الذي يتطلب استراتيجيات فعالة للحد من الاثار السلبية للغوص وتخفيف الضغط على تكوينات الشعاب المرجانية والحد من المخاطر المتعلقة بالسياحة البحرية لتعزيز الاستدامة في هذا القطاع الهام (*Green Fins , 2019*) .

لذا يعد انشاء حيود مرجانية صناعية بديلاً مثالياً واحد الأساليب الفعالة التي تستهدف استدامة مواقع الغوص وحماية تكوينات الشعاب المرجانية بتخفيف الضغط عليها والحيلولة دون تدهورها في ظل تنامى الطلب العالمي على سياحة الغوص (*Treeck, Schuhmacher, 1999*) ، وقد قامت الشبكة الأوروبية للباحثين بتعريف الشعاب المرجانية الاصطناعية (*Artificial reef*) على أنها "هياكل موضوعة على قاع البحر بقصد محاكاة بعض خصائص الشعاب الطبيعية " (*Pickering et al., 1998; Jensen, 1997*) ، فمواقع الغوص الصناعية او ما يعرف بمواقع الغوص على حطام السفن *(artificial wreck diving sites)* عبارة عن مواقع غوص تم انشائها بشكل مخطط من خلال عملية الإغراق المتعمد والمخطط للسفن القديمة او المعدات العسكرية والطائرات ...الخ ، لدعم استدامة مواقع الغوص وتحقيق عدد من الأهداف أهمها:

- توفير وجهات جديدة ومثيرة لرواد الغوص السياحي، وتحويلها لمواقع غطس ومزارات قائمة بذاتها .
- تخفيف الضغط عن مواقع الغطس الطبيعية وإتاحة الفرصة المناسبة لنمو الشعاب المرجانية بها من جديد (*Nichols, 2013; Barker, Roberts, 2004*).
- توفير مواقع تدريب للغواصين المبتدئين لتجنب التأثير السلبى البيئي وتخفيف الضرر المحتمل على الحيود المرجانية الطبيعية .

- دعم تجارب البحث العلمي ودراسات الرصد البيئى لتطوير تكنولوجيا فعالة لبناء الشعاب الاصطناعية.

وعلى الرغم من التكلفة المرتفعة لتجهيز مواقع الغوص الصناعية ، حيث يتراوح متوسط تكلفة تجهيز واغراق سفينة واحدة لتحويلها الى موقع غوص صناعي من ٤٦ الف دولار إلى ٢مليون دولار حسب حجم السفينة ، لكن الحكومات والادارات المحلية ومنظمات المجتمع المدني الغير هادفة للربح تسعى في كثير من مناطق العالم لتمويل مثل هذه المشاريع ، باعتبارها فرصة لتعزيز التنمية السياحية المستدامة ،كونها احد اشكال الاستثمار التي تحقق عائدات كبيرة يستفيد منها الاقتصاد المحلي مستقبلاً *(Pendleton, 2005; Hess et al., 2001)* وهو ما تأكد بشكل واضح من خلال عدد من التجارب على المستوى العالمي والإقليمي.

- **ابرز التجارب على المستوى العالمي :**

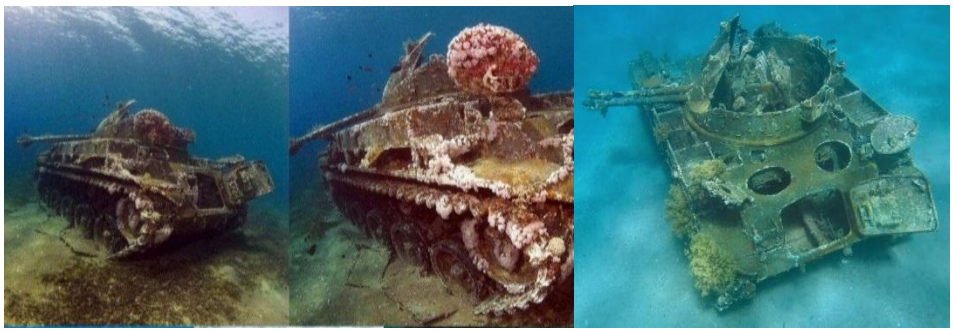
شهد القرن الخامس عشر أولى محاولات تدشين شعاب صناعية باستخدام الصخور لخلق مستعمرات وموائل للأسماك والكائنات الحية الأخرى وزيادة كثافتها، كما عرفها اليابانيين منذ عام ١٦٠٠ *(Riggio et al., 2000)*، لدعم نظم البيئية البحرية وتنمية الثروة السمكية، الا ان الكثير من دول العالم اهتمت حديثاً بعمليات الإغراق المتعمد للمراكب والسفن القديمة والسيارات والتماثيل بل والمركبات العسكرية والطائرات وغيرها لخلق مواقع غوص صناعية، وقد كانت الولايات المتحدة الامريكية سباقة في هذا المجال بأنشاء أكبر الحيود المرجانية على شواطئ ولايتي كاليفورنيا وكارولينا، فعلى مسافات شاسعة بطول شواطئ الولايتين مثلت المعدات العسكرية القديمة (دبابات –سيارات– طائرات) الجزء الأساسي لتكوين الحيود المرجانية بغرض زيادة وتنمية الثروة السمكية وتنشيط

سياحة الغطس بالمنطقة ، وقد تم تطبيق نفس النهج في استراليا وتايلاند ، فعلى سبيل المثال حطام السفينة (SS Yongala) الواقع بالقرب من الحاجز المرجاني العظيم في كوينزلاند باستراليا ، والمصنف كأحد أفضل الشعاب المرجانية الاصطناعية في العالم حيث يلعب دوراً رئيسيا في دعم صناعة سياحة الغوص ودعم الاقتصاد المحلي ، حيث تشير التقديرات إلى أن هذا حطام يدر سنويًا مليون دولار أسترالي كدخل مباشر من رسوم الزيارات التي يتم تنظيمها للموقع ، دون احتساب الأرباح الغير مباشرة التي تحققها مراكز تأجير معدات الغوص ، وشركات الطيران ، خدمات الإقامة والمطاعم التي تعتمد على تشغيل هذه المواقع (Edney ., 2006) ، بل إن هناك العديد من الدول مثل انجلترا التي تخلو من الحيود المرجانية الصالحة للغوص استخدمت المراكب الغارقة منذ الحرب العالمية الثانية كمواقع غوص تدر ملايين الدولارات على خزينة الدولة سنويا .

- **ابرز التجارب الاقليمية بالبحر الاحمر:**

على المستوى الإقليمي تعد المملكة الاردنية صاحبة الريادة بأكبر عدد من تجارب الاغراق المتعمد للمعدات ، بهدف إنشاء حيود بحرية صناعية لنمو الحياة البحرية والشعاب المرجانية ، وتعزيز رياضة الغوص في خليج العقبة في محاولة لإضفاء نوع من التنوع والاثراء على المنطقة الساحلية ؛ وذلك نظراً لقصر الساحل الأردني على خليج العقبة بالبحر الأحمر(الموقع الرقمي *وزارة السياحة الاردنية* https://mota.gov.jo/Default/Ar) ، وكانت اولى التجارب عام ١٩٨٥ بإغراق حطام سفينة الشحن اللبنانية (Cedar Pride) كموقع شعاب مرجانية اصطناعية على عمق حوالي ٢٨ مترًا .

في عام ١٩٩٧ تم إغراق البارجة (*Tarmac Five*) إلى الجنوب الغربي من سيدار ، وهذا الحطام الآن مغطى جيدًا بالحياة البحرية بجوار قارب محلي صغير كان قد غرق بالفعل قبل إغراق البارجة ، في عام ١٩٩٩ تم إغراق الحطام المعروف باسم "الدبابة" وهو مركبة مضادة للطائرات من طراز" *M42*" ، كمشروع بيئي آخر للشعاب المرجانية الاصطناعية على عمق يبلغ ٦ أمتار فقط وعلى بعد ٢٠ مترًا فقط من الشاطئ ليسهل الوصول إليه مما يجعله موقعًا للتدريب على الغوص للمبتدئين والسباحين .



شكل (١) صور لموقع غوص لحطام المعروف باسم " الدبابة " الذى تم إغراقه عام ١٩٩٩.

المصدر : المملكة الاردنية الهاشمية ، الموقع الرسمي لسلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة

وفى نفس عام ١٩٩٩ قامت منتزه العقبة البحري بإغراق مركبتين من طراز *M42*المضادة للطائرات ، واحدة في منطقة الميناء الشمالي لرصدها من القوارب ذات القاعدة الزجاجية ، والأخرى على الشاطئ الجنوبي بالقرب من موقع الغوص *Seven Sisters* ، وكلاهما على بعد ٥-٦ أمتار وهو عمق مناسب للغطس من قبل الغواصين المبتدئين ، في نفس العام ١٩٩٩ تم إغراق بارجة كبيرة بالقرب من موقع غوص الحدائق اليابانية ، على عمق ٣٥ مترًا ، يمكن

الوصول إليها للغواصين الحاصلين على شهادات متقدمة ، في نوفمبر ٢٠١٧ ، تم إغراق طائرة *(C130 Hercules)* على عمق ١٨ مترًا بالقرب من الخزان لتصبح موقعًا شهيرًا للغوص من قبل المبتدئين من الزائرين والسكان المحليين ، في يوليو ٢٠١٩ تم تدشين أول متحف عسكري تحت الماء بإغراق نحو ١٩ قطعة حربية قديمة تضم دبابات وناقلات جنود وطائرات ، حيث تم إغراق ٨ قطع على عمق يتراوح ما بين ١٥ و٢٠ مترا، وتوجد ١١ قطعة أخرى على أعماق تتراوح بين ٢٠ إلى ٢٨ مترًا ، وفى أغسطس ٢٠١٩ أغرقت سلطة منطقة العقبة الاقتصادية بالأردن طائرة تجارية من طراز ترايستار في اعماق خليج العقبة لتنضم الى المتحف العسكري.

شكل(٢) صور لتجربة اغرق طائرة النقل 'C-130 'Hercules وبعض المعدات العسكرية.

المصدر : المملكة الاردنية الهاشمية ، الموقع الرسمي لسلطة منطقة العقبة الاقتصادية الخاصة

https://aseza.jo/DetailsPage/ASEZA_AR/NewsDetailsAR.aspx?ID=178

في نفس السياق قام الكيان الصهيوني بعدد من تجارب الإغراق للمعدات بهدف انشاء مواقع غوص صناعية ، حيث تم نشر ما لا يقل عن ٧ شعاب مرجانية

اصطناعية في المياه الساحلية لإيلات كان اخرها تجربة اغرقت سفينة الصيد (Gal Oz) في نوفمبر ٢٠١٧ ، ويقدر معدل الغطس في منطقة الشعاب المرجانية في إيلات بنحو ٣٥٠.٠٠٠ غطسه سنويًا ، حيث قدر أن أكثر من ثلث إجمالي عمليات الغطس تتم في الشعاب المرجانية الاصطناعية في إيلات *(Jenny Tynyakov et al , 2017)* .

- **التجارب المحلية (جمهورية مصر العربية) :**

تقتصر تجارب إغراق الحطام لتدشين موقع غطس اصطناعي بجمهورية مصر العربية على تجربة واحدة في ٧ نوفمبر عام ٢٠٠٤ ، وهى اغراق السفينة هبه الله التي بلغ طولها ٤٤.٥ مترًا وعرضها ٨.٥ مترًا بين جزيرة الجفتون وأبو رمادا في منطقة عروق الجفتون (*جمعية الغوص بمدينة الغردقة*) ، لتخفيف الضغط عن بعض مواقع الغوص بالمنطقة ، فقامت جمعية غوص البحر الأحمر بالتعاون مع البحرية المصرية ومحافظة البحر الأحمر بالترتيبات لإغراقها ، ولكن نتيجة عدم توافر دراسة خاصة باختيار موقع الإغراق الملائم حدث خطاء لينتهي بها الأمر للاستقرار بالقاع على عمق ٤٦ مترًا ، وهو ما أدى الى فشل التجربة نتيجة تعدى العمق المسموح به في فئة الغوص الترفيهي والمحدد بحد اقصى (٤٢م) ، وجارى حالياً اثناء كتابة هذه الورقة البحثية التفكير في إعادة المحاولة مره أخرى بإغراق عدد من القطع العسكرية امام سواحل الغردقة برعاية جمعية المحافظة على البيئة هيبكا ومحافظة البحر الاحمر (*جمعية المحافظة على البيئة هيبكا*)، لذا أتطلع أن يصل هذا البحث الى ترشيح انسب المواقع لعملية الإغراق من خلال تطبيق معايير الملائمة المكانية .

المبحث الثاني

(معايير الملائمة المكانية لترشيح مواقع الإغراق بمنطقة الغردقة)

تعتمد الملائمة المكانية لتحديد المواقع المرشحة لإغراق المعدات بهدف إنشاء مواقع غوص صناعية على عدد من المعايير (اقصائية – انتقائية – تصنيفية) ، وتشكل هذه المعايير بصبغاتها المختلفة حزمتين من معايير الملائمة المكانية ، تستهدف الحزمة الأولى الملائمة المكانية الافقية للمواقع المرشحة بناء على محددات الموقع النسبي ، وتستهدف حزمة المعايير الثانية الملائمة المكانية الراسية للمواقع المرشحة بناء على البعد الراسي (العمق) .

اولاً : معايير الملائمة المكانية للتوزيع الأفقي لمواقع الإغراق المقترحة .

١-توزيع تكوينات الشعاب المرجانية :

تعد أولى مستهدفات عملية اغراق المعدات هو انشاء حيود مرجانية اصطناعية (*artificial wreck diving sites*) لدعم بيئة الشعاب الطبيعية ، لذا يعد اقصاء او استبعاد مناطق تكوينات الشعاب المرجانية أولى المعايير لاختيار المواقع المناسبة لعملية اغراق الحطام ، وذلك كون الإغراق المباشر فوق الشعاب المرجانية الطبيعية من شانه الحاق ضرر بالغ بتكوينات الشعاب المرجانية الطبيعية ، فقد قامت إدارة المشروع الأوربي الممول لمشروع تنمية محميات جنوب سيناء بنهاية عام ١٩٨٠ بعمل دراسة تقييم علمي للأضرار الناجمة عن حوادث الشحط ، تم التوصل لصيغة معادلة التقييم عام ١٩٩٢ (خليل ، خليل ، ٢٠١٤ ، ص ٢٥١ – ٢٥٢) وتنص صيغة معادلة التقييم على أن:

قيمة الأضرار = (***A x LC x d x Rp x v***) حيث :

A = مساحة المنطقة المتضررة بالمتر المربع .

LC = النسبة المئوية للشعاب الحية.

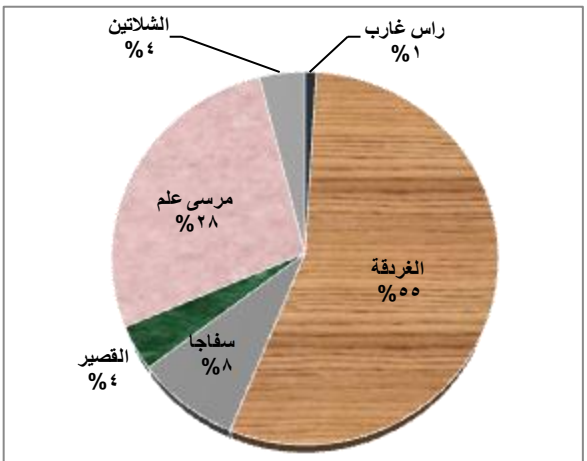
d = نسبة التدمير للشعاب الحية.

Rp = عدد السنوات اللازمة لإعادة تأهيل المنطقة.

v = قيمة ١م٢ من الشعاب وقد قدرت في حينها بنحو ١٢٠دولار.

كما اقترح فريق البحث أيضا خصم ١٠% من قيمة الاضرار بالمناطق الأكثر عرضة للتدمير الطبيعي ، منذ عام ١٩٩٢ أصبحت هذه المعايير مطبقة على كل المناطق المحمية ، وأصبحت معتمدة من قبل الهيئات التشريعية ومعروفة لدى أصحاب السفن وشركات التامين .

وتقدر مساحة مسطحات الشعاب المرجانية بخط ساحل محافظة البحر الأحمر بنحو (٦٣٠كم٢) تستأثر منطقة الدراسة بقطاع الغردقة بنحو ٤٥% من إجمالي المساحة بنحو (٢٥٢كم٢) على الرغم من صغر الواجهة البحرية التي تبلغ نحو ١٠٦كم ، ويرجع ذلك إلى كثافة عدد الجزر إلى جانب تباعد خطوط الأعماق عن خط الساحل (المرجع السابق ، ص٢٥٤) ، حيث تتمتع منطقة الغردقة بضحالة خطوط الأعماق بالقرب من الشاطئ واتساع الرف القاري (محسوب ، محمد صبري ،١٩٩٠ ، ص٨٢) وهو ما وفر قاعدة صخرية صلبة وملساء يتمكن المرجان من الالتصاق بها والنمو عليها لتكوين مستعمرات جديدة .



شكل رقم (٣) : توزيع مساحات مسطح الشعاب المرجانية على مستوى القطاعات الادارية

٢ـ محددات التوزيع الأفقي لتواجد ونمو المرجان .

يتقيد توزيع الكثير من الكائنات الحية بمناطق جغرافية تتمتع بخصائص طبيعية ملائمه لتواجدها ، والشعاب المرجانية المصنفة بانها نظام ايكولوجية هش في حالة توازن دقيق مع الطبيعة *(Ali & Hamed, 2006, P. 117)* ، ارتبط توزيعها بعدد من القيود التي حدت بقدر كبير مساحة انتشارها وتوزيعها الأفقي التي لا تتجاوز ٠.٢ % فقط من قيعان بحار ومحيطات العالم ، ولكى يتحول الحطام بمرور الوقت لمستعمرة شعاب مرجانية يجب ان يراعى توافر الظروف البيئية المناسبة لتكوين مستعمرات مرجانية جديدة بموقع الإغراق والتي تتمثل في :

أ) الية التكاثر وفرص تكوين مستعمرات جديدة :

إذا كان استبعاد مناطق توزيع الشعاب المرجانية أولى معايير اختيار المواقع المناسبة لعملية اغراق الحطام فإنه وتبعاً لألية نمو وتكاثر مستعمرات المرجانية يجب ان يراعى ان تكون المناطق المختارة على مقربة من مناطق توزيع الشعاب المرجانية ، حتى تتهيأ وتتعاظم فرصة استقبال الحطام ليرقات المرجان القادمة من اقرب مستعمرات مرجانية واستقرارها على الحطام .

فالشعاب المرجانية تختلف في طبيعة النمو والتكاثر ؛ فبعض الفصائل ينمو بمعدل (٥–٢٥ مم/ سنة) ، في حين يصل معدل النمو بفصائل أخرى إلى (٢٠ سم/ سنة) ، وتختلف عملية التكاثر حسب الفصيلة ؛ فهناك فصائل الخنثى التي تتكاثر لا جنسيا حيث ينقسم الحيوان انقسام ثنائي بسيط لتتكون المستعمرات المرجانية ، وهناك فصائل أحادية النوع تتكاثر جنسيًّا ، وفي أغلب الفصائل يتم إطلاق البويضات والحيوانات المنوية منفصلة للماء في نفس الليلة مرة كل عام

*، وبعد مرور ٣- ١٥ يوم تطفو هذه المقذوفات إلى الطبقات السطحية للماء لتتم عملية الإخصاب وتتكون يرقة تسمى بلانيولا يتراوح قطرها (٣-٥ مم) مغطاة بشعيرات قصيرة تساعدها على الطفو لتبقى أيامًا أو أسابيع فتقوم التيارات المائية بنقل وتوزيع هذه اليرقات (أبو زيد ، محمد محمود ، ١٩٩٩، ص٦) ، ثم تهبط إلى القاع لتلتصق بأي سطح صلب املس مناسب فتتحول إلى بولب ، وفي هذه المرحلة يبدأ البولب في التكاثر اللاجنسي ، مكوّنًا بوالب مطابقة له تمامًا يلتصق بعضها ببعض، فتكوّن في النهاية مستعمرة مرجانية ، لذا فمن شان اختيار موقع اغراق الحطام على مقربة من مستعمرات المرجان الطبيعية مضاعفة فرص استقبال سطح الحطام كسطح صلب املس مناسب لالتصاق يرقات المرجانية وتكوين مستعمرات جديدة بمرور الوقت.

ب) الظروف الملائمة لنمو المرجان :

- **درجة الحرارة** : تحتاج المرجانيات إلى درجة حرارة مرتفعة نسبياً تتراوح بين ١٨° م و٣٠°م ، وهذا ما يفسر تواجدها بين خطى طول ٣٠° شمالاً و٣٠° جنوباً ، وتتجانس درجة الحرارة بمنطقة الدراسة فيما عدا بعض المواضع على طول خط الساحل نتيجة التلوث الحرارى الناجم عن محطات التحلية المنتشرة بالقرى السياحية على خط الساحل ، والتي يصل عددها إلى نحو (٧٢محطة) ،

* كان المعتقد أن التكاثر والتبويض لا يحدثان إلا في مناطق الشعاب المرجانية الاستوائية فقط ، وأن المحيط الهندي هو مصدر ليرقات المرجان المنقولة للبحر الأحمر بواسطة التيارات البحرية (محسوب ، محمد صبري ،١٩٩٠ ، ص٨٢) ، ولكن اثبتت احدى الدراسات العلمية عام ٢٠٠٨ أن التكاثر الجنسي للمرجان يحدث لنحو ١٢ نوعا من المرجان المتواجدة بالبحر الأحمر المصري ويرتبط الحدث بالليالي مكتملة القمر ، ولا شك أن هذه الدراسة تساعد في إعداد خطط إعادة تأهيل الشعاب المرجانية التي تأثرت بالتنمية غير المستدامة ببعض مناطق الغطس .

ويرتبط التلوث الحرارى بمحطات التحلية التي تعمل بنظام التناضح العكسي ، فكلما ارتفعت درجة الحرارة كلما ارتفعت القدرة على حجز الملح (النجعاوى ، احمد فؤاد ، ٢٠٠٠ ، ص٢٤٣) ، وهو ما تم تلافيه بتطبيق معيار استبعاد ٢ كم من خط الشاطئ.

- **درجة الملوحة:** تعد احد العوامل المحددة لتواجد المرجان ، فالمرجانيات تتواجد في درجة ملوحة تتراوح بين (٣٢ –٤٠ وحدة ملوحة عمليةPSU) ، بالرغم من وجود شعاب مرجانية تنمو أيضاً في ظروف شاذه من الملوحة العالية أو المنخفضة، ولعل الامر الأكثر أهمية من متوسط تركيزات الملوحة هو الانخفاضات المفاجئة في درجة الملوحة نتيجة لدخول كميات كبيرة من المياه العذبة بواسطة مصبات الأنهار والاودية الجافة أو الأمطار الغزيرة ، فانخفاض درجة الملوحة يعتبر عاملاً لاختفاء تجمعات الشعاب المرجانية أمام مصبات الاودية، وتعد درجة الملوحة من العوامل التي تم مراعاتها باستبعاد نطاق ٢كم من خط الشاطئ ضمن معايير الملائمة المكانية للبعد عن مصبات الاودية الجافة، وكذلك مواقع محطات التحلية المنتشرة بالقرى السياحية على خط الساحل، نتيجة ارتفاع تركيز درجة الملوحة بمياه الراجع التي تصرف إلى البحر.

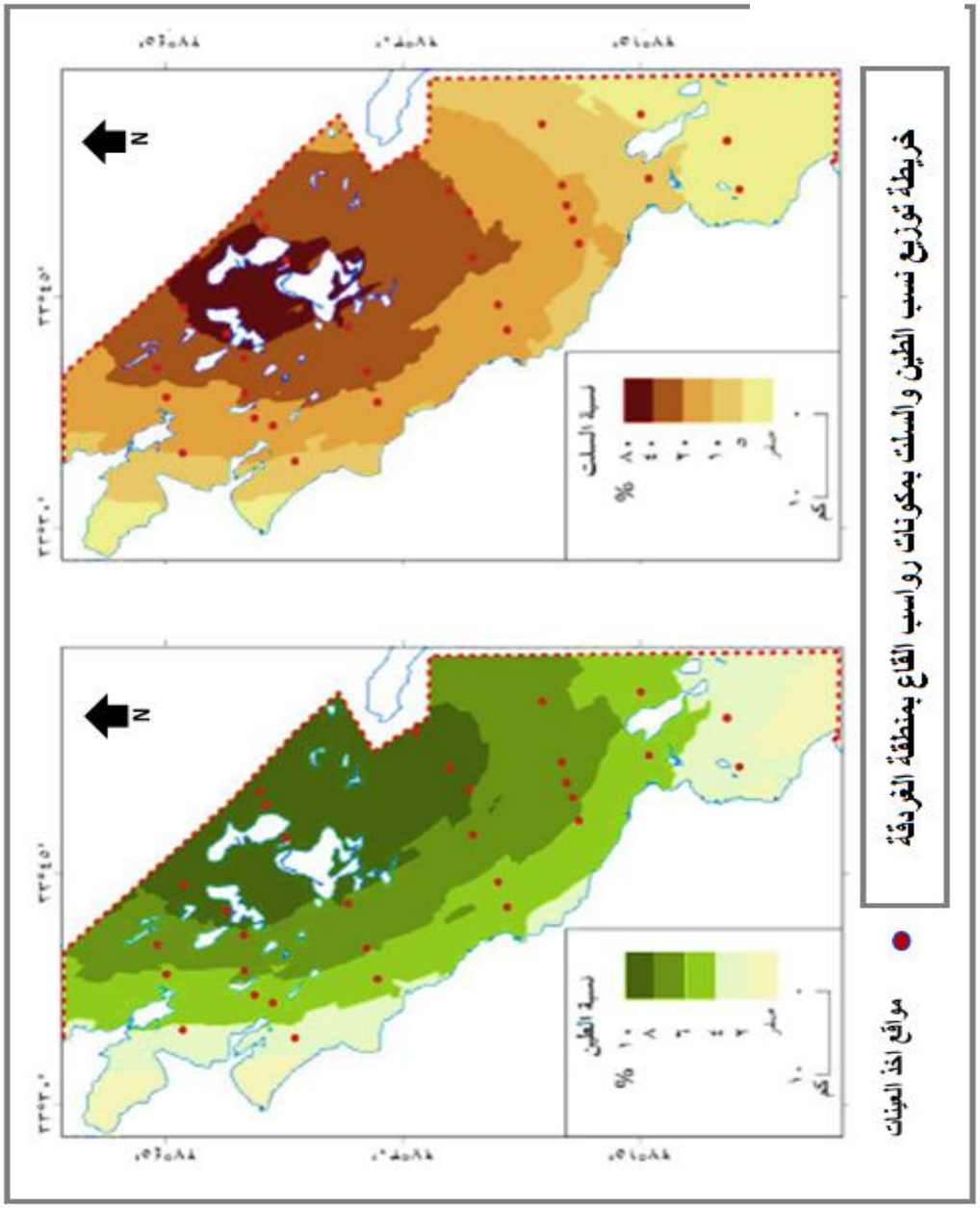
- **التيارات البحرية:** المسئولة عن توزيع يرقات المرجان على مسافات قصيرة إلى طويلة، كذلك يجب ان تتمتع المنطقة بقدر مناسب من التيارات لكنس الرواسب والحيلولة دون طمر يرقات المرجان والحطام ايضاً بالرواسب ، من ناحية أخرى فالتيارات القوية جداً يمكن أن تمنع استقرار والتصاق يرقات المرجان على سطح الحطام، كما يمكن للتيارات القوية ايضاً ان تعيق حركة الغواص بمنطقة

الحطام وتحد من إمكانية الاستمتاع بمشاهدة الحطام ، وتعد التيارات البحرية من العوامل التي تحتاج دراسات تفصيلية ومراجعه ميدانية على مستوى المناطق المرشحة للإغراق للتأكد من ملائمة المواقع .

- **درجة شفافية المياه:** يستخدم معدل المواد العالقة مؤشر على درجة العكارة او الشفافية، ولا يستطيع المرجان التأقلم والتعايش مع معدل مواد عالقة يزيد عن ٥ مليجرام / لتر، وقد وصل معدل المواد العالقة الى نحو ٨.١ مليجرام / لتر امام سواحل الغردقة نتيجة الرواسب الناجمة عن عمليات الردم بخط الشاطئ والاثراء الغذائي الناتج عن تسرب مياه الصرف الصحي الى البحر، وقد بلغت مساحة الردم بقطاع الغردقة نحو (٤,٨ مليون م٢) من مسطح الشعاب بين عامي ١٩٩٤ وعام ٢٠١٤ (خليل، خليل، ٢٠١٤، ص ٢٥٨) امتدت نواتجها الى مسافات بعيدة من الشاطئ *(Abdel Wahab, 2010, P. 267)* وتعد هذه الرواسب مستودعا تعيد التيارات توزيعها نحو الجنوب *(Mansour et al., 2000, P. 240)* وهو من المتغيرات التي اكدت على ضرورة استبعاد نطاق٢كم من خط الشاطئ.

٣- طبيعة رواسب القاع (صخري او رسوبي) .

يتغير حجم وطبيعة رواسب القاع بمنطقة الدراسة من حصى الى رمل خشن وناعم وطيني، ويبدو ان اعمال الردم التي تمت بخط الشاطئ كان لها دور كبير في تعديل نظام الترسيب وتغيير طبيعة رواسب القاع في كتير من المناطق، فزيادة نسبة الطين ببعض مناطق الدراسة يرجع الى ما جلبته الاودية من رواسب أرضية الى جانب اعمال الردم، وتعد طبيعة رواسب القاع من اهم معايير اختيار الموقع الملائم لعملية اغراق الحطام.



شكل رقم (٤) توزيع نسب الطين والسلت برواسب القاع بمنطقة الغردقة.

المصدر : رسمت الخريطة باستخدام برنامج Arc GIS 10.3 بالاعتماد على قيم مواقع العينات المأخوذة عن (*Ali et al ., 1987 ,p.154*)

ففي حال اغراق الحطام في منطقة رواسب طينية فأن ذلك سترتب عليه دفن جزء كبير من الحطام في رواسب القاع ، ومع مرور الوقت سيعلو الحطام طبقات من الرواسب والطمي التي تعمل على طمر الحطام مع مرور الوقت وبالتالي سيفقد الحطام الهدف من إغراقه ، من ناحية أخرى في حال اغراق الحطام في منطقة رواسب ناعمة وطين تترسب على سطح الحطام طبقة من الرواسب تمنع استقرار يرقات المرجان علي سطح الحطام وبالتالي تتلاشى احتمالية نمو مستعمرات المرجان على الحطام ، من ناحية أخرى فحركة الغواص حول حطام يتواجد بمنطقة رواسب ناعمة وطين تعمل على اثارة الرواسب واحداث عكارة بالمياه تتسبب في حجب الرؤية ، وبالتالي الحيلولة دون استمتاع الغواص بمشاهدة الحطام ، لذلك فطبيعة رواسب القاع احد اهم محددات اختيار موقع الإغراق للحطام ، لذا تم استبعاد المناطق التي تتمتع بنعومة الرواسب والتي يوضحها الشكل رقم (٤) ، فتم استبعاد مناطق رواسب القاع التي تحتوى على رواسب الطين بنسب تزيد عن ١٠% والسلت بنسب تزيد عن ٤٠% .

٤- البعد الجغرافي لموقع الغطس من نقاط الانطلاق على الشاطئ :

يتم احتساب الزمن الذى تستغرقه رحلة الغطس بداية من لحظة التحرك من نقطة الانطلاق على الشاطئ سواء كانت (مارينا – سقالة – ميناء) حتى العودة لنفس نقطة الانطلاق مرة اخرى ، وإجمالي الفترة الزمنية التي تستغرقها رحلة الغطس تصنف الى قطاعين زمنيين :

أ- **القطاع الزمنى الاول:** هو فترة التوقف بموقع الغطس للاستمتاع وهى الفترة المستهدفة من رحلة الغطس ، وهو المعيار الذى تتوقف عليه جودة الرحلة ،

فكلما زادت فترة البقاء بالموقع للاستمتاع بالغطس كلما زادت جودة الرحلة وقدرتها على جذب عدد اكبر من الرواد .

ب-**القطاع الزمنى الثاني** : هو الفترة المستقطعة من زمن الرحلة التي تستغرقها عملية الذهاب والاياب من نقطة الانطلاق الى موقع الغطس (زمن الوصول والعودة *) ، وهذه الفترة تتوقف على المسافة الفاصلة بين نقطة الانطلاق على الشاطئ وموقع الغطس ؛ فكلما كانت المسافة الفاصلة بين نقطة الانطلاق وموقع الغطس صغيرة كلما زاد نصيب فترة الاستمتاع بالموقع من إجمالي زمن الرحلة والعكس ، من ناحية اخرى كلما زادت المسافة كلما انعكس ذلك على زيادة تكاليف الانتقال وبالتالي سعر الرحلة ، وتتباين فترة زمن الوصول والعودة المناسبة وفترة الاستمتاع حسب طبيعة ومدة رحلات الغطس طبقاً للتصنيف التالي :

- **رحلات السفاري البحرية** : هى رحلات يتم تنظيمها لمواقع الغطس البعيدة والتي تستغرق بحد ادنى ٣ ايام ويمكن ان يستمتع السائح في هذا النوع من الرحلات بعدد ٣ غطسات يوميا ، وذلك حسب طبيعة وعمق منطقة الغطس كما سيرد الحديث عنه في تخطيط رحلة الغطس ، وقد وصل عدد اللنشات المصرح لها برحلات السفاري بالغردقة الى ١٤١ لنش بمحافظة البحر الاحمر بالكامل(مركز المعلومات بديوان محافظة البحر الاحمر ، ٢٠٢٠) .
- **رحلات اليوم الواحد المعروفة بالديلي:** هى رحلات يتم تنظيمها لمواقع الغطس القريبة ويصل مدة الرحلة ٨ ساعات في المتوسط، ويقدر الوقت المستغرق للوصول من نقطة الانطلاق الي مواقع الغطس نحو ساعة،

* يتم احتساب الفترة الزمنية الفاصلة بين نقطة الانطلاق والعودة بناء على متوسط سرعة المركب السياحي وتقدر بـ (١٢ عقدة / ساعة) ، او ما يعادل (٢١-٢٢ كم / ساعة) .

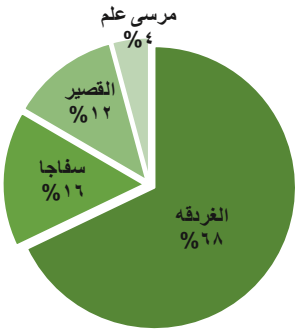
وتخرج هذه الرحلات في حدود الساعة ٨-٩ صباحاً وتعود في حدود الساعة ٤-٥ عصراً ، وخلال هذه الرحلة يمكن ان يستمتع السائح بعدد ٢ غطسه في المتوسط حسب طبيعة وعمق منطقة الغطس ، ويبلغ عدد لنشات الديلي المصرح لها بالقيام برحلات الديلي الى ٢٠٠٠ لنش بمحافظة البحر الاحمر بالكامل (مركز المعلومات بديوان محافظة البحر الاحمر ، ٢٠٢٠) .

- **رحلات نصف اليوم** : هى رحلات قصيرة يتم تنظيمها لزيارة والاستمتاع بمواقع الغطس القريبة جداً ، ويصل مدة الرحلة ٤ ساعات في المتوسط ، ويقدر الوقت المستغرق للوصول من نقطة الانطلاق الي مواقع الغطس نحو نصف ساعة ، وتخرج رحلات نصف اليوم في حدود الساعة ٨-٩ صباحاً وتعود في حدود الساعة ١٢-١ ظهراً ، وفى هذا النوع من الرحلات يجب أن لا يتعدى الزمن اللازم للوصل لموقع الغوص نصف ساعة من نقطة الانطلاق ، وخلال هذه الرحلة يمكن ان يستمتع السائح بغطسه واحدة فقط في المتوسط حسب طبيعة وعمق منطقة الغطس ، وتستخدم فيها اللنشات المصرح لها برحلات اليوم الواحد ايضاً .

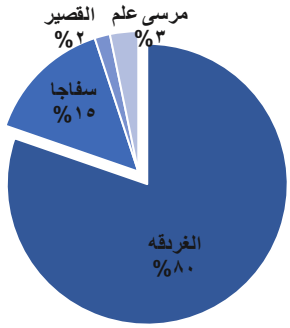
وطبقاً لمعيار البعد الجغرافي بين نقطة الانطلاق ومواقع الغطس فقد تم تحديد ثلاث مواقع مختارة للانطلاق ، الموقع الاول على بعد ٣٠كم شمال المدينة (مارينا الجونه) ، الموقع الثاني وسط المدينة (مارينا الغردقة السياحي) ، الموقع الثالث ويقع على بعد ٣٠كم جنوب المدينة (مارينا سهل حشيش) ، وذلك لتحديد النطاقات الزمنية لمواقع الاغراق المقترحة ومدى ملائمتها المكانية لكل نوع من الرحلات (سفاري – يومي – نصف يومي) حسب البعد الجغرافي عن كل نقطة من نقاط الانطلاق الثلاثة المختارة حسب الخريطة الموضحة بالشكل رقم (٩) .

٥ – مواقع الغوص الحالي :

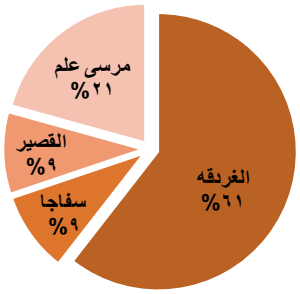
يعد تخفيف الضغط على مواقع الغوص الطبيعية المستهدف الرئيسي من تدشين مواقع غوص صناعية، فنشاط الغوص يعتمد بشكل مباشر على احد أكثر البيئات البحرية هشاشة وحساسية حيث الشعاب المرجانية، وحسب ما توضحه الاشكال رقم (٥، ٦، ٧) ففي عام ٢٠١٠ الذى شهد ذروة النشاط السياحة استوعبت مواقع الغوص بمنطقة الغردقة نحو ٩٢٤ الف رحلة غطس او ما يعادل ٦٨% من إجمالي رحلات الغطس بمحافظة البحر الأحمر في نفس العام، كما سجل القطاع نحو مليون رحلة سنوركل وهو ما يعادل نحو ٨٠.٣%من أجمالي رحلات



شكل رقم (٥) توزيع القائمين بالغطس على مستوى قطاعات المحافظة عام ٢٠١٠



شكل رقم (٦) توزيع القائمين بالاسنوركلينج على مستوى قطاعات المحافظة عام ٢٠١٠

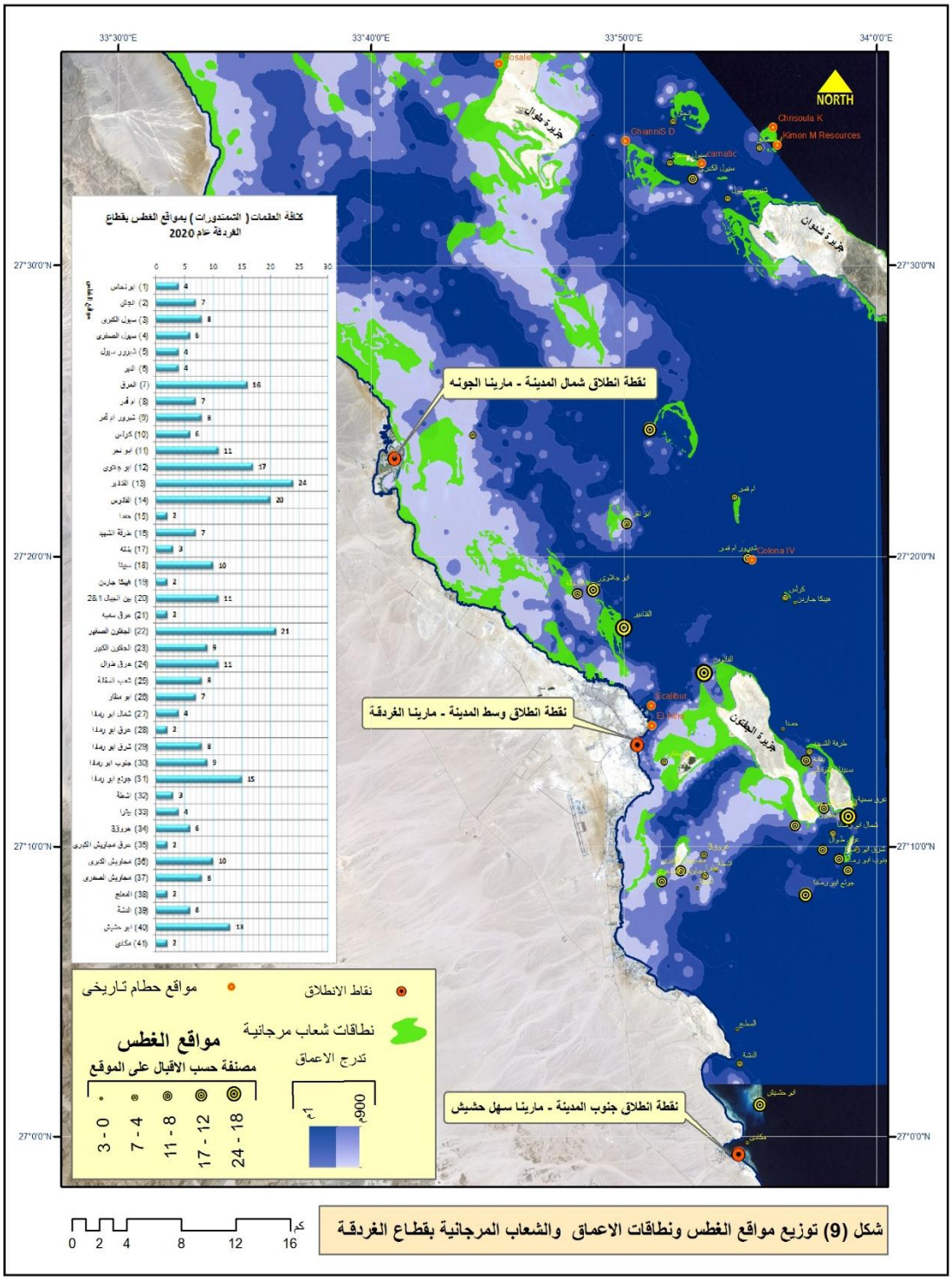


شكل رقم (٧) توزيع القائمين بالسفارى على مستوى قطاعات المحافظة عام ٢٠١٠

الاسنوركل في نفس العام، كما سجل القطاع ١٧٥ الف رحلة سفاري بحرية وهو ما يعادل ٦٠% من إجمالي رحلات السفاري المسجلة بالمحافظة خلال نفس العام .

ويضم قطاع الغردقة ٤١ موقع غطس تمثل نحو ٣٢% من إجمالي عدد مواقع الغطس بساحل محافظة البحر الاحمر والبالغ عددها نحو ١٢٥ موقع، وبالنظر للشكل رقم (٩)، نجد أن مواقع الغطس بالمنطقة والبالغ عددها نحو ٤١ موقع تتباين فيما بينها من حيث كثافة أعداد الممارسين لرياضة الغطس التي تستقبلها تلك المواقع والتي تم الاستدلال عليها من خلال تباين أعداد أنظمة الربط العائم (الشمندورات) التي يتناسب عددها في كل موقع وكثافة العائمات التي تتردد على الموقع والموضحة بالشكل رقم (٩) التي تظهر التوزيع المكاني لتلك المواقع، والتي يظهر من خلالها كثافة في توزيع مواقع الغطس بمنطقة جزيرة الجفتون الصغير والكبير .

ويستهدف معيار اختيار مواقع الغوص الصناعية تجنب الإغراق المباشر على مواقع الغوص الحالية لعدم الحاق أي ضرر بهذه المواقع، مع مراعاه مسافة مناسبة من موقع الغطس المستهدف دعمه وتخفيف الضغط عليه ، لذا فقد تم استبعاد نطاق٥٠٠م حول مواقع الغطس الحالية لتبتعد بذلك عملية الإغراق مسافة مناسبة لتجنب الحاق أي ضرر بمواقع الغطس الحالية ، كذلك يعتبر النطاق الممتد بين نطاق ٥٠٠م (المستبعد) حول مواقع الغطس و٣كم حولها افضل النطاقات المرشحة لتدشين مواقع غوص صناعية، ومن خلال هذا المؤشر ايضاً يمكن تصنيف هذه المواقع طبقاً لأولوية تخفيف الضغط عليها ودعم محيطها بمواقع غطس صناعي طبقاً لما تعانيه من ضغط وكثافة في نشاط الغطس.

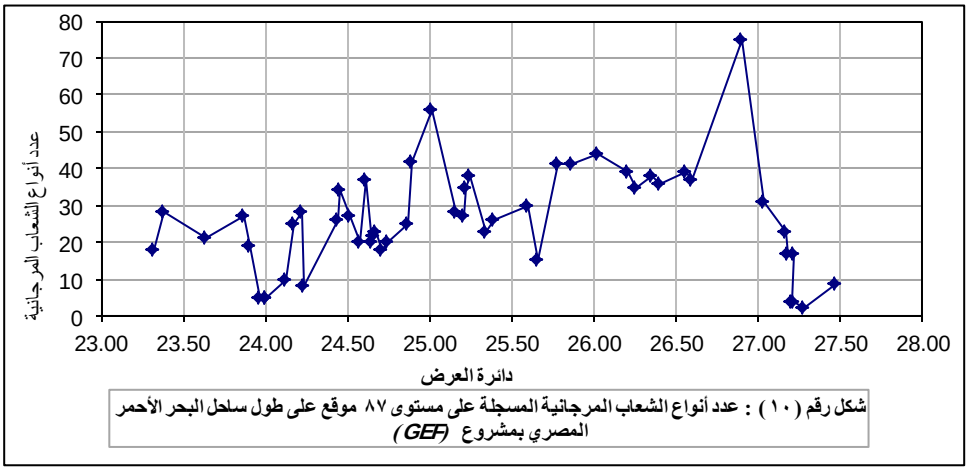


شكل (9) توزيع مواقع الغطس ونطاقات الاعماق والشعاب المرجانية بقطاع الغردقة

ثانياً : المعايير الحاكمة لملائمة عمق منطقة الإغراق .

١ –تباين معدل الكساء المرجاني حسب العمق :

سجلت الأبحاث الحديثة وجود نحو ٢٠٠ نوع من الشعاب المرجانية الصلبة ونحو ١٢٥ نوعا من الشعاب المرجانية اللينة بساحل البحر الأحمر، فى حين يتباين عدد أنواع المرجان المسجلة من منطقة إلي أخري ، فقد سجلت المنطقة الوسطي والشمالية من البحر الأحمر نحو ٢٥٠ نوع (*Devantier ,L. & N.J. Pilcher, 2000, p.45*) ، وقد أشارت نتائج مشروع (GEF) * بعد نحو ٨٧ رصده موزعة على ٤٩ منطقة تمتد من جنوب رأس بناس جنوباً وحتى شمال الغردقة شمالاً ، يشير الشكل رقم (١٠) إلى تباين معدل التنوع بتكوينات الشعاب المرجانية من موضع لأخر على امتداد ساحل البحر الأحمر ، مسجلاً أعلى



شكل رقم (١٠) : عدد أنواع الشعاب المرجانية المسجلة على مستوى ٨٧ موقع على طول ساحل البحر الأحمر المصري بمشروع (GEF)

مستوياته بمنطقة الدراسة أمام سواحل مدينة الغردقة حول دائرة عرض ٢٧ درجة شمالاً ، ويرجع ذلك الى توافر قدر جيد من الإضاءة لضحالة الأعماق بالمنطقة.

* مشروع ممول من مرفق البيئة العالمي (GEF) تحت مسمى مشروع إدارة الموارد الشاطئية والبحرية للبحر الأحمر .

فالضوء الذى يتوقف وصول كميات كافية منه على مقدار الاشعاع الشمسي القادم إلى سطح الماء وشفافية الماء هو المسئول الأول عن التوزيع الرأسي للمرجان * ، فشدة الإضاءة تنخفض بنسبة تتراوح من ٦٠ – ٨٠% على عمق ١٠م وتواصل الانخفاض تدريجياً بزيادة العمق (*Huston, M,1984*) ، وبالرغم من توافر فرصة لتواجد المرجانيات حتى عمق ٤٠–٦٠متراً (الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي ***NOAA*** *http://www.photolib.noaa.gov/reef*) ، الا ان كثافة وتنوع الكساء المرجاني القادر على جذب رحلات الغطس لا يتوافر بعد عمق ٢٥ متر ، لذا فتحرى العمق المناسب لنمو المرجان على الحطام بمعدل كساء مناسب (تنوع وكثافة المرجان بالوان زاهية) من أهم المعايير الحاكمة لاختيار العمق المناسب لعملية الإغراق.

٢ – عمق سطح الحطام :

من المعايير الحاكمة لاختيار العمق المناسب لعملية الإغراق عمق سطح الحطام من سطح البحر فيجب ان لا يعيق الحطام حركة الملاحة، وهذا البعد يتأثر بعمق القاع بمنطقة الإغراق من ناحية وارتفاع الحطام نفسة من ناحية أخرى، فإذا تم اغراق حطام بمنطقة عمق قاعها ٢٠م وكان ارتفاع الحطام ٨م على سبيل المثال فإن عمق سطح الحطام في هذه الحالة سيكون ١٢م، وحتى لا

* تتغذى البوالب المرجانية بطريقتين : إما عن طريق اصطياد ما يُعرف بالعوالق الحيوانية (zooplankton) وهى حيوانات غاية في الصغر طافية في مياه البحار – حيث تمد البوالب مجسّاتها لتصطاد تلك العوالق، ثم تضعها داخل فمها ليتم هضمها داخل المعدة، أو عن طريق طحلب أحادي الخلية يُسمى "زوزانثللي (zooxanthellae) ، يعيش داخل أنسجة البولب المرجاني، ويوفر له أكثر من ٩٨% من احتياجاته الغذائية ، ويعيش في كل بوصة مربعة من المرجان الملايين من هذه الطحالب وهي التي تعطي للشعاب المرجانية ألوانها الزاهية ، ويقوم هذا الطحلب الميكروسكوبي بعملية التمثيل الضوئي وتحويل ثاني أكسيد الكربون إلى أكسجين وكربوهيدرات باستخدام الطاقة الشمسية ، وبالتالي فإن الشعاب المرجانية لا تستطيع البقاء إلا في المياه الضحلة الصافية حيث يتوفر قدر مناسب من الضوء ، بالإضافة إلى أن هذه الطحالب توفر الطاقة اللازمة للبوالب المرجانية من أجل بناء هياكلها العظمية فإنها أيضا تقوم بمعالجة فضلاتها من أجل الاحتفاظ ببعض المواد الغذائية الهامة ، أما من ناحيتها فتوفر البوالب المرجانية للطحالب ثاني أكسيد الكربون ومكانًا آمنًا للحياة .

يعيق الحطام حركة الملاحة والحفاظ على سلامة الحطام نفسة من حركة العائمات، يجب تجنب مناطق الممرات الملاحية وان لا يقل عمق منطقة إغراق الحطام عن ١٠م ، وذلك بناء على متوسط غاطس العائمات الشائع استخدامها في الصيد والسياحة بالمنطقة بالإضافة لمعدل المد والجزر (متوسط المد ٠.٦ متر).

٣-معايير وإجراءات السلامة المنظمة لنشاط الغوص :

تخضع عملية الغطس لتطبيق عدد من القواعد وإجراءات السلامة المعتمدة دوليا لتحديد الحد الأقصى للأعماق المسموح بالغطس عليها ، وزمن المكوث تحت الماء المسموح به للغطس على كل عمق من الأعماق ، وذلك لحماية الممارسين للغوص من المضاعفات والمخاطر الناجمة عن اختلاف الضغط وتشبع الجسم بالنيتروجين* والتي يتحدد على أساسها تخطيط عملية الغطس ، بناء على العمق المسموح به للغطس ومدته الزمنية (فترة المشاهدة) ، وهو ما من شأنه أن يكون أحد أهم المعايير لتحديد المواضع الجغرافية ذات العمق الملائم لتنفيذ عملية إغراق الحطام ليتحقق الهدف المرجو منها ، وتتلخص تلك المعايير فيما يلى :

* إذا كان الضغط المطلق على سطح البحر حوالي واحد بار ، يكون الضغط تحت الماء أعلى مما هو على سطح الأرض بفعل عمود الماء فوق الغواص، فيزداد الضغط حوالي (واحد بار /١٠ أمتار) من العمق في مياه البحر المالح ، فيكون الضغط الواقع على الغواص في عمق عشرة أمتار (١٠م) تحت سطح الماء حوالى ٢ بار (واحد بار بفعل الغلاف الجوى بالإضافة إلى واحد بار بفعل عمق عشرة أمتار من الماء المالح) ، ويكون ثلاثة بار على عمق عشرون مترا. وهكذا ، مع ازدياد العمق يندفع الماء خلال النفق السمعي الخارجي للأذن ليصل إلى طبلة الأذن .

هناك حالة تعرف بشلل الغواص أو التحنّى (bends) أو تفقع الدم وتسمى أيضاً داء الغواص أو مرض تخفيف الضغط تحدث هذه الحالة عندما تتكون فقاعات غاز النيتروجين في الدم ، يكوّن النيتروجين أكثر من ثلاثة أرباع هواء التنفس الطبيعي للإنسان ، فحين يدخل الهواء المضغوط إلى رئة الغواص ومنه إلى مجرى الدم بباقي أنحاء الجسم ، يمتص جسم الغواص كمية كبيرة من النيتروجين المضغوط ويحتفظ به في كافة أنسجة الجسم والأعضاء. تزداد تلك الكمية باستمرار تنفس الغواص تحت الماء ، وتتضاعف كلما كان على عمق أكبر نظراً لتزايد الضغط خلال مدة الغوص ، تتراكم كميات النيتروجين المختزنة في جسم الغواص أكثر فأكثر مع مرور وقت الغوص ، يخرج النيتروجين الزائد المحبوس في جسم الغواص بوساطة الزفير أثناء صعود الغواص وتناقص الضغط وبالتالي تناقص كمية النيتروجين المضغوط الداخل إلى الرئة مع كل شهيق .

أ) الحد الأقصى للعمق الذى يسمح فيه بالغطس الترفيهي :

بناء على جداول الغوص الخاصة بـ (**PADI**)* التي تستند إلى جداول الغوص بالبحرية الأمريكية يحدد اقصى عمق يسمح فيه بممارسة الغوص الترفيهي لنحو ٤٢م فقط، وهو ما ترتب عليه وضع معيار حاكم بأقصاء واستبعاد النطاقات التي تجاوز عمق القاع بها ٤٢م، والا فقد الحطام الهدف منه واصبح غير صالح للغوص الترفيهي، وهوما حدث بتجربة اغراق السفينة هبة الله .

ب) معيار الحد الأقصى للعمق المسموح به للغوص الترفيهي للمبتدئين :

بناء على تعليمات مؤسسات الغوص المختلفة على مستوى العالم *** لا يسمح لغواص المياه المفتوحة (غواص مبتدئ) بالغوص لأعماق اكثر من ١٨م ، وبناء عليه يعتبر هذا العمق من المعايير الحاكمة لتصنيف المواقع المرشحة حال التخطيط لإغراق حطام يستهدف فئة الغواصين المبتدئين التي تمثل الغالبية العظمى من السائحين .

---

* (**PADI**) هي اختصاراً لـ *(Professional Association of Diving Instructors)* اتحاد مدربي الغوص المحترفين ، والبعض يدعوها (النقابة المهنية لمدربي الغوص)، هي أكبر منظمة لتدريب غوص السكوبا الترفيهي في العالم تأسست عام ١٩٦٦م ، وهي عضو في المجلس العالمي للتدريب الغوص الترفيهي (World Recreational Scuba Training Council)، استمدت بادي شهرتها لأنها أول اتحاد عالمي للغوص يفتح المجال أمام كل دارس لمواصلة التعلم في مجال الغوص حتى مستوى مدرب غوص وبغض النظر عن جنسيته أو مستواه الدراسي (بالعلم ان بعض الاتحادات العالمية لا تستطيع الحصول على درجة مدرب الا اذا كنت من نفس الجنسية) . و من أسباب نجاح بادي سهولة و تطور برامجها التعليمية . و تتميز برامج بادي التعليمية بدقة إجراءات السلامة المتبعة سواء أثناء التدريب أو في نشاطات الغوص المختلفة.

** الاتحادات والوكالات العالمية للغوص هي الوحيدة المخولة بإصدار رخص وشهادات الغوص في العالم ، لا تدرس دورات الغوص إلا عن طريق مدربين من هذه الاتحادات أو وكالات الغوص العالمية ، التي تضع متطلبات لكل دورة ومقاييس تدريب معينة وتعطي اسم معين لكل مستوى دورة ، هناك العديد من هذه الاتحادات أو الوكالات وأشهرها (**PADI**) أمريكية – ناوي أمريكية – البيزاك بريطانية – سماس فرنسية . وهناك أيضا العديد من الاتحادات الأوربية المختلفة من ألمانيا و إيطاليا وغيرها من الدول ، وتعتبر بادي (**PADI**) اشهر هذه الاتحادات ، وتصنف مستويات أو درجات الغوص في نظام بادي إلى دورة (غواص مياه مفتوحة (غواص مبتدئ) ، غواص مياه مفتوحة متقدم ، غواص انقاذ ، كبير غواصين ، دورات احترافية ، مرشد غوص (ديف ماستر) ، مساعد مدرب ، مدرب مياه مفتوحة ، مدرب تخصصات ، مدرب كبير غواصين ، عضو هيئة تدريس ، كبير مدربين ، مدرب مدربين) ،

ج) تخطيط زمن الغوص بناء على معايير جدول الغوص:

عند التخطيط للغوص هناك معايير حاكمة تتعلق بسلامة الغطاس لتحديد مدة الغاطسة الواحدة وذلك من خلال :

- **سرعة الهبوط والصعود :**

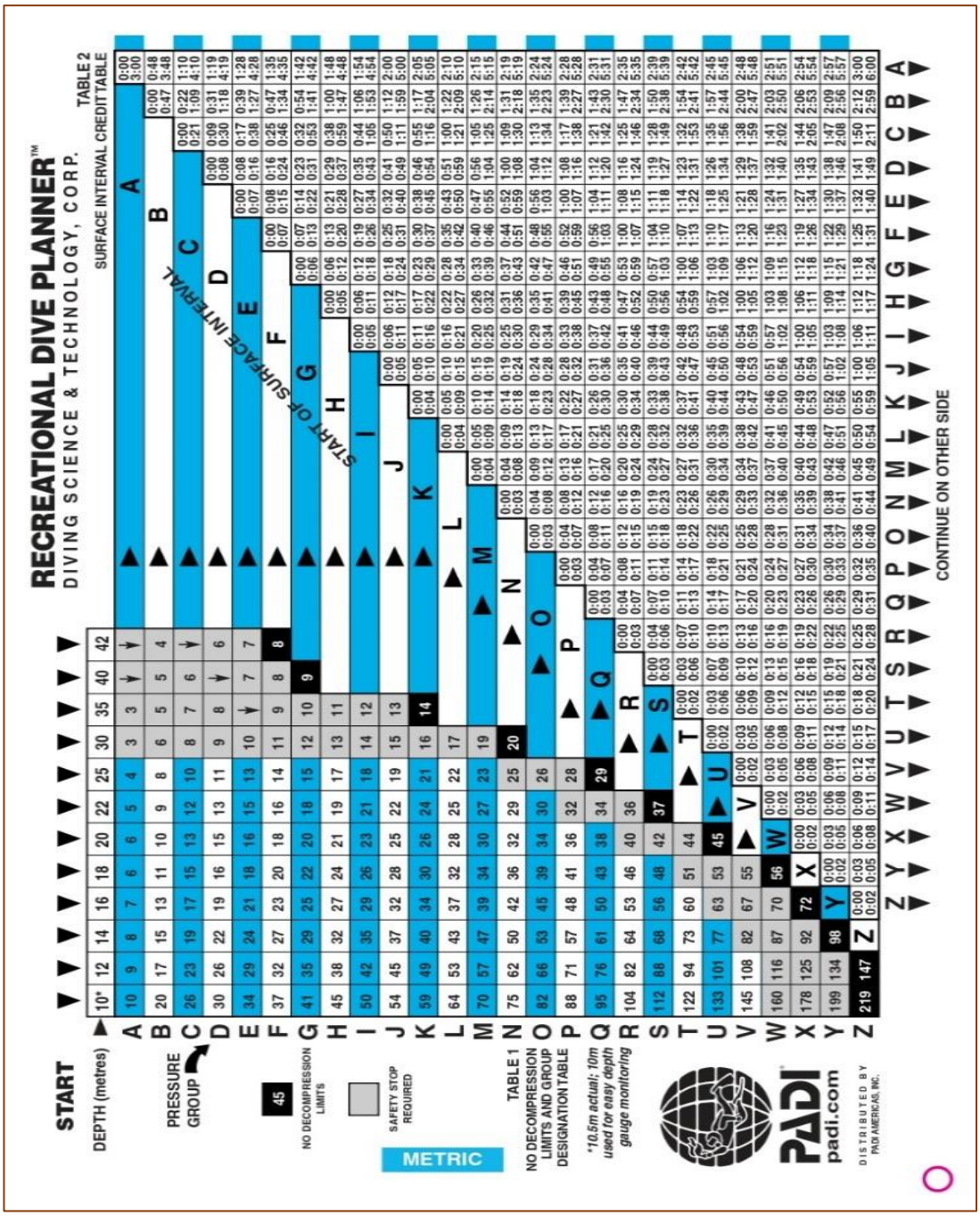
حيث تسمح جداول الغوص الخاصة بـ (PADI) التي تستند إلى جداول الغوص بالبحرية الأمريكية بمعدل صعود يصل إلى (١٨ مترًا / الدقيقة) ، بينما توصى بعض الجهات الاخرى ألا تتجاوز سرعة الصعود (٩ أمتار / الدقيقة) .

- **الزمن المحدد للبقاء على كل عمق :**

بناء على جداول الغوص الخاصة بـ (PADI) يحدد الحد الاقصى للفترة الزمنية المسموح البقاء خلالها تحت الماء حسب الأعماق المختلفة ، فطبقاً للجدول رقم (١) بالشكل رقم (١١) تتحد اقصى فترة زمنيه يسمح بها للغوص على كل عمق والمحددة داخل المربعات باللون الأسود ، فعلى سبيل المثال اقصى فترة بقاء على عمق ١٠م هي ٢١٩ دقيقة ، وتصل فترة البقاء على أقصى عمق يسمح به للغوص الترفيهي (٤٢م) هي ٨ دقائق ، اما عمق ١٨م وهو يمثل اقصى عمق يسمح بالغوص عليه للمبتدئين ٥٦ دقيقة.

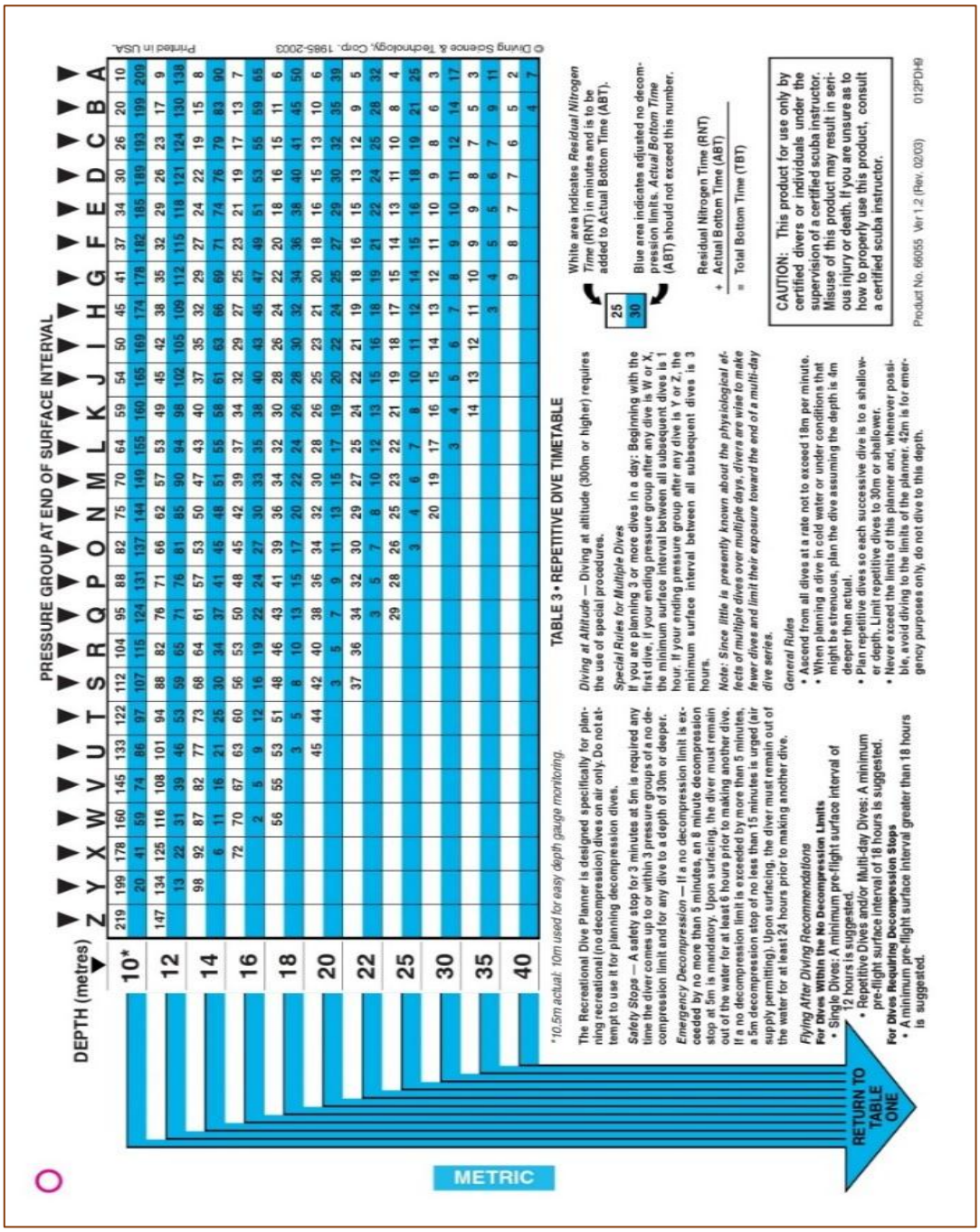
- **محطات توقف الأمان (Safety stop):**

تنصح منظمات تدريب الغوص ومنها (PADI) بمحطات توقف عميقة اثناء الصعود من الغطس على ارتفاع ٥ أمتار لمدة تتراوح من ٣ إلى ٥ دقائق ، حيث تتيح محطة توقف الأمان لجسم الغواص إزالة النتروجين الإضافي من الجسم قبل صعوده النهائي ، مما يقلل من خطر الإصابة بالغثيان.



المصدر: موقع اتحاد مدربى الغوص المحترفين) DADI) https://www.padi.com

شكل رقم (١١) : RECREATIONAL DIVE PLANNER جدول (١)

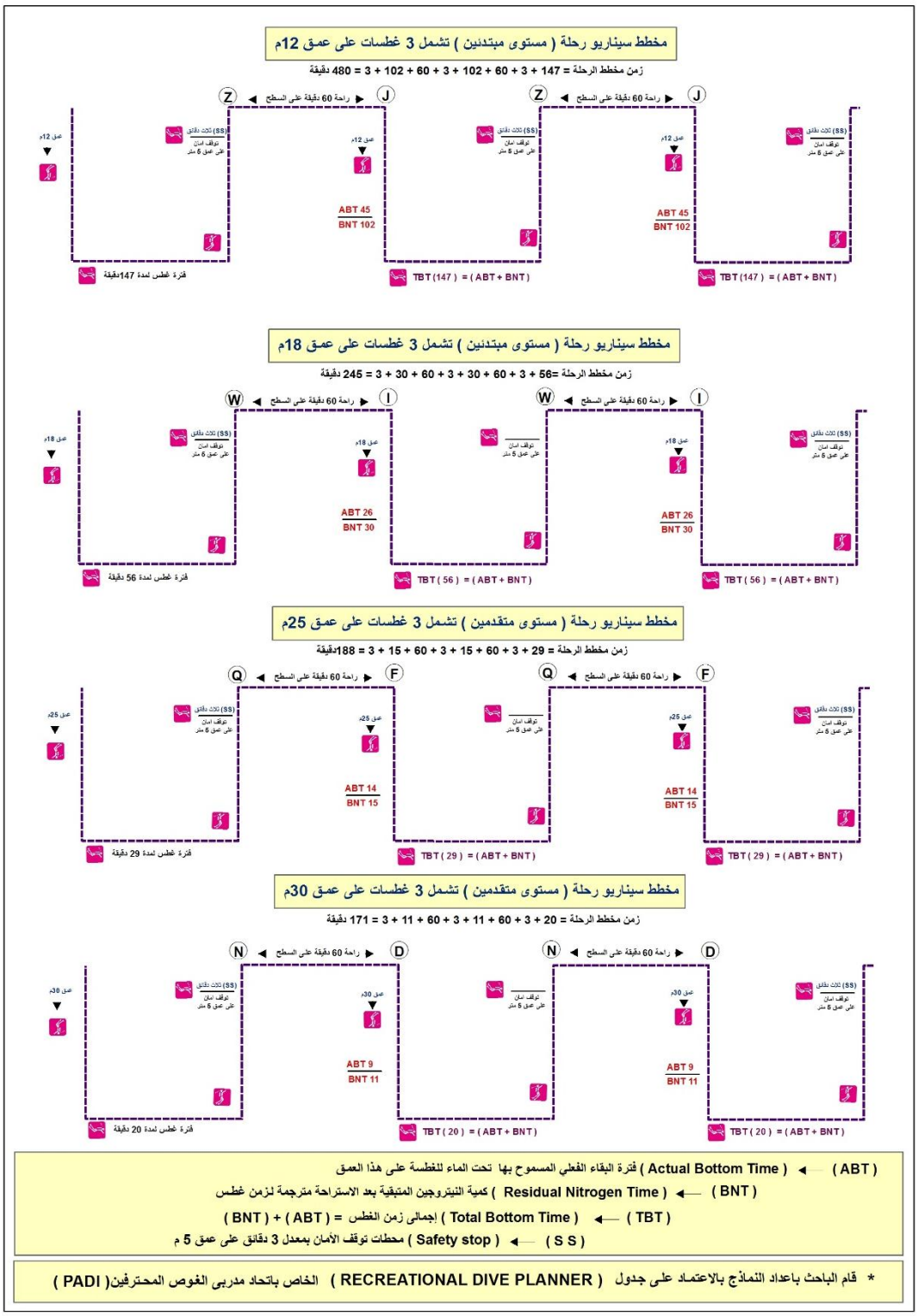


المصدر: موقع اتحاد مدربى الغوص المحترفين (DADI) https://www.padi.com

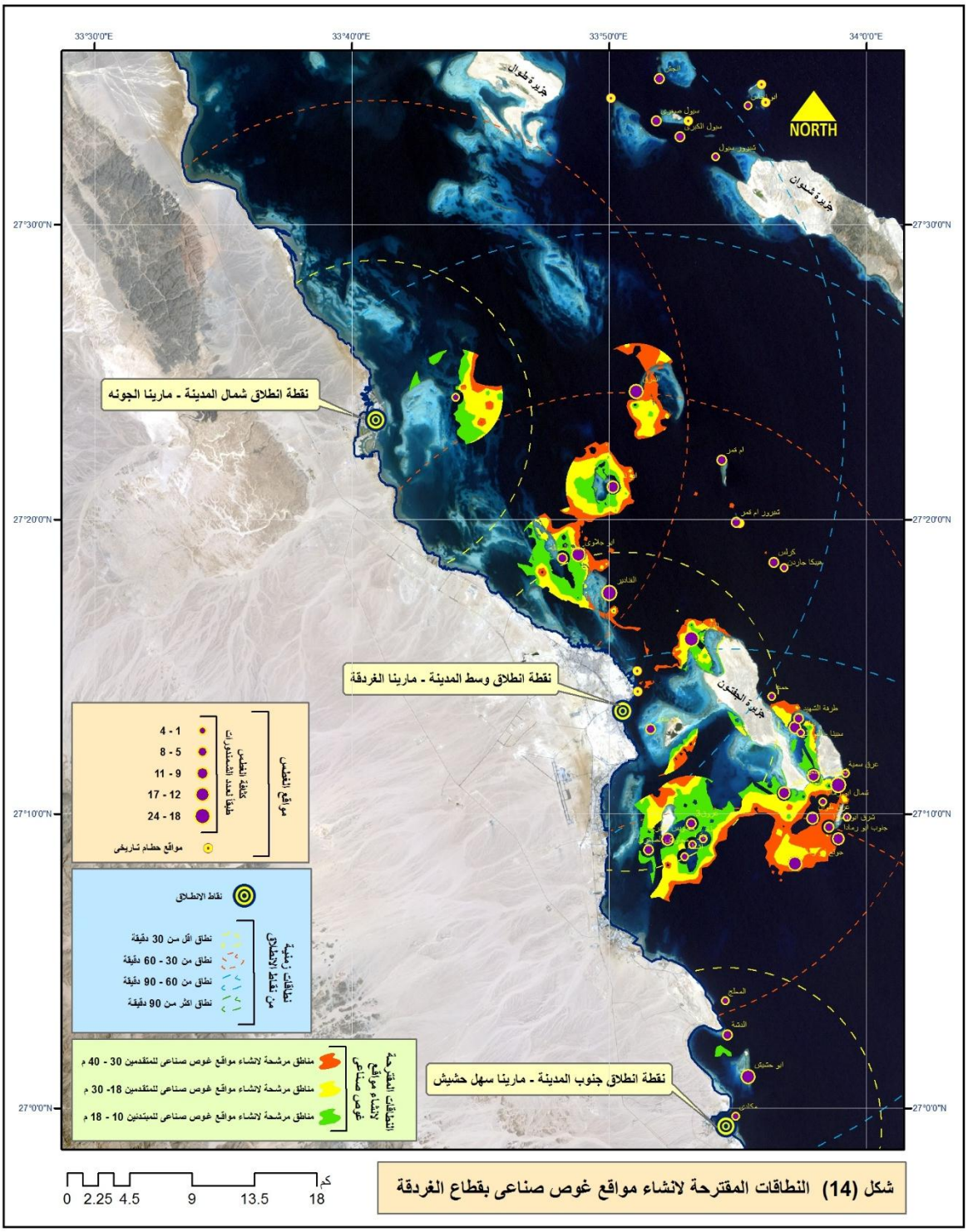
شكل رقم (١٢) : RECREATIONAL DIVE PLANNER جدول (٢)

- **فترة البقاء على السطح خارج الماء :**

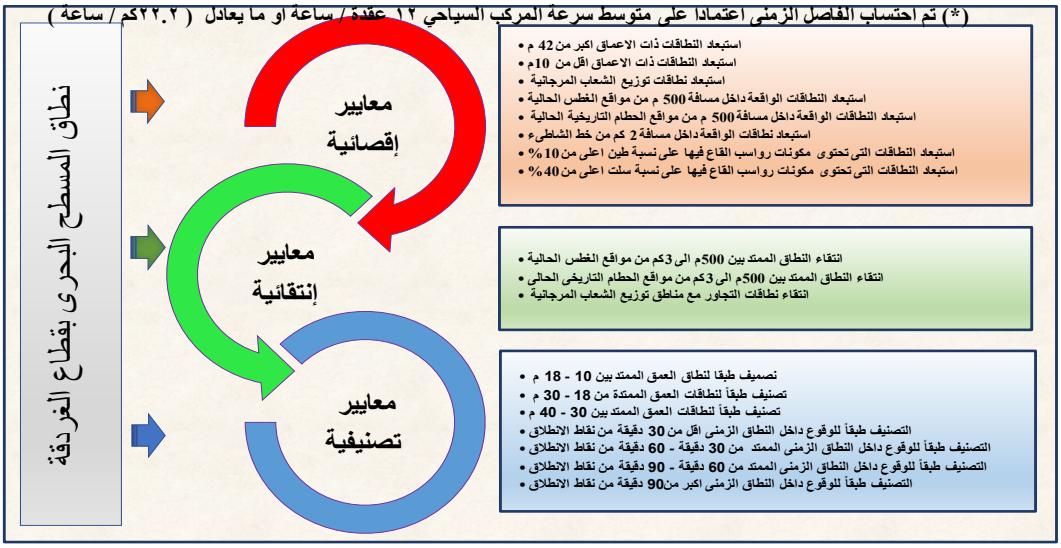
في ظل المعايير الأخرى المرتبطة بعمق الحطام والمسافة التي تفصل موقع الغطس عن نقطة الانطلاق من الشاطئ ، يعد هذا المعيار احد المعايير التي يصنف على أساسها مواقع الغطس طبقاً لفترة الاستمتاع بعملية الغطس وعدد مرات الغطس التي يمكن تنفيذها طبقاً لمخطط عملية الغطس بالرحلة الواحدة وقد تم الاعتماد على تطبيق المعايير بجداول الغوص الواردة بالشكل رقم (١١&١٢) لتخطيط نماذج لرحلات الغطس الذى يوضحها الشكل رقم (١٣) ، وفترة البقاء على السطح خارج الماء هي الفترة الزمنية بين كل غطسه والتي تليها ، ويتحدد بناء عليها كم النيتروجين الذى تخلص الجسم منه من إجمالي كمية النيتروجين التي اكتسبها الجسم والتي تتحد بناء على عمق وزمن الغوصة السابقة ، والتي يتم ترجمتها لاحد الحروف الابجدية اسفل الجدول والتي يتم استخدامها في الجدول رقم (٢) بالشكل رقم (١٢) وبالتالي يشير كل حرف راسياً الى مربعات يحتوى كل مربع على رقمين امام كل عمق بشكل أفقي ويشير الرقم الأول المهشر باللون الأبيض (RNT) وهو كمية النيتروجين المتبقية بعد الاستراحة مترجمة لزمن غطس ، اما الرقم الثاني المهشر باللون الأزرق (ABT) فيشير الى فترة البقاء الفعلي المسموح بها تحت الماء يتم جمع الرقمين (TBT) ويتم الرجوع بالمجموع للجدول رقم (١) لتحديد فترة الاستراحة اللازمة لتخطيط زمن وعمق الغوصة الثالثة ، ومن الجدير بالذكر ان عمق الغوصة التالية لا يتعدى عمق الغوصة السابقة لها ، فيجب ان يساوى عمق الغوصة السابقة او يقل عنها .



شكل (١٣) تطبيق معايير (PADI) في تخطط سيناريوهات لرحلات الغطس بالمنطقة .

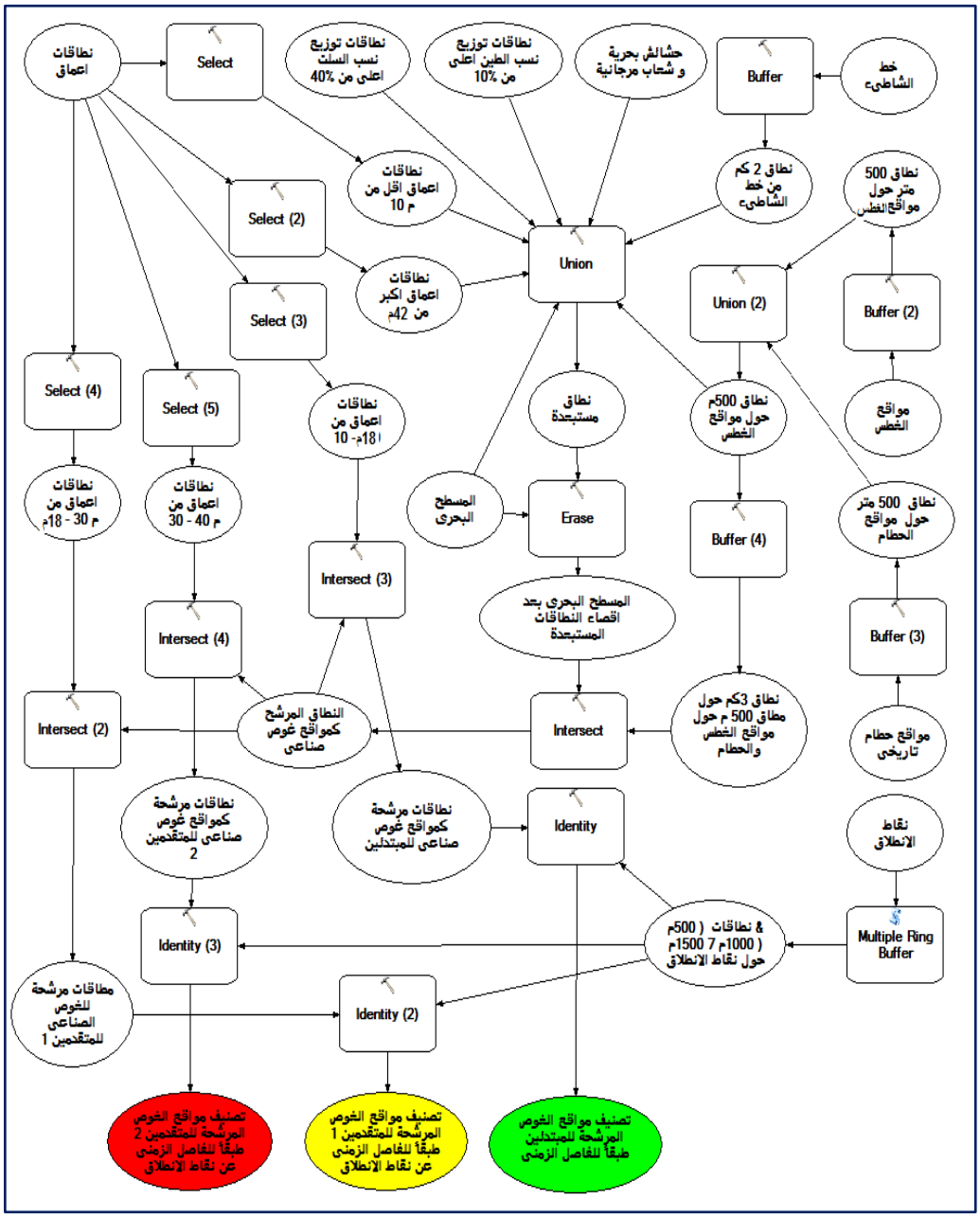


شكل (14) النطاقات المقترحة لانشاء مواقع غوص صناعى بقطاع الغردقة



نقطة الانطلاق من الشاطئ	الفاصل الزمنى للوصول من نقطة الانطلاق (*)	مساحة النطاق المرشح للغوص الصناعي (بالمتر المربع)		
		مناطق مرشحة في متناول الغطاس المبتدئ	مناطق مرشحة في متناول الغطاس المتقدم	مناطق مرشحة في متناول الغطاس المتقدم
		عمق 10- 18م	عمق 18-30 م	عمق 30-40 م
شمال المدينة (مارينا الجونه)	اقل من 30 دقيقة	4379264	5266832	1443103
	من 30 - 60 دقيقة	9765078	12840844	10926189
	من 60 - 90 دقيقة	2262614	3946113	4609289
	اكثر من 90 دقيقة	14352225	14112143	12264159
وسط المدينة (مارينا الغردقة السياحي)	اقل من 30 دقيقة	13204968	8115976	5563469
	من 30 - 60 دقيقة	13214657	22293591	19874430
	من 60 - 90 دقيقة	4379264	5614885	5978012
	اكثر من 90 دقيقة	0	0	0
جنوب المدينة (مارينا سهل حشيش)	اقل من 30 دقيقة	0	0	0
	من 30 - 60 دقيقة	7914932	11300256	11312529
	من 60 - 90 دقيقة	8275070	13602754	3461133
	اكثر من 90 دقيقة	14518847	19589394	13659594

شكل (١٥) نتائج تطبيق معايير الملائمة المكانية لإنشاء مواقع غوص صناعي بقطاع الغردقة



تم تصميم النموذج وتطبيق المعايير استخدام (Model Builder) ببرنامج Arc Map 10.3

شكل (١٦) نموذج تطبيق معايير الملائمة المكانية لمناطق شعاب صناعية بقطاع الغردقة

وبتطبيق حزمتي المعايير التي تم عرضها على منطقة الغردقة ، استهدفت الحزمة الأولى الملائمة المكانية للتوزيع الافقي ، والحزمة الثانية تحقيق الملائمة المكانية لمعايير التوزيع الراسية (العمق) والتي جاءت في شكل صبغات مختلفة (إقصائية – انتقائية – تصنيفية) لاختيار الموقع الأنسب لعملية الإغراق ، جاءت النتائج كما توضحها الخريطة رقم (١٤) والشكل رقم (١٥) بترشيح مساحات مصنفة حسب فئة الغواصين المستهدفة ، حيث يستهدف القطاع الأول فئة الغواصين المبتدئين والثاني والثالث يستهدف فئة الغواصين المتقدمين ، وقد جاءت النتائج المرشحة لكل قطاع من القطاعات المذكورة على شكل مساحات موزعة حسب النطاقات الزمنية للوصول للموقع من ثلاث مواقع انطلاق مختارة ، تمثل شمال المدينة (مارينا الجونه) ووسط المدينة (مارينا الغردقة) وجنوب المدينة (مارينا سهل حشيش) ، وبناء على الموقع داخل هذه النطاقات الزمنية يتحدد صلاحية الموقع لكل نوع من أنواع الرحلات سواء كان رحلات نصف يوم المناطق الواقعة داخل النطاق الزمنى اقل من نصف ساعة ، رحلات اليوم الكامل النطاقات الواقعة من (٣٠ – ٦٠ دقيقة) والمناطق الواقعة من (٦٠ – ٩٠ دقيقة) ، اما رحلات السفاري فيصلح لها المناطق الواقعة خارج النطاق الزمنى ٩٠ دقيقة .

النتائج والتوصيات :

- تعانى تكوينات الشعاب المرجانية بمنطقة الغردقة من حاله تدهور وصل في بعضها إلى الحدود الحرجة ؛ نتيجة الضغط الشديد والإفراط في الأنشطة البحرية ، والإدارة الغير مستدامة لمواقع الغوص .
- طبقاً لعدد كبير من التجارب العالمية والإقليمية فعملية الإغراق المتعمد للمعدات بهدف إنشاء حيود مرجانية صناعية (*Artificial reef*) تعد بديلاً مثالياً واحد الأساليب والاستراتيجيات الفعالة في تعزيز بيئة الحياة البحرية ، واستدامة مواقع الغوص بتخفيف الضغط على الشعاب المرجانية الطبيعية ، والتي يجب الإسراع والاخذ بتطبيقها بمنطقة الغردقة .
- ليتحقق الهدف من عملية اغراق المعدات (الحطام) ، يجب تطبيق عدد من معايير الملائمة المكانية (إقصائية – انتقائية – تصنيفية) لاختيار الموقع الأنسب لعملية الإغراق ، وذلك من خلال حزمتين من المعايير تستهدف الأولى التوزيع الافقي للمواقع المرشحة بناء على محددات الموقع النسبي ، والثانية للتوزيع الراسي (العمق).
- جاءت نتائج تطبيق معايير الملائمة المكانية على منطقة الغرقة والتي توضحها والخريطة رقم (١٤) والشكل رقم (١٣) بترشيح مساحات موزعة على ثلاث قطاعات يستهدف الأول فئة الغواصين المبتدئين والثاني والثالث يستهدف فئة الغواصين المتقدمين ، وقد تم تصنيف المساحات المرشحة بالقطاعات الثلاثة بناء على النطاقات الزمنية للوصول للموقع من ثلاث مواقع انطلاق مختارة تمثل شمال ووسط وجنوب المدينة ، يتحدد بناء عليها الاطار الزمنى المناسب لنوعية وطبيعة الرحلة (نصف يوم – يوم كامل – سفاري).

- النتائج الواردة بالبحث والتي توضحها الخريطة رقم (١٤) والشكل رقم (١٥) تعطى مؤشرات للمواقع المرشحة لعملية الإغراق بعد تطبيق معايير الملائمة المكانية ، لذا لا يمكن اعتبارها نتائج نهائية جاهز للتطبيق إلا بعد إجراء مراجعه ميدانية لها للتأكد من دقة النتائج وصلاحية المواقع ، واجراء دراسة تفصيلية للتيارات البحرية وعملية الإطماء بقاع تلك المناطق المرشحة.

المراجع العربية :

١- النجعاوى ، احمد فؤاد ، (٢٠٠٠) : تكنولوجيا معالجة الماء والصرف الصناعي، منشاة المعارف، الإسكندرية.

٢- محسوب ، محمد صبري ، (١٩٩٠) : جغرافية الصحاري المصرية: الجوانب الطبيعية، الجزء الثاني: الصحراء الشرقية ، دار النهضة العربية للطبع والنشر ، القاهرة .

٣- جمعية المحافظة على البيئة هيبكا ، (٢٠٢٠) : الخريطة الرقمية لتوزيع مواقع الشمندورات بالبحر الاحمر تقارير غير منشورة.

٤- جمعية الغوص بمدينة الغردقة ، (٢٠١١) : القدرة التنافسية لمواقع الغطس بالبحر الأحمر ، تقرير غير منشور.

٥- الموقع الرقمي للأمم المتحدة : اهداف التنمية المستدامة .

>> https://www.un.org/sustainabledevelopment/ar/oceans

٦- منظمة السياحة العالمية ، (٢٠٠٧) : مفهوم السياحة المستدامة ، متاح على الموقع الرقمي:

>> http://www.unwto.org

٧- الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي ***NOAA***

>> http://www.photolib.noaa.gov/reef

٨- موقع اتحاد مدربى الغوص المحترفين (DADI) >> https://www.padi.com

٩- الموقع الرقمي لوزارة السياحة الأردنية:

> > https://mota.gov.jo/Default/Ar

١٠-مبادرة " Protecting Egypt's Colorful Coral Reefs with Green Fins. "

أُتيحَ للاطلاع في ١٠ يناير ٢٠٢٠على الرابط التالي:

>>: https://www.unenvironment.org/news-and stories/story/protecting-egypts-colourful-coral-reefs-green-fins

- المراجع الأجنبية :

11- Abdel Wahab, M. (2010) Overview of the Effect of Tourism Development on the Coastal Zone of Red Sea, Egypt, Egyptian Journal of Aquatic Research, 36(2), 263 – 275.

12- Barker, N. H. L., Roberts, C. M. (2004). Scuba diver behaviour and the management of diving impacts on coral reefs. *Biological Conservation*, 120(4), 481–489.

13- Devantier ,L. & N.J. Pilcher,.(٢000): Status of Coral Reefs in Saudi Arabia – ٢000 PERSGA. Technical Series Report, Jeddah.

14- Edney, J. (2006). Impacts of recreational scuba diving on shipwrecks in Australia and the Pacific: A review. *Micronesian Journal of the Humanities and Social Sciences* 5, 201-233.

15- Hawkins, J.P. and Roberts.,C.M. (1991):"The Growth of Coastal Tourism in the Red Sea: Present and Future Effects on Coral Reefs", AMBIO, Vol. 70, No. 3.

16- Hess, R., Rushworth, D., Hynes, M., Peters, J. (2001). Disposal Options for Ships. National Defense Research Institute RAND, 59-80.

17- Hsui, C.Y., Wang, C.C. (2013). Synergy between fractal dimension and lacunarity index in design of artificial habitat for alternative SCUBA diving site. *Ecological Engineering* 53, 6-14.

18- Huston, M. Variation in coral growth rates with depth at Discovery Bay, Jamaica. *Coral Reefs* **4,** 19–25 (1985). https://doi.org/10.1007/BF00302200

19- Jameson, S.C., Ammar, M.S.A., Saadalla, E., Mostafa, H.M., Riegl, B., (1999). A coral damage index and its application to diving sites in the Egyptian Red Sea. Coral Reefs 18, 333– 339.

20- Jensen, A. C. (1997). European Artificial Reef Research. Proceedings of the first EARRN conference, March 1996 Ancona, Italy. Southampton Oceanography Centre, Southampton.

21- Jenny Tynyakov, Meghan Rousseau, Mori Chen, Orlando Figus, Yaniv Belhassen , Nadav Shashar ,(2017) . Artificial reefs as a means of spreading diving pressure in a coral reef environment, Ocean & Coastal Management, Volume 149,2017, Pages 159-164,

22- Maher RL, Johnston MA, Brandt ME, Smith TB, Correa AMS (2018) Depth and coral cover drive the distribution of a coral macroborer across two reef systems. PLoS ONE 13(6): e0199462. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199462

23- Mansour, A. M. et al. (2000) Geochemistry of Coastal Marine Sediments and their Contaminant Metals, Red sea, Egypt: A Legacy for The Future and a Tracer to Modern Sediment Dynamics, Sedimentology of Egypt, 8 , 231-242.

24- Mangor, K. (2001). Shoreline Management Guidelines. Handbook.

25- Nichols R. S. (2013). Effectiveness of artificial reefs as alternative dive sites to reduce diving pressure on natural coral reefs, a case study of Koh Tao, Thailand, University of Cumbria.

26- Pendleton, L. H. (2005). Understanding the Potential Economic Impacts of Sinking Ships for SCUBA Recreation. *Marine Technology Society Journal* 39, 47-52.

27- Pickering, H., Whitmarsh, D., Jensen, A. (1998). Artificial Reefs as a Tool to Aid Rehabilitation of Coastal Ecosystems: Investigating the Potential. *Marine Pollution Bulletin* 37, 505- 514.

28- Riggio S., Badalamenti F., D'anna G. 2000. Artificial reefs in Sicily: an overview. Pages 65-73, in: Jensen A.C., Collins K.J., Lockwood A.P.M. (eds.). Artificial reefs in European Seas. Kluwer Academic Publ., Dordrecht, The Netherlands.

29- Serour, R. K. ,(7001):An Environmental Economic assessment of the Impacts of Recreational SCUBA Diving on Coral Reef Ecosystem in Hurghada, the Red Sea, Egypt. M.Sc. Thesis, University of Maryland, Collage Park.

30- Spalding, M., Burke, L., Wood, S. A., Ashpole, J., Hutchison, J., & Zu Ermgassen, P. (2017). Mapping the global value and distribution of coral reef tourism. Marine Policy, 82, 104-113.

31- Treeck, V. P., Schuhmacher, H. (1998). Mass Diving Tourism – A New Dimension Calls for New Management Approaches. *Marine Pollution Bulletin* 37, 499-504

32- Zakai, D., Chadwick-Furman, N.E. (2002). Impacts of intensive recreational diving on reef corals at Eilat, northern Red Sea. *Biological Conservation* 105, 179–187.

Spatial suitability for create Artificial reef To support the sustainability of diving sites In Hurghada

Abstract

Diving sites in Hurghada achieve the highest rates of diving on coral reefs all over the world, which made them under excessive use beyond their carrying capacity, In the midst of the conflict between two trends , one of them calls for nature conservation and the other is looking forward to obtaining the economic benefits associated with Related to diving tourism revenue , The strategy of building artificial reefs (Artificial reef) emerged from among a group of means to mitigate the negative impact of diving on coral reefs , to enhance the marine life environment and create new tourist attractions that attract large numbers of diving practitioners, thus relieving pressure on natural coral reefs , A large number of global and regional experiences have confirmed that the creation of artificial reefs is an ideal alternative and one of the effective methods, which target the sustainability of diving sites and the protection of coral reef formations by alleviating pressure on them to prevent their deterioration in light of the growing global demand for diving tourism.

Through this research paper, a number of spatial appropriateness criteria were applied with different pigments (exclusion - selective - taxonomic) to choose the most suitable sites for create artificial reefs in Hurghada. These criteria, with their different pigments, are included in two packages of

standards, the first package aims to achieve suitability The spatial distribution criteria of the horizontal distribution of the candidate sites based on the determinants of the relative location, and the second package aims to achieve the spatial suitability of the vertical distribution criteria (depth) of the candidate sites .

key words :

- Spatial suitability of artificial reefs
- Artificial coral reefs.
- artificial diving sites.
- Sustainability of diving sites.
- Artificial reefs as a means of supporting diving sites.