بحوث قسم الجغرافيا والخرائط

الجيومورفولوجية الحيوية للشعاب المرجانية بمنطقة رأس محمد باستخدام الاستشعار من البعد

الباحث :محمد عبد الغني محمود محمد

أ.د/عادل عبد المنعم السعدني

أستاذ الجغرافيا الطبيعية وعميد كلية الآداب والعلوم الإنسانية جامعة قناة السويس

أ.د/ محمد مجدي تراب

أستاذ الجغرافيا الطبيعية كلية الآداب – جامعة دمنهور

أ.د/ علاء الدين حسن النهري

أستاذ الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات بالهيئة القومية للاستشعار من البعد وعلوم الفضاء

الملخص:

يصل إجمالي مساحة الشعاب المرجانية ١٤كم^{٢}، أي ما يعادل ٣٠٪ من مساحة منطقة الدراسة، وتتكون الشعاب المرجانية من العلاقة التكافلية بين كل من حيوان المرجان والطحالب المجهرية ومن خلال الدراسة الميدانية وتحليل المرئيات الفضائية يتضح تقطع الأطر المرجانية في مناطق الشروم البحرية ، وكذلك أمام مصبات الأودية نتيجة لصرف مياه السيول التي تعمل علي التقليل من نسبة ملوحة المياه، بالإضافة إلي الرواسب التي تحملها مياه السيول والتي تؤدي إلي تعكير مياه البحر وتقلل من شفافيتها مما يؤدي إلي نقص نمو الكائنات الحية.

ساهمت درجة الحرارة علي نمو حيوان المرجان الذي ينمو في درجة حرارة تتراوح بين ١٦ – ٣٦ درجة مئوية، تعد نسبة الملوحة من الظروف البيئية المؤثرة في نمو وازدهار الشعاب المرجانية، حيث تتراوح نسبة الملوحة التي يمكن أن يتحملها المرجان بين ٣٧٪ و٤٠٪، أما نسبة الملوحة

المثلي فهي تتراوح بين ٣٤٪ و٣٦٪، يزدهر نموه المرجان في عمق يتراوح بين صفر و٢٠م ، ويقل نموه عند عمق ٥٠م، تتأثر درجة صفاء المياه بكمية الرواسب العالقة حيث تؤدي زيادة نسبة الرواسب إلي عدم نفاذ أشعة الشمس إلي المياه مما يؤدي إلي موت المرجان ،تعد حركة المياه سواء كانت في شكل حركة أمواج أو مد وجزر أو تيارات بحرية من العوامل المؤثرة علي نمو الشعاب المرجانية بمنطقة الدراسة. وتم استخدم الاستشعار من البعد في تحديد أنواع الشعاب المرجانية وإنتاج خريطة توزيع الشعاب المرجانية علي ساحل منطقة الدراسة وكذلك تحديد المساحات الخاصة بها.

Abstract:

The total area of coral reefs is ١٤ km٢, which is equivalent to ٣٠٪ of the area of the study area. The coral reefs consist of the symbiotic relationship between the coral animal and microscopic algae. Through the field study and analysis of satellite visuals, it is clear that the coral frames are cut off in the coastal shroom areas, as well as in front of the estuaries of the valleys. As a result of the drainage of torrential water, which reduces the salinity of the water, in addition to the sediments carried by the torrential waters, which lead to turbidity of sea water and reduce its transparency, which leads to a decrease in the growth of living organisms.

The temperature contributed to the growth of the coral animal, which grows at a temperature ranging from ١٦ to ٣٦ degrees Celsius. Salinity is one of the environmental conditions affecting the growth and flourishing of coral reefs, as the percentage of salinity that the coral can tolerate ranges

between ٣٧٪ and ٤٠٪, and the percentage of salinity that the coral can tolerate is between ٣٧٪ and ٤٠٪. The optimum salinity ranges between ٣٤٪ and ٣٦٪. Coral growth thrives in a depth ranging between zero and ٢٠ m, and its growth decreases at a depth of ٥٠ m. The degree of water clarity is affected by the amount of suspended sediments, as the increase in the proportion of sediments leads to the impermeability of sunlight to the water, which leads to the death of coral. The movement of water, whether in the form of waves, tides or sea currents, is one of the factors affecting the growth of coral reefs in the study area. Remote sensing was used in determining the types of coral reefs and producing a map of coral reefs distribution on the coast of the study area, as well as determining their areas.

أولاً: تكوين الشعاب المرجانية:

أدي دفء المياه و ارتفاع ملوحتها نسبياً وصفائها، وضحالتها في بعض الأجزاء أمام ساحل منطقة الدراسة إلي نشاط نمو حيوان المرجان، حيث ينمو المرجان فوق طبقة صخرية صلبة (Solid Substratum) تتميز بنعومتها، كما أنه قد ينمو فوق رصيف حصوي، أو فوق رواسب ناعمة، ولكن من الصعب تكونه فوق الرواسب المتحركة (زايد، ٢٠٠٦، ص١٩١) ويصل إجمالي مساحة الشعاب المرجانية ٤ كم^{٢}، أي ما يعادل ١٥٪ من جملة مساحة منطقة الدراسة.

وتتكون الشعاب المرجانية من العلاقة التكافلية بين كل من:

(أ) حيوان المرجان:

هو نوع من الكائنات الحية الدقيقة المعروف بالبيوليب، وهو حيوان لافقاري خالية من الأشواك وتتجمع البوليبات في أعداد كبيرة تعرف بالمستعمرات المرجانية ويبني لنفسة هيكلاً صلباً لحماية جسم البوليب الرقيق اللين وتنشط ليلاً وتبقي في هياكلها خلال النهار وتتغذي علي الهائمات الحية التي تصطادها بواسطة فرد ملامسها الطويلة اللاسعة.

ويمكن التميز بين نوعين من حيوان المرجان هما:

- **المرجان الصلب**: هو المرجان الذي يبني هيكلة من كربونات الكالسيوم وهي تماثل الصخور، كما يضم العديد من الأجناس هما الأكروبورا Acropora (النوع الباني للشعاب المتفرعة)، والبوريت Porites (النوع الباني للشعاب الكتلية) . وتتميز بألوانها المتعددة بين الأبيض والبني الفاتح (جهاز شئون البيئة،٢٠١١، ص١٣١).
- **المرجان الرخو**: يتكون من هياكل لينة تلتصق بالقاع وتتحرك مع حركة المياه وتندرج تحت مجموعة أكبر تسمي أوكيوكورلينا Ocyocorallia، ويتمثل في المرجان الأنبوبي والمرجان المروحي (أمنية،٢٠٠٧، ص٢٤١).

(ب) الطحالب المجهرية:

تعيش في أنسجة المرجان حيث تقوم بتحويل ضوء الشمس وثاني أكسيد الكربون الناتج عن تنفس المرجان إلى أكسجين وكربوهيدرات. ويستخدم المرجان الأكسجين في تنفسه نهاراً، والكربوهيدرات لعمل الكالسيوم اللازم لبناء هياكل المرجان (قطاع جنوب سيناء، ب ت، ص٥).

كما تعتمد الشعاب المرجانية في نموها علي العديد من الكائنات البحرية مثل الفورامنيفيرا أو الرخويات Mollusca والأحياء الصدفية Shelly Organisms التي تملأ بعد موتها

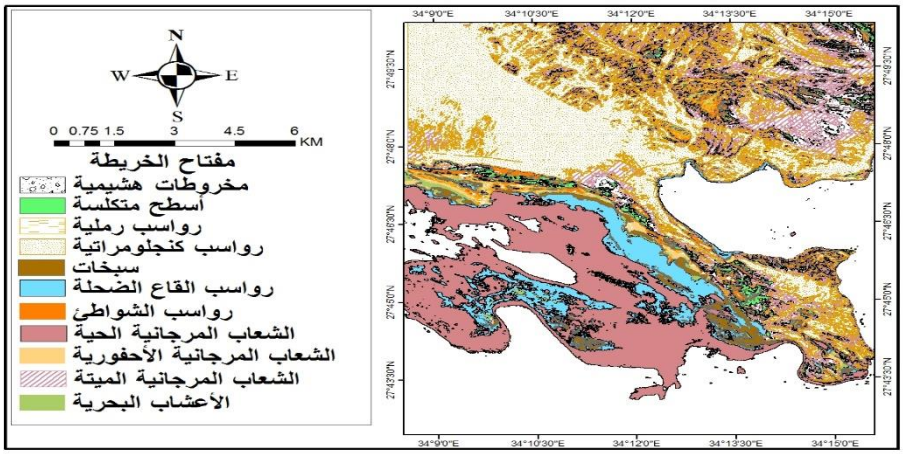
التراكيب المرجانية الهيكلية في شكل كتل كلسية لتكون في النهاية شعاباً من الحجر الجيري الكتلي بأشكال مختلفة (زايد،٢٠٠٦، ص١٨٦).

وتنقسم الشعاب المرجانية إلي نوعين رئيسين هما المرجان الحجري الصلب Hard Corals متمثلة في ٢١٨ نوع بمنطقة الدراسة ، والشعاب المرجانية اللينة Soft corals تتمثل في ١١٠ نوع بمنطقة الدراسة (Miththapala, ٢٠٠٨, P.١-٢).

ويرجع هذا التباين إلي اختلاف العمق البحري الذي تنمو به هذه الشعاب المرجانية، حيث تتركز الشعاب المتفرعة بالنطاقات البحرية الضحلة التي يتراوح عمقها بين ٢٥ إلي ٥٠ متراً، تتركز الشعاب المرجان الرخوة في الأعماق التي تصل إلى ٢٥ متراً، أما الأشكال القشرية فتتركز في الأعماق التي تزيد عن ٦٠ متراً. (كامل، ٢٠٠٥، ص١٦٣).

ومن خلال الدراسة الميدانية وتحليل المرئيات الفضائية يتضح تقطع الأطر المرجانية في مناطق الشروم البحرية ، وبالتحديد عند خليج المراسي وكذلك أمام مصبات الأودية بمنطقة الدراسة نتيجة لصرف مياه السيول التي تعمل علي التقليل من درجة ملوحة المياه ، وبالإضافة إلي الرواسب التي تحملها مياه السيول والتي تؤدي إلي تعكير مياه البحر وتقلل من شفافيتها ، مما يؤدي إلي نقص نمو الكائنات الحية. وفيما يلي شكل رقم (١) يوضح أنواع الشعاب المرجانية بمنطقة الدراسة.

شكل رقم (١) أنواع الشعاب المرجانية بمنطقة رأس محمد



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا علي تحليل المرئيات الفضائية والدراسة الميدانية

ثانياً: أنواع الشعاب المرجانية:

تمتد الشعاب المرجانية بمنطقة الدراسة في صورة حواجز وآطر مرجانية متقطعة غير متصلة قليلة الاتساع بسبب ضيق الرصيف القاري، لذلك تمتد موازية لخط الساحل ويبلغ أقصي إتساع لها بالقرب من شبه جزيرة رأس محمد لتمتد داخل البحر لمسافة ١٠٠٠ متر من خط الشاطئ حيث يبلغ الرصيف القاري أقصي أتساع له.

يوجد مجموعة من المحددات التي تعمل علي نمو الأنواع المرجانية في البيئة البحرية مثل : موقع المنطقة والاستقرار البيئي حيث تعد الشعاب المرجانية من الأنظمة البيئية البحرية الأكثر تنوعاً (Kiflaw, ٢٠٠٦, P.١٢٨٩- ١٢٩٠). كما تتعدد أنواع الشعاب المرجانية في منطقة الدراسة.

وقد قسم العلماء الشعاب المرجانية إلي أربعة أنواع رئيسية هي الشعاب الهامشية Fringing reefs، و الشعاب الحاجزية Barrier reefs، شعاب القطع المرجانية

Patch reefs، وشعاب الحلقات المرجانية Atolls reefs (Miththapala, ٢٠٠٨, P.٥-٧).

التوزيع الجغرافي للأنواع الشعاب المرجانية بمنطقة الدراسة:

تنتشر الشعاب المرجانية علي طول سواحل منطقة الدراسة باختلاف أنواعها فيمكن التميز بين ثلاثة أنواع رئيسية تنمو في محمية رأس محمد كما هو موضح من الشكل رقم (٢) وهي كالتالي:

١- الشعاب المرجانية الهامشية Fringing reefs:

تنمو بجوار الساحل وحول الجزر ويفصلها عن الشاطئ بحيرات ضيقة ضحلة. وهي أكثر أنواع الشعاب المرجانية انتشاراً في منطقة رأس محمد ، وتوجد علي طول الشريط الساحلي بالكامل سواء علي الجانب الغربي أو الجانب الشرقي للمحمية في شكل شريط ضيق يتراوح اتساعه بين ٥-٥٠ متر، ويظهر بشكل متقطع في بعض أجزاء الشريط الساحلي بسبب وقوعها أمام مصبات الأودية وجريان المياه العذبة نتيجة الأمطار، فضلاً عن تعرض الشعاب المرجانية إلي حركة الأمواج المتولدة من الرياح الشمالية الشرقية السائدة بمنطقة الدراسة، وضيق الرصيف القاري مما أدي إلي نشوء أخدود ضحل علي طول حافة الشعاب المرجانية و زيادة درجة الانحدار بشكل حاد ليصل إلي أعماق تتراوح بين ١٠-٨٠ متر.

ينمو نوعين رئيسين للشعاب المرجانية الهامشية في منطقة رأس محمد هما الشعاب المرجانية الصلبة المتفرعة وأهمها Acropora وPocillopora، وتتميز بأنها شعاب مرجانية ضخمة، والنوع الأخر هو الشعاب المرجانية اللينة متمثلة في Sinularia، وهذه الأنواع أدت إلى توفير غطاء مرجاني حي يمثل ٣٥٪ من أجمالي الغطاء المرجاني بمنطقة الدراسة.

٢- الشعاب المرجانية الحاجزية Barrier reefs :

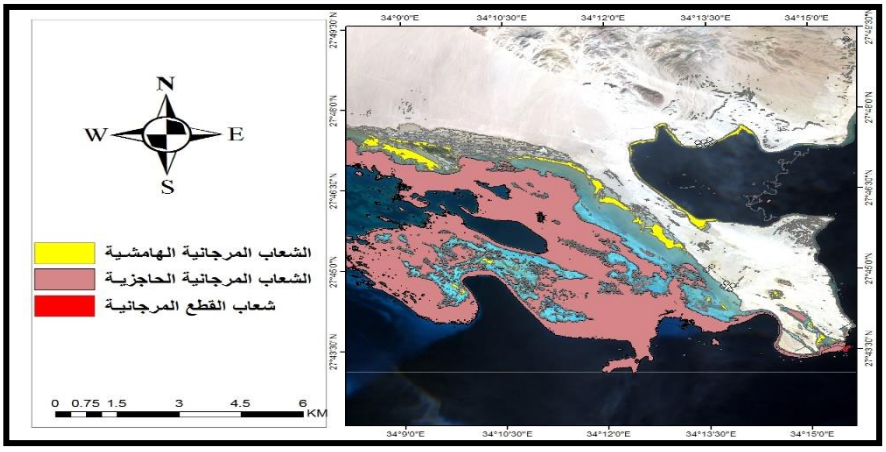
تنمو موازية للساحل وهي أكثر عمقاً وعرضاً وتصل إلي سطح الماء مكونة حاجزاً أمام الملاحة البحرية . وتوجد في منطقة الدراسة علي شكل مسطح في الجانب الغربي من منطقة رأس محمد ، ويتراوح عرضها من ٢٠٠-١٨٠٠متر علي نطاق كبير كما تظهر متصلة باليابس في بعض الأجزاء مغطاة بطبقة رقيقة من الرواسب الرملية، بالإضافة إلي الطحالب ، ويظهر أجزاء منها متناثرة تأخذ أشكال بحيرات صغيرة غير منتظمة الشكل تتراوح أقطارها بين ١-٢٠ متر وأدي هذا النوع إلى توفير غطاء مرجاني حي يمثل ٤٥٪ من أجمالي الغطاء المرجاني بمنطقة الدراسة.

٣- شعاب القطع المرجانية Patch reefs:

هي شعاب صغيرة الحجم منعزلة عادة ما توجد بين الشعاب المرجانية الهامشية وشعاب الحاجزية ، وتتمثل في منطقة الدراسة جنوب يابس المحمية بحوالي ٢٠٠ متر، وتنمو من قاع مفتوح لتصل الجرف القاري. وتتفاوت أحجامها بشكل كبير، ونادراً ما تصل إلي السطح وتوجد بعيدة عن الشاطئ وتحيط بها المياه من جميع الجهات وتمدد لمسافة تتراوح بين ١٠-١٤٠ متر.

ويعد أقصي امتداد لها تنحدر بشكل حاد إلي أعماق تتراوح بين ٣-٢٠٠ متر علي الجرف القاري وتتمثل في منطقة الدراسة نوعين هما شعاب البنفسج والقرش (Yolande and Shark reefs) في الجزء الجنوبي من منطقة الدراسة و أدي هذا النوع إلي توفر غطاء مرجاني حي يمثل٢٠٪ من إجمالي الغطاء المرجاني بمنطقة الدراسة.

شكل رقم (٢) التوزيع الجغرافي لأنواع الشعاب المرجانية بمنطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا علي تحليل المرئيات الفضائية والدراسة الميدانية.

ثالثاً: الظروف الجيومورفولوجية المؤثرة في نمو الشعاب المرجانية:

(أ) درجة الحرارة:

ساهمت درجة الحرارة بمنطقة الدراسة علي نمو حيوان المرجان الذي ينمو في درجة حرارة تتراوح بين ١٦ – ٣٦ درجة مئوية (Davise,١٩٨٠,p.٦٧)، وعلي أعماق ٤٠ – ٥٠ سم . وتتراوح درجة الحرارة في الصيف بين ٢٦ –٢٨ درجة مئوية، وتصل إلي ١٨ درجة مئوية في فصل الشتاء بمنطقة الدراسة، وجميعها ملائمة لنمو المرجان بمنطقة الدراسة (Sheppard.& Susan, m.١٩٨٨, p.٥٧).

وفي حالة إنخفاض درجة حرارة المياه عن ١٦ درجة مئوية فإن المرجان يفقد قدرته علي إصطياد الغذاء، أما إذا تراوحت حرارة المياه بين ١٥ إلي ١٦ درجة مئوية فإنها تؤدي إلي توقف أجهزة التكاثر لحيوان المرجان، وإذا حدث أن انخفضت درجة حرارة المياه إلي أقل من ١٤ درجة مئوية فإن بعض أنواع المرجان قد تموت خلال بضع ساعات (Vilas ,H. &Spencer, T.,١٩٩٥, p.٢٣) بينما يشير (Guilchev,١٩٨٨,

p.٣) إلي وجود بعض أنواع من المرجان قد يمكنها تحمل درجة حرارة تنخفض إلي ١٥ درجة مئوية أو ترتفع إلي ٣٦ درجة مئوية.

(ب) الملوحة:

تعد نسبة الملوحة من الظروف البيئية المؤثرة في نمو وازدهار الشعاب المرجانية، حيث تتراوح نسبة الملوحة التي يمكن أن يتحملها المرجان بين ٣٧٪ و٤٠٪ أما نسبة الملوحة المثلي لنمو وازدهار الشعاب المرجانية فهي تتراوح بين ٣٤٪ و٣٦٪ (سباكس، ب. و، مترجم،١٩٨٣، ص٣٣٩) كما تسبب الملوحة المرتفعة إلي هلاك يرقات المرجان في مراحل عمرها الأولي (Crossland,١٩٨٨,p.٥١٣:٥٢٢) وتتراوح نسبة الملوحة في البحر الأحمر بين ٣٦٪ و٣٧٪ وهي بيئة مناسبة لنمو وتكوين الشعاب المرجانية (التركماني، ١٩٨٧، ص١٠٠).

تتميز المياه السطحية عند رأس محمد بثبات درجة الملوحة إلي حد ما تصل إلي ٤٠٪ (لمتوسط العالمي هو ٣٣٪) ويرتبط خليج العقبة بالبحر الأحمر عند مضيق تيران التي تحد من تبادل المياه بين المسطحين ومع ارتفاع درجة الحرارة وانخفاض الرطوبة وعدم دخول المياه العذبة للمسطح ترتفع نسبة الملوحة في خليج العقبة لتصل إلي ٤٢٪ في المتوسط، بينما تصل إلي ٤٤٪ في الشمال وبذلك تصل درجة حرارة المياه بين ٢٦,٢٠ درجة مئوية صيفاً (جهاز شئون البيئة، ١٩٩٩، ص٣٦).

تنخفض الرطوبة نسبياً ويؤدي البخر من المياه الضحلة إلي المزيد من الانخفاض في درجة حرارة المياه في خليج السويس إلي أقل من ١٨ درجة مئوية خلال فصل الشتاء بالإضافة إلي زيادة الملوحة لأكثر من ٤٢,٥ ٪ في شمال خليج السويس ، وبذلك يكون نسبة الملوحة أعلي بصفة عامة في خليج السويس عن خليج العقبة .

(ج) العمق :

يعد العمق من العوامل المؤثرة في نمو وتطور الشعاب المرجانية ويرجع ذلك إلي ارتباط العمق بدرجة صفاء المياه وبكمية الضوء النافذة إلي الأعماق واللازمة لإتمام عملية التمثيل الضوئي للطحالب. ولقد تعددت الآراء حول تحديد العمق المناسب لنمو الشعاب المرجانية، حيث يري

(Bloom,١٩٧٨.pp.٤٤-٥٢) أن المرجان يزدهر نموه علي عمق يتراوح بين صفر و٢٠ متر ويقل نموه عند عمق ٥٠ متر.

(د) الرواسب :

تتأثر درجة صفاء المياه بكمية الرواسب العالقة حيث تؤدي زيادة نسبة الرواسب إلي عدم نفاذ أشعة الشمس إلي المياه مما يؤدي إلي موت المرجان وخاصة في مراحل نموه الأولي كما تؤدي كثرة الإرسابات خاصة الرواسب الرملية والحصوية إلي سد أفواه المرجان مما يحول دون قيامه بعملية التغذية علي الوجه الأمثل ومن ثم موته وتتميز مياه خليج العقبة والبحر الأحمر بشفافية عالية تصل إلي ٣٠ متر في البحر الأحمر (جهاز شئون البيئة، ١٩٩٩، ص١٢٤).

(هـ) حركة المياه :

تعد حركة المياه سواء كانت في شكل حركة أمواج أو مد وجزر أو تيارات بحرية من العوامل المؤثرة علي نمو الشعاب المرجانية بمنطقة الدراسة، ففي خليج العقبة تدفع الرياح الشمالية الشرقية السائدة المياه لتكون تيارات بحرية نحو الجنوب علي طول الخط الساحلي في سيناء بينما يجري تيار شمالي أخر في وسط الخليج مما ينتج عنه دوامات يمكن أن تتشكل في صورة تيارات تتجه صوب الشمال جنوب نويبع وطابا (جهاز شئون البيئة، ١٩٩٩، ص٣٦).

تعمل الأمواج الهادئة علي ازدهار الشعاب المرجانية ، لذا تنتشر في المناطق المحمية بينما توجد الشعاب الكتلية في مناطق الرؤوس البحرية. كذلك ساهمت حركة التيارات البحرية في توزيع مناطق الشعاب المرجانية بمنطقة رأس محمد ، وتعمل أيضاً علي توزيع درجات الحرارة وملوحة المياه وكذلك توفير الأكسجين الذائب في مياه البحر اللازم لنمو وبقاء الكائنات الحية بحد أدني ٤ سم^{٣} / لتر (التركماني، ١٩٨٧، ص١٠٠) ويؤدي توافر العوامل البيئية الرئيسية، مثل ارتفاع درجة الملوحة وانخفاض درجات الحرارة والشفافية وقلة المواد العالقة بمياه منطقة الدراسة، إلي نمو الشعاب المرجانية في الجانب الغربي ناحية خليج السويس أكثر من خليج العقبة.

رابعاً: الأشكال الجيومورفولوجية الدقيقة للشعاب المرجانية:

صورة رقم (١) توضح الصورة نشاط عمليات التجوية الكيميائية علي المكون الجيري في شعاب مرجانية متماسكة داخل مصطبة مرجانية بمنطقة مرسي الغزلان على منسوب ١٥ متر

المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ :٢٠١٨/٥/٣ .

صورة رقم (١٨) توضح تأثير التجوية علي المكون الصخري علي مصطبة مرجانية في منطقة مرسي الغزلان منسوبها ١٤,٥ متر، حيث نتج عن فعل التجوية تساقط أجزاء من المصطبة علي طول تداخل الأصداف البحرية

المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ :٢٠١٨/٥/٣.

صورة رقم (١٩) بقايا مصطبة مرجانية في منطقة غرب مرسي الغزلان ارتفاعها حوالي خمسة أمتار تعرضت للنحت لتبدو على هيئة تل منعزل، حيث يبدو التساقط الكتلي وزحفها للصخور علي نواتج التعرية

المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ :٢٠٢٠/١١/٧ ناظراً: صوب الشمال الغربي

صورة رقم (٢٠) تكهفات في مصطبة مرجانية بمنطقة الغزلان على ارتفاع ١٥ متر

المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ :٢٠٢٠/١١/٧ ناظراً: صوب الشمال الغربي.

حيث نشطت التجوية الكيميائية علي الصخور الجيرية كنتيجة لتسرب مياه المطر من سطح المصطبة وتفاعلها مع المكونات الكلسية للشعاب المرجانية أو للتأثير الواضح للرطوبة وبخاصة أثناء الليل، ونتيجة تأثير الإشعاع الشمسي وفعل الرياح تهدلت الواجهة .

صورة رقم (٢٥) بقايا شعاب مرجانية متحجرة داخل أحد الأرصفة المرجانية المرفوعة ويتضح نشاط التجوية علي طول محاور الشقوق

المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ :٢٠١٨/٥/٣ .

خامساً : استخدام الاستشعار من البعد في تحديد أنواع الشعاب المرجانية بمنطقة رأس محمد

للتعرف على الشعاب المرجانية على ساحل شبه جزيرة رأس محمد تم إجراء الخطوات التالية:

(أ) الحصول على المرئية الفضائية Sentinel-٢

يعد أحد مهام القمر الصناعي Sentinel-٢ مراقبة الأرض، وإدارة الطوارئ، وتصنيف الغطاء الأرضي و جودة المياه وعلوم البحار. من برنامج كوبرنيكوس- وكالة الفضاء الأوروبية وتتكون المرئيات من عدد ١٣ نطاق طيفى بدقة مكانية عالية (١٠ م إلى ٦٠م) وتستخدم في دراسة الأراضي والمياه، وSentinel-٢ لة قمرين صناعيين هما Sentinel-٢A و Sentinel-٢B ؛ يخضع قمر صناعي ثالث، Sentinel-٢C، حاليًا للاختبار استعدادًا لإطلاقه في عام ٢٠٢٤.

تم الحصول على مرئيه فضائية Sentinel-٢A تغطى منطقه شاسعه من البحر الأحمر تحتوى على منطقة الدراسة:

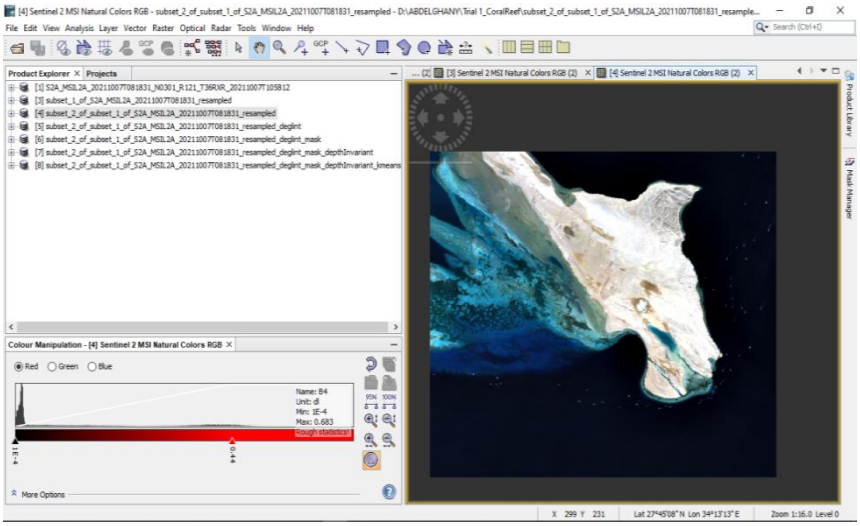
S٢A_MSIL٢A_٢٠٢١١٠٠٧T٠٨١٨٣١_N٠٣٠١_R١٢١_T٣٦R XR_٢٠٢١١٠٠٧T١٠٥٨١٢.

حيث التقطت بتاريخ ٧ أكتوبر ٢٠٢١ (س ٠٨ د ١٨ ث ٣١) وأنتجت في نفس اليوم (س ١٠ د ٥٨ ث ١٢) كما بالشكل التالي:

يسمح القمر الصناعي Sentinel-٢ بمراقبة غالبية الشعاب المرجانية في العالم من خلال زيادة الدقة الزمنية والمكانية، هذا ولقد تم تطوير صندوق أدوات Sen٢Coral المتاح في برنامج SNAP والتحقق من صحته خصيصًا لهذا الغرض.

(ب)عمل قطع مكاني Spatial subset لشبه جزيرة رأس محمد وسواحلها :

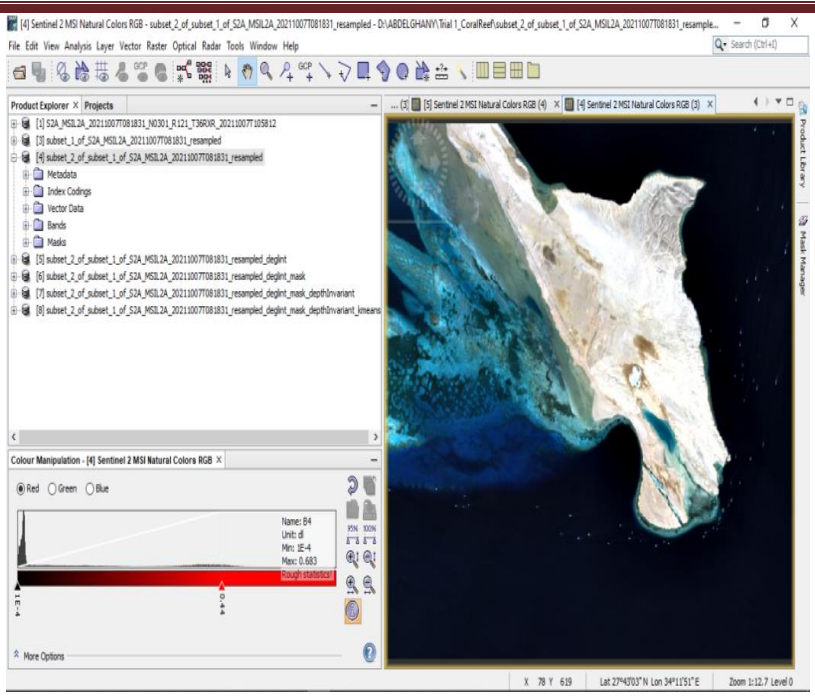
تم عمل قطع مكاني لشبه جزيرة رأس محمد وسواحلها باستخدام الإحداثيات كما يظهر من الشكل التالي:



شكل رقم (٣) قطع مكانى Spatial subset لشبه جزيرة رأس محمد وجزء من سواحلها

(ج) تصحيح تأثير غازات الغلاف الجوي Atmospheric correction

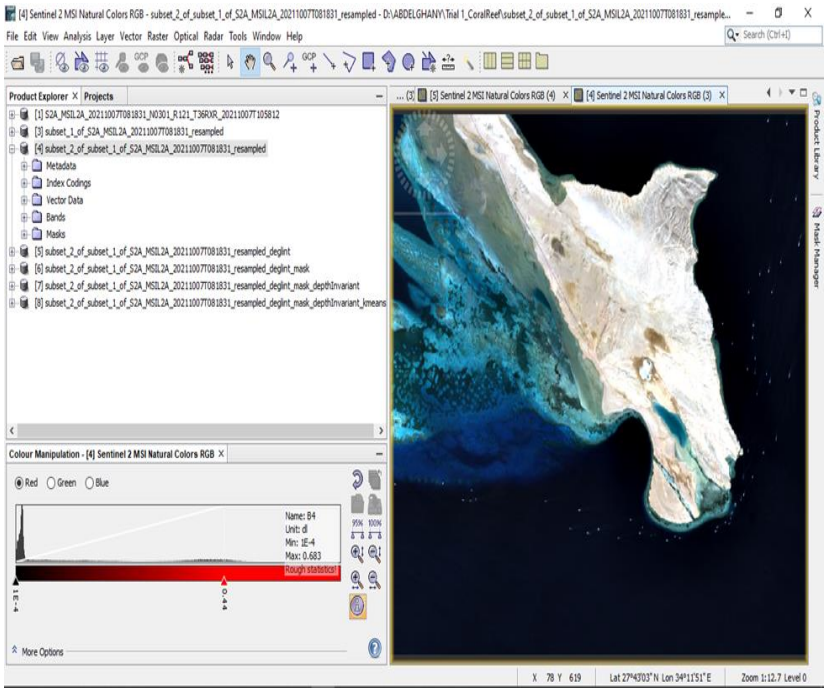
تمتص غازات الغلاف الجوي جزءاً من أشعة الشمس الساقطة على الأرض، وكذلك جزء من الأشعة المنعكسة Reflected أو المتشتتة Backscattered في طريقها إلى القمر الصناعي ولذا تم إجراء تصحيح لتأثير غازات الغلاف الجوي والحصول على بصمه طيفيه Spectral signature صحيحه للتعبير عن مكونات المرئية، والهدف من تطبيق تصحيح غازات الغلاف الجوي هو تحديد السطح الحقيقي لقيم انعكاس قاع الغلاف الجوي، (BOA) و أعلى الغلاف الجوي (TOA).



شكل رقم (٤) تصحيح تأثير غازات الغلاف الجوي Atmospheric correction

(د) إعادة تحديد الدقة المكانية Resampling

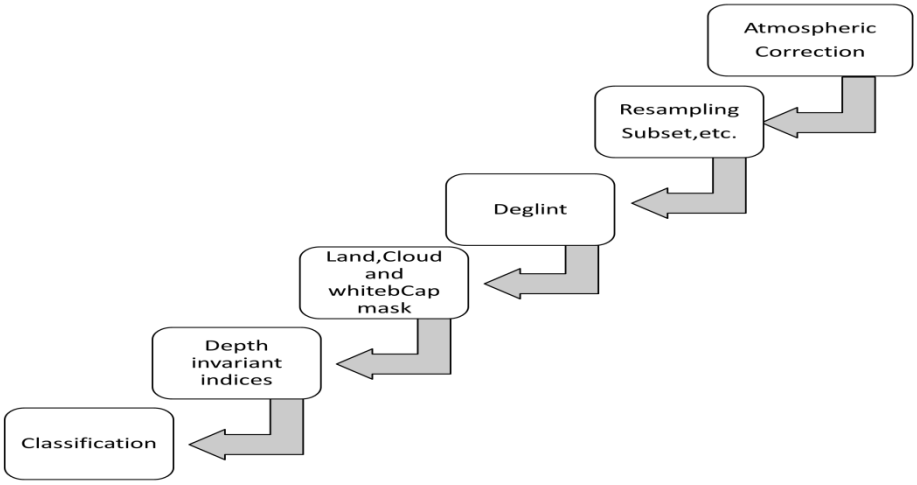
لا تتمتع جميع النطاقات الـ١٣ في منتجات Sentinel-٢ بنفس الدقة المكانية أو مساحه البيكسل ولذلك تم إعادة تشكيل النطاقات لتساوي الدقة أولاً. تحتوي المرئية على ١٣ نطاقاً طيفياً في ثلاثة قدرات تفريقيه مكانية مختلفة (١٠، ٢٠، ٦٠ متر) ولقد تم تغيير الدقة المكانية أو مساحة البكسل إلى ١٠ أمتار لكل النطاقات الطيفية وبالتالي توحيد الدقة المكانية Spatial resolution (١٠ أمتار) لسهولة إجراء التحليلات.



شكل رقم (٥) عملية إعادة تحديد مساحه البيكسل وتوحيد القدرة التفريقية المكانية Resampling

(هـ) استخدام Sen٢Coral للتعرف على الشعاب المرجانية:

تم تطوير نموذج Sen٢Coral في نطاق برنامج Sen٢Coral ESA SEON، بهدف الاستغلال العلمي والتحقق من صحة صور Sentinel-٢ خصوصاً لدراسة الشعاب المرجانية ورسم خرائط للشعاب المرجانية (الموائل وقياس الأعماق ونوعية المياه) ومراقبة التغيير.



شكل رقم (٦) رسم تخطيطي لخطوات عمل Sen٢Coral لإنتاج خرائط الشعاب المرجانية

(و) إزالة تأثير بريق ضوء الشمس Deglint

يعد لمعان أو بريق الشمس ظاهرة شائعة في صور الأقمار الصناعية ويشير أساسًا إلى انعكاس الشمس على أسطح الماء، وقد يكون من الصعب ملاحظة انعكاس أشعة الشمس المباشرة على واجهة الهواء والماء (وميض الشمس) في اتجاه الأقمار الصناعية. إن هندسة التصوير للقمر الصناعي تجعل الصور المأخوذة عرضة لبريق الشمس.

تمت ملاحظه وجود بريقا للشمس خاصه في الجزء السفلى من المرئية، وعليه فقد تم تطبيق خوارزمية (معادلة رياضية) لإزالة اللمعان وإمكانية مراقبة قاع البحر بغرض رسم خرائط الموائل أو اشتقاق قياس الأعماق، وهناك العديد من طرق إزالة لمعان الشمس المتاحة للصور عالية الدقة علي سطح البحر. تم تطوير الخوارزمية Sen٢Coral التي تم تنفيذها كجزء من صندوق أدوات برنامج SNAP بواسطة (Hedley ,et al,٢٠٠٥).

$$R'i = Ri - bi\,(RNIR - MinNIR)$$

حيث :

R'i البيكسل المراد إزالة تأثير ضوء الشمس منه Deglinted.

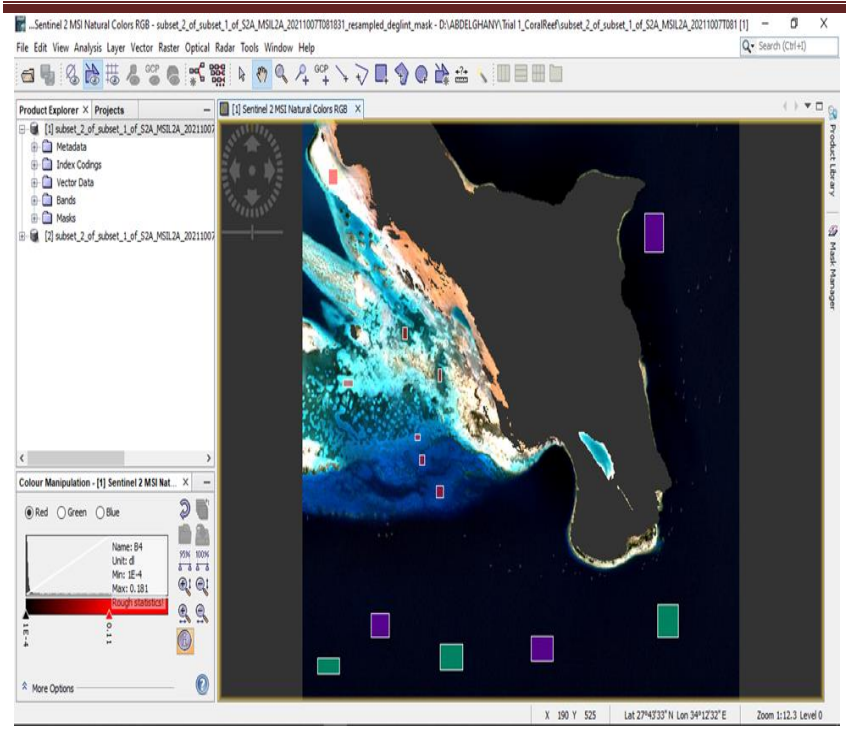
Ri الانعكاس من النطاق الطيفي المرئي.

bi منحنى الانحدار.

RNIR قيمه النطاق الطيفي للأشعة تحت الحمراء.

MinNIR أقل قيمه للأشعة تحت الحمراء في العينة.

تم إنشاء مجموعه من المضلعات المغلقة Polygons فوق مساحات من الصورة تحتوي على بريق الشمس، وتم رسمها فوق مناطق المياه العميقة كما بالشكل التالي حيث لا يوجد انعكاس متوقع للقاع وفى هذه الحالة فإن جميع انعكاسات الأشعة تحت الحمراء NIR تعزى إلى لمعان الشمس Deglint. ينتج عن الخوارزمية في غالبية مناطق الأراضي قيمة سالبة وبالتالي يتكون القناع تلقائيًا، وتلي ذلك تطبيق قناع السحابة والأرض المتبقية وقناع الغطاء الأبيض.



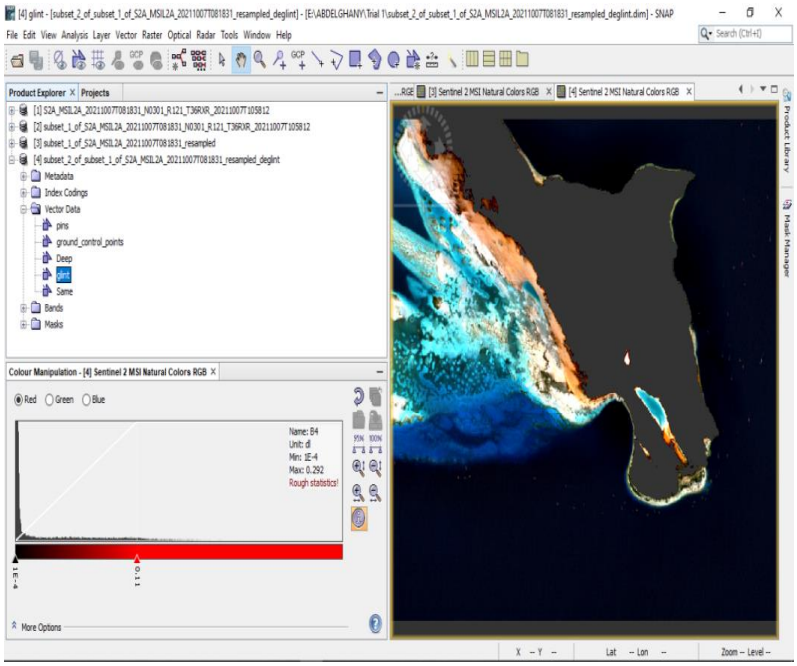
شكل رقم (٧) إنشاء مجموعه من المضلعات المغلقة Polygons فوق مساحات من الصورة تحتوي على بريق الشمس

(ز) عمل الانحدار الخطى Linear Regression

هو طريقة إحصائية يتم فيها التنبؤ بمتوسط متغير عشوائي أو عدة متغيرات عشوائية اعتماداً على قيم وقياسات متغيرات عشوائية أخرى وعليه فقد تم عمل أنحدار خطى بين سطوع نطاق الأشعة التحت حمراء القريبة NIR والسطوع في النطاق المرئي Visible لتقليل بريق الشمس أو السطوع Deglint في نطاق الطول الموجي المرئي Visible، باستخدام مجموعة عينات من البكسلات، والتي تكون متجانسة فى عدم وجود بريق الشمس (مثل المياه العميقة) بالنسبة إلى وحدات البكسلات الأخرى.

يلى ذلك استخدام ميل الانحدار لتوقع السطوع في النطاق المرئي والذي يمكن الوصول إليه إذا كان لتلك البكسلات القيمة الأدنى للأشعة التحت حمراء القريبة MinNIR الموجودة في العينة كما يتضح من الشكل التالي.

والشكل رقم (٨) يوضح إزالة بريق الشمس من سطح البحرDeglint (يظهر باللون الأسود الداكن) وعمل قناع على الجزيرة حتى لا تتداخل القيم بين البحر وشبه جزيرة رأس محمد.

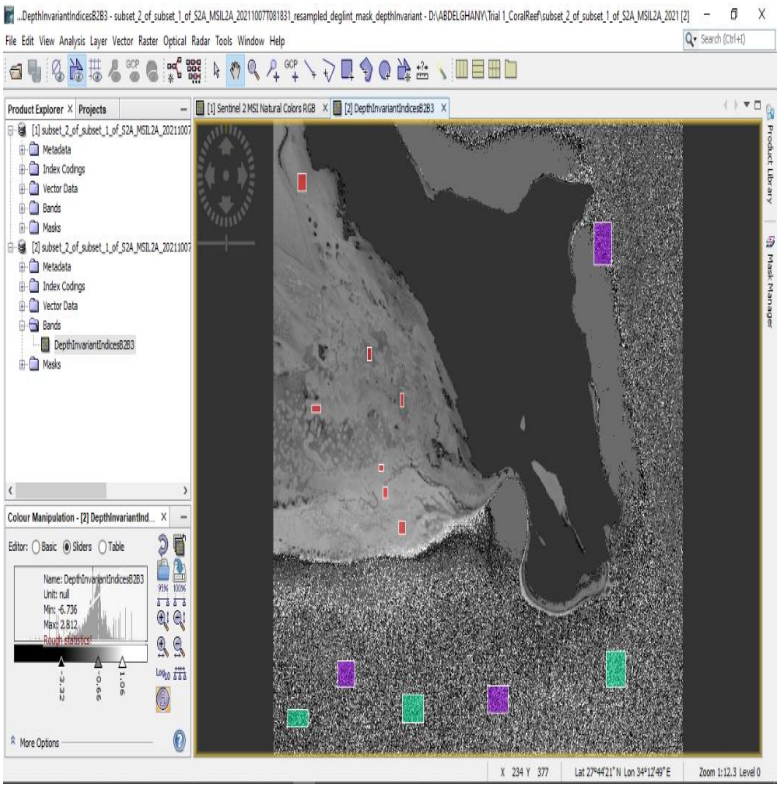


شكل رقم (٨) يوضح إزالة بريق الشمس من سطح البحر و عمل القناع Mask

(ح) عمل قناع للأراضي والسحب و الغطاء الأبيض:

خطوة أخرى أساسية للمعالجة المسبقة هي إخفاء الأرض، والغطاء الأبيض (قمة رغوة البحر فوق الأمواج) بعمل مضلعات مغلقه إضافية Polygons داخل New Vector Data Container في مناطق المرئية المختلفة، وكذلك على السحب والظلال السحابية.

تشير هذه المضلعات إلى المعالم الساطعة التي يمكن تحديدها اعتماداً علي حقيقة ثابته علمياً مفادها أن الأطوال الموجية القريبة من الأشعة تحت الحمراء لا تخترق الماء، لذلك إزالة اللمعان Deglint مهم جداً حيث تظهر مناطق الماء الصافية مظلمة للغاية. عادة ما تكون الغيوم والبقعات البيضاء والأرض مرتفعة الانعكاس في NIR، لذلك يمكننا تعيين عتبة لإخفائها كما بالشكل التالي:

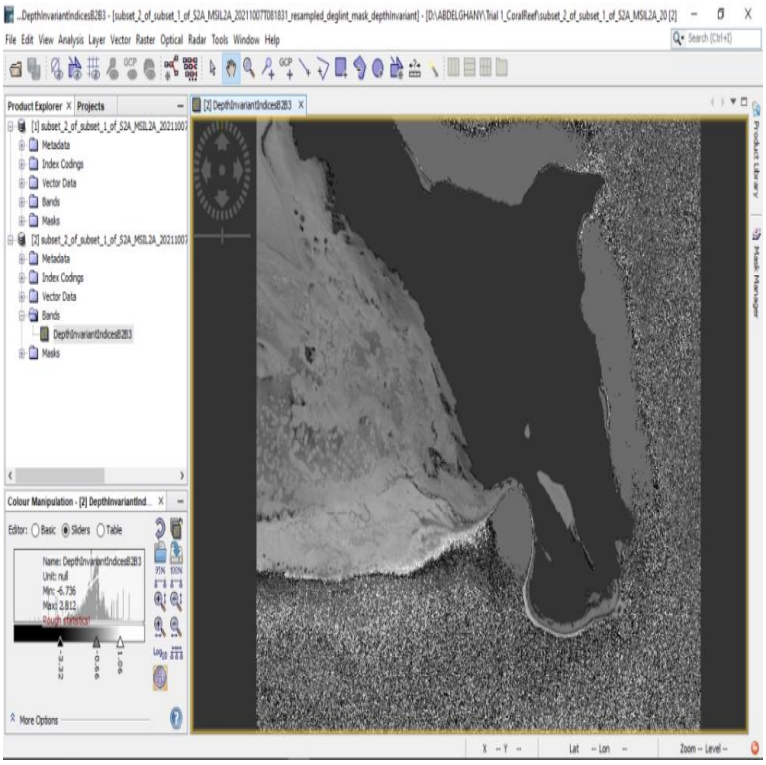


شكل رقم (٩) عمل قناع للأراضي والسحب والغطاء الأبيض

(ط) إظهار طبوغرافيه قاع البحر:

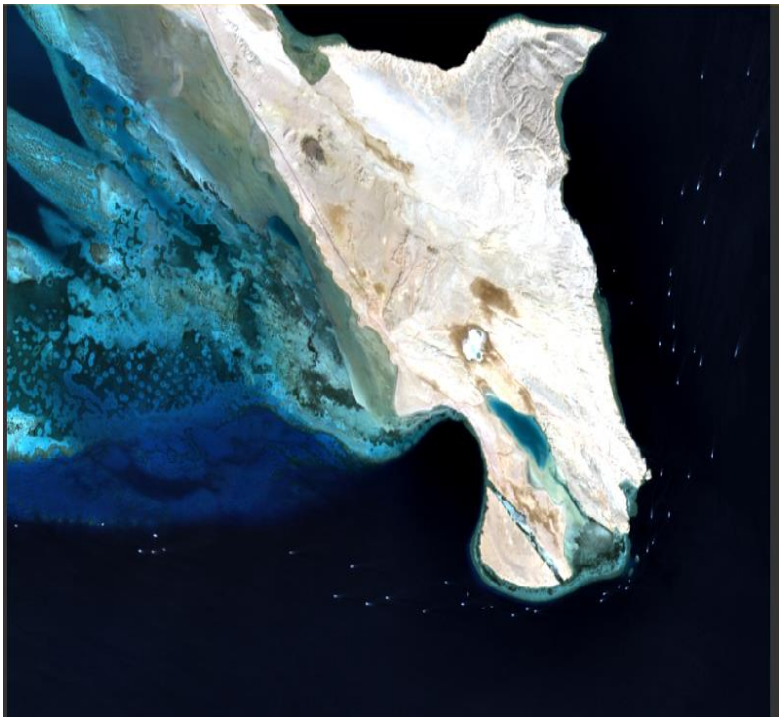
تظهر القيم الصحيحة Valid values بعد عمل قناع للأراضي والسحب و الغطاء الأبيض وظهور المناطق الضحلة بقاع البحر حيث تمتص جزيئات الماء الأشعة تحت الحمراء

والأشعة الحمراء و فوق البنفسجية أولاً، ثم تمتص الأشعة الصفراء والخضراء والبنفسجية. بينما تنفذ الأشعة الزرقاء إلى مدى أبعد وأقل امتصاص للأشعة المرئية هو امتصاص الضوء الأزرق، مما يمنحه أكبر عمق اختراق للبحر أو المحيط وينتقل ضوء الشمس الذي يدخل المياه لمسافة ١٠٠٠ متر في المحيط في ظل الظروف المناسبة، ولكن نادرًا ما يكون هناك أي ضوء يتجاوز ٢٠٠ متر وبشكل عام يخترق ضوء الشمس (الأشعة الزرقاء) مياه البحر حتى يصل إلى القاع وينعكس حسب طبيعة طبوغرافيه سطح القاع ومكوناته. بينما لا تظهر المناطق الأخرى والتي تقع خارج الاهتمام سوى قيم الضوضاء (يمين واسفل المرئية). بعد كل تلك المعالجات يمكننا الآن المضي قدمًا في استخدام أدله أو مؤشرات العمق الثابتة كمدخل أو تصنيف البيئة البحرية.



شكل رقم (١٠) يوضح طبوغرافيه قاع البحر

بعد إجراء جميع التقنيات السابق الإشارة عنها تم الحصول على مرئيه صافيه خاليه من كل الضوضاء وكذلك من السحب والظلال السحابية وبالتالي أمكن رؤيه سرب من السفن الصغيرة والتي تحيط بالمحمية بغرض السياحة إلا أنها تساهم أيضا في التلوث من خلال عوادمها ومخلفاتها كما بالشكل رقم (١١)



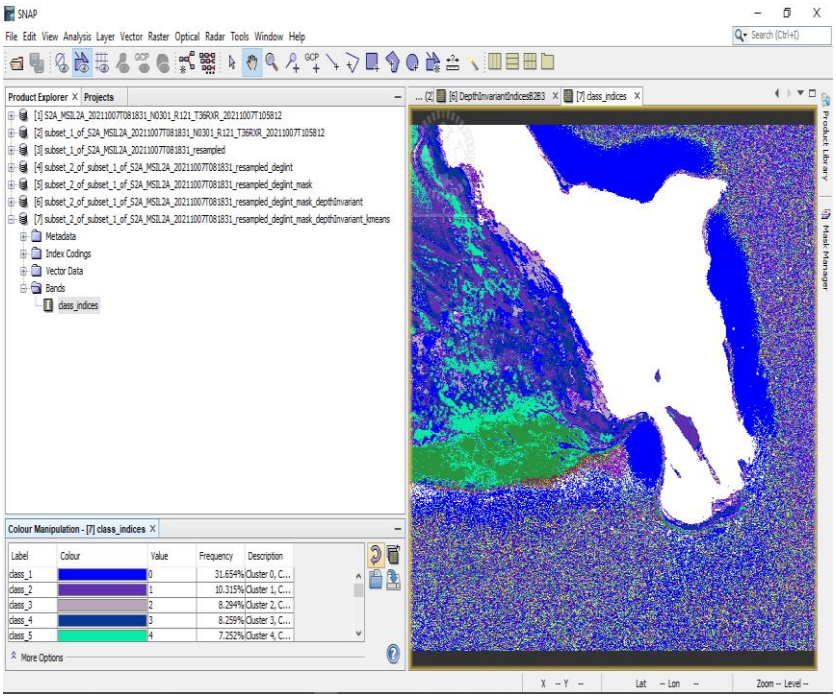
شكل رقم (١١) سرب من السفن الصغيرة (النقط البيضاء) والتي تحيط بالمحمية بغرض السياحة بعد التخلص من الضوضاء Noise وظهور البحر باللون الداكن

(ي) أدلة أو مؤشرات العمق الثابت Depth invariant indices

يعد حساب أدله أو مؤشرات العمق الثابت خطوة لتصحيح عمود الماء وتعتبر خطوة معالجة مسبقة مفيدة لتصنيف الأعماق. من أجل حساب مؤشرات العمق الثابتة، تم اختيار

نطاقات طيفيه تسمح باختراق الأشعة للماء لملاحظه مظاهر القاع تحت سطح الماء Sea bottom.

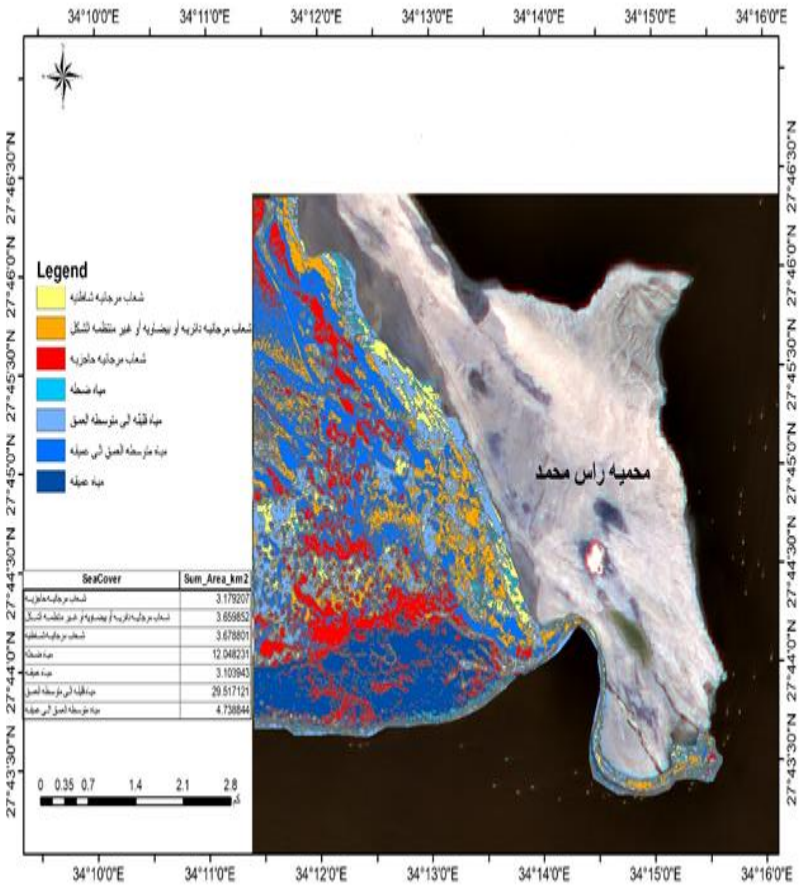
تعتبر النطاقات الطيفية من ١-٣ في مرئية Sentinel-٢ هي الأكثر فائدة لتحقيق ذلك الغرض،,على الرغم من أن النطاقات الطيفية من ١-٥ يمكن أن تفي بالغرض ولكن بشكل اقل. ولمعرفه أدلة أو مؤشرات عمق الماء فإنه ليس ضرورياً معرفة معاملات أعاقة و تقليل أو توهين الانعكاس coefficients of individual water attenuation بواسطه الماء في النطاقات الطيفية المحددة، لكن تم معرفة النسبة بينهم من خلال دراسة البصمات الطيفية للمكونات، وعليه فقد تم تصنيف أدلة العمق الثابت في رتب توضح أنواع وتوزيع الشعاب المرجانية وتصنيف الأعماق لمياه البحر باستخدام عينة بكسلات من كل عمق و على أعماق مختلفة كما بالشكل رقم (١٢).



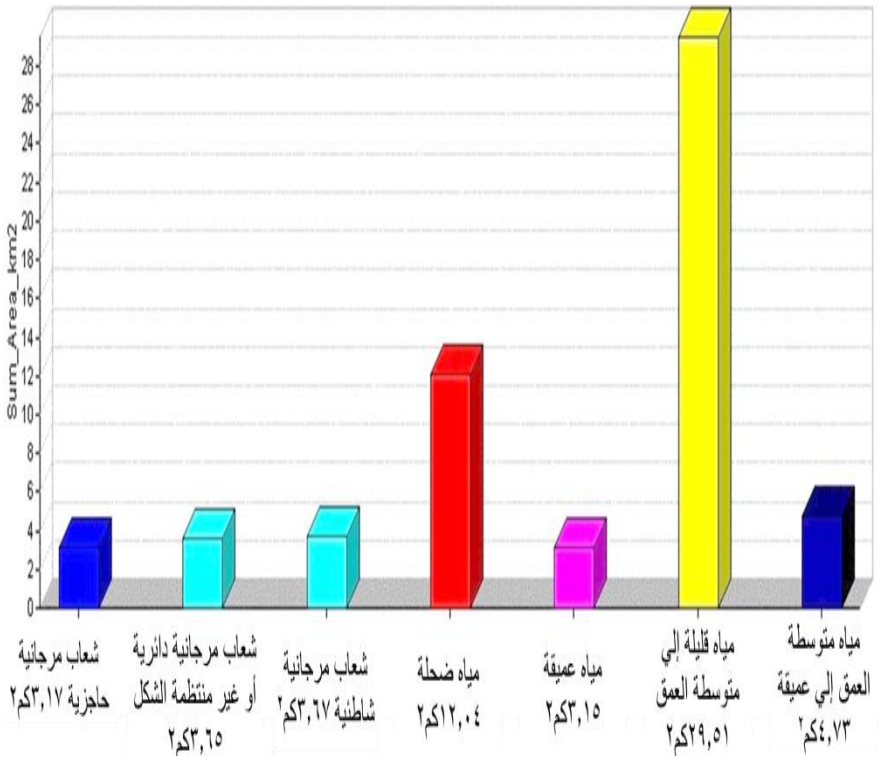
شكل رقم (١٢) تصنيف أدلة العمق الثابت فى رتب توضح انواع وتوزيع الشعاب المرجانية وتصنيف الأعماق

(ك) الإنتاج النهائي لخريطة الشعاب المرجانية بمنطقه الدراسة:

تم إنتاج خريطة الشعاب المرجانية باستخدام برنامجي ENVI ٥,٦ وبرنامج ARCGIS ١٠,٨ علي النحو التالي:



شكل رقم (١٣) توزيع الشعاب المرجانية على ساحل محميه رأس محمد



شكل رقم (١٤) توزيع الشعاب المرجانيه على ساحل محميه رأس محمد بيانيا

النتائج:

١- يصل إجمالي مساحة الشعاب المرجانية ٤١ كم٢، أي ما يعادل ٣٠٪ من جملة مساحة منطقة الدراسة.

٢- تم التوصل من خلال الدراسة الميدانية وتحليل المرئيات الفضائية يتضح تقطع الأطر المرجانية في مناطق الشروم البحرية بالتحديد عند خليج المراسي وكذلك أمام مصبات الأودية بمنطقة الدراسة نتيجة لصرف مياه السيول التي تعمل علي التقليل من درجة ملوحة المياه.

٣- إنشاء خريطة من الاستشعار من البعد للتوزيع الجغرافي لأنواع الشعاب المرجانية الرئيسية بمنطقة الدراسة.

٤- تم إنتاج خريطة أنواع الشعاب المرجانية وتحديد مساحتها باستخدام المرئيات الرادارية .

المراجع

أولاً: المراجع العربية:

١- أحمد زايد عبد الله (٢٠٠٦). "المخاطر الجيومورفولوجية بمراكز العمران علي ساحل البحر الأحمر في مصر"، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة.

٢- أمنية عبد الحميد حسن الخطيب(٢٠٠٧). "التغيرات البيئية في منخفض وادي الريان" دراسة جغرافية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة أسيوط.

٣- جهاز شئون البيئة (٢٠١١). "تقرير حالة البيئة في مصر والتنوع البيلوجي"، وزارة الدولة لشئون البيئة.

٤- جودة فتحي التركماني (١٩٨٧). "إقليم ساحل خليج العقبة في مصر"، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة القاهرة.

٥- طارق كامل فرج (٢٠٠٥). "جيومورفولوجية الشعاب المرجانية في البحر الأحمر مصر"، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة حلوان.

٦- قطاع المحميات الطبيعية (بدون تاريخ). "المحميات الطبيعية في مصر" قطاع جنوب سيناء، نشرة المحميات الطبيعية، الإدارة المركزية لحماية الطبيعة، جهاز شئون البيئة.

٧- ***Benton, M.J., Xie, S., (٢٠١٤).*** Defining the discipline of geobiology. National Science Review١, PP.٤٨٣–٤٨٥.

٨- ***CrossLand, C.J. (١٩٨٨).*** "The Reef Sat Ghardaga", Red Sea, proc, Zool, Soc, London, Vol, ١٠٨.

٩- ***Davies, J.L., (١٩٨٠).*** "Geographical Variations in Coastal Development", Longman, second edition, London.

١٠- ***Guilcher, A., (١٩٨٨).*** "Coral Reef Geomorphology", John Wiley & sons.

١١- ***Hedley, J.D., Harborne, A.R., and Mumby, P.J. (٢٠٠٥).*** Technical note: Simple and robust removal of sun glint for mapping shallow water benthos. Int. J. Remote Sens. ٢٦, ٢١٠٧–٢١١٢.

١٢- ***Kiflaw , M. , Belmaker, J. , Brokovich, E., Einbinder,S. and Holzman,R.(٢٠٠٦).*** " The determinants of species richness of arelatively young coral-reef ichthyofauna," Journal of Biogeography (J. Biogeogr.) V.٣٣, ١٢٨٩–١٢٩٤.

١٣- ***Miththapala, S. (٢٠٠٨).*** "Coral Reefs," Coastal Ecosystems Series (Vol.١) PP١-٣٦.

١٤- ***Sheppard, C.,& , Susan, M. W., (١٩٨٨).*** "Coral Reef of the World, Indian ocean, Red Sea and Gulf", UNEP Regional Seas Reports and Studies, vol. ٢.

١٥- ***Viles, H.A., (١٩٩٥).*** Ecological perspectives on rock surface weathering: towards a conceptual model. Geomorphology ١٣, ٢١–٣٥.