مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية
المجلد (10)، العدد (2) (ديسمبر-2024)

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

DOI: https://doi.org/10.59743/jmset.v10i2.214

دراسة لخصائص الرمال الشاطئية المتراكمة على الشاطئ شرق وادي كعام بمدينة زليتن ومقارنتها بالمواصفة الليبية القياسية لمواد البناء

علي يوسف عكاشة[1، 2، *]، علي عبد السلام طويهر[3]، و خالد محمد بوشناف[4]

[1] قسم علوم البيئة، كلية العلوم، الجامعة الأسمرية الإسلامية، زليتن، ليبيا.

[2] المركز الليبي لدراسات وبحوث علوم وتكنولوجيا البيئة، فرع المنطقة الوسطى، زليتن، ليبيا.

[3] شركة الهروج للعمليات النفطية، ليبيا.

[4] قسم علوم البيئة، كلية العلوم، جامعة المرقب، الخمس، ليبيا.

[*] البريد الإلكتروني: a.okasha@asmarya.edu.ly

A Study of the Properties of Beach Sand Accumulations on the Coast East of Wadi Kaam, Zliten City, and a Comparison with the Libyan Standard Specifications for Construction Materials

Aly Y. Okasha[1, 2, *], Ali A. Tuwaihir[3], and Khaled M. Boushnaaf[4]

[1] Department of Environmental Science, Faculty of Science, Alasmarya Islamic University, Zliten, Libya.

[2] Libyan Center for Studies and Research of Environmental Science and Technology, Central Region Branch, Zliten, Libya

[3] Harouge Oil Operations Company, Libya.

[4] Department of Environmental Science, Faculty of Science, Elmergib University, Khoms, Libya.

Received: 06 July 2024; Revised: 09 September 2024; Accepted: 22 November 2024.

الملخص

تعد منطقة شرق وادي كعام في مدينة زليتن من أهم مصادر الرمال البحرية المتحركة، بفعل الرياح في غرب ليبيا، حيث أن كميات كبيرة من الرمال يتم إنتاجها من مناطق مختلفة على الشاطئ وتترسب على شكل كثبان رملية متحركة ومتراكمة في نقاط متعددة على الساحل في هذه المنطقة التي توجد بها الأنشطة البشرية الرئيسية مثل الطرق الساحلية والأنشطة الزراعية والمصانع، ولذلك فإن هذه الرمال المتحركة هي دائمًا سبب لكثير من المشاكل، على الرغم من استخدامها كمواد خام مهمة للبناء، وتتمثل الأهداف الرئيسية لهذه الدراسة في استخدام تقنيات علمية خاصة لتحسين فهمنا للخصائص الفيزيائية والكيميائية لرمال البحر المتحركة واقتراح الحلول المناسبة لمشاكلها. في هذه الدراسة، تم تحديد خمسة مواقع بجانب شاطئ البحر من مصب الوادي إلى مرسى زليتن لجمع العينات وهي موقع شاطئ كعام وموقع شاطئ القزاحية وموقع شاطئ الهشم وموقع الكثبان الرملية وموقع غرب محطة التحلية وموقع نادي زليتن البحري؛ بمعدل ثلاث نقاط من كل موقع كمصدر للعينات، كما تم جمع عينات أخرى من مواقع للرمال المتراكمة في المنطقة علي شكل كثبان رملية بعيدة عن الشاطئ، وتم تحليل أهم الخواص الفيزيائية لهذه العينات مثل تحليل الكثافة الظاهرية، والكثافة الحقيقية، والمسامية، وتحليل الحجم الحبيبي، وتحليل بعض الخواص الكيميائية مثل الأس الهيدروجيني والموصلية الكهربائية والكلوريد والكبريتات والصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والماغنيسيوم والمحتوى العضوي. أظهرت نتائج الدراسة فرقاً معنوياً بين الخواص الفيزيائية والكيميائية لعينات الرمل على شاطئ البحر مقارنة

مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية
المجلد (10)، العدد (2) (ديسمبر–2024)

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

عكاشة وآخرون، 2024

بالخواص المأخوذة من الكثبان الرملية نظراً لتعرضها للغسيل بفعل مياه الأمطار، وتبين من نتائج الدراسة أنه يمكننا استخدام هذه الرمال في عمليات البناء سواء لإنتاج الطوب الإسمنتي أو صب الخرسانة.

الكلمات الدالة: كثبان رملية، رمال شاطئية، وادي كعام، خرسانة، زليتن، ليبيا.

Abstract

The area east of Wadi Kaam in the city of Zliten is considered one of the most significant sources of wind-driven marine sand in western Libya. Large quantities of sand are generated from various sections of the coastline and are deposited as mobile and accumulated dunes at multiple locations along the coast. This area hosts major human activities, including the coastal highway, agricultural activities, and industrial facilities. Consequently, these moving sands constitute a persistent source of numerous problems despite their importance as a valuable raw material for construction purposes. The primary objectives of this study were to employ specialized scientific techniques to enhance the understanding of the physical and chemical characteristics of mobile beach sands and to propose suitable solutions to the problems associated with their movement and accumulation. Five sampling sites were selected along the coastline, extending from the mouth of Wadi Kaam to Zliten Marina. These included Kaam Beach, Al-Qazzahiya Beach, Al-Hashm Beach, the Sand Dunes Site, the area west of the Desalination Plant, and the Zliten Marine Club. Three sampling points were established at each site as sources of beach sand samples. Additional samples were collected from inland sand accumulations in the form of dunes located away from the shoreline. The collected samples were analyzed to determine their key physical properties, including bulk density, particle density, porosity, and grain-size distribution. In addition, several chemical properties were examined, including pH, electrical conductivity, chloride, sulfate, sodium, potassium, calcium, magnesium, and organic matter content. The study results revealed significant differences in the physical and chemical properties of beach sand samples compared with those obtained from dunes, mainly due to the leaching effects of rainfall. The findings further indicated that these sands are suitable for use in construction activities, including the production of cement blocks and concrete casting.

Keywords: *Dunes, Beach sand, Wadi Kaam, Concrete, Zliten, Libya.*

1. المقدمة

تنتج أو تتراكم الرمال في المناطق الساحلية من تعرية وتجوية الصخور الشاطئية، التي يتم نقلها مع السيول والرياح إلى الشواطئ بحيث تترسب وتتكدس فيها وبذلك تكون الرمال الشاطئية، وتتميز الشواطئ الرملية بمناظر جميلة وتعتبر مناطق للاستجمام والاسترخاء وأماكن للترفيه إذ يتم استغلالها في السياحة، ولكن عندما تتراكم الرمال الشاطئية في مناطق معينة بكميات كبيرة وتتحرك بفعل الرياح إلى خارج مناطق تواجدها الطبيعية فإنها تسبب في الكثير من المشاكل للسكان من قفل للطرقات وتغطية الأراضي الزراعية والمناطق السكنية كما هو الحال في المنطقة شرق وادي كعام إضافة إلى احتمال تسببها في أمراض الجهاز التنفسي كالحساسية والتليف الرئوي.

تظهر الدراسات التي أجريت على جميع المناطق التي تغطيها الكثبان الرملية في العالم أن مشكلة الزحف مرتبطة ارتباطًا وثيقًا بحركة الكثبان الرملية وتنتشر هذه المشكلة حول صحراء شمال إفريقيا خاصة في المناطق القريبة من الموارد الطبيعية والنشاط البشري، حيث تواجه معظم دول شمال إفريقيا مشاكل حادة ناتجة عن زحف الكثبان الرملية التي تشكل حركتها المراحل النهائية للتصحر وتعاني من الكثبان الرملية التي تهدد الأراضي الزراعية والمراعي الطبيعية والمنشآت الاقتصادية والاجتماعية في المنطقة (عكاشة وآخرون، 2008).

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

كما تشير دراسات الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ من عشرات السنين إلى أن أنظمة الطقس العالمية قد تتغير جزئياً بسبب الأنشطة البشرية، وأن خطط إدارة السواحل بالإضافة إلى الأعمال الهندسية وهياكل الحماية المصممة لمواجهة تأثيرات الرياح والامواج يفترض أن تتعامل خلال فترة حياتها التصميمية مع التغيرات الناتجة عن العمليات والتدخلات البشرية بحيث يأخذ الجهاز الهيكلي المناسب في الاعتبار حجم طاقة الأمواج المتوقع في الموقع، وبذلك لا يصمم المهندس لفترات زمنية أطول من 100 عام (Houghton *et al*., 1996).

تغطي الكثبان الرملية مساحات شاسعة من العالم، بعضها يشكل تهديداً كبيرا للمدن والقرى وشبكات الطرق والمزارع ومصادر المياه والري والمراعي، وعلى الرغم من الجهود المبذولة للحد من حركتها، تشير الدراسات إلى أن حركة الكثبان الرملية مستمرة، وقد وجدت معظم الدراسات حول زحف الكثبان الرملية أن النسبة الأكبر من الكثبان الرملية تقع في مناطق الجفاف شبه القاحلة والقاحلة الشديدة في جميع أنحاء العالم (Wang *et al*., 2004; Mastronuzzi & Sansò, 2002; Herrmann, 2002). فوفقًا لدراسات التصحر التي أجريت في عام 1995 تبين أن الرمال غطت المناطق القاحلة 18.3 مليون كيلومتر مربع، واحتلت المناطق القاحلة 22.4 مليون كيلومتر مربع، ومناطق الجفاف الشديد حوالي 6.64 مليون كيلومتر مربع (شاور وآخرون، 1995). فعلى سبيل المثال تتعرض تونس أيضًا إلى زحف الكثبان الرملية التي أدت إلى تغطية حوالي 800 ألف هكتار من الأراضي الزراعية، كما تجاوزت الكثبان أكثر من 5,000 مزرعة نخيل في جنوب المغرب، مما أدى إلى انخفاض الإنتاج الزراعي بنسبة تتراوح بين 55–80٪ (FAO, 2007). وقد تأثرت ليبيا أيضا بهذه الظاهرة حيث تشير الدراسات إلى أن إجمالي الأراضي في شمال غرب ليبيا التي غُطيت بالرمال خلال عام 1952 بلغت أكثر من 250 ألف هكتار، كان معظمها في السابق من المناطق الزراعية الأكثر خصوبة في هذه المنطقة، وهذه الظواهر تهدد النقل على طول الساحل الليبي، وأن المنطقة الغربية لليبيا بأكملها كانت تعاني من هجرة الكثبان الرملية (Abdel Galil *et al*., 2007; Elatrash *et al*., 2006).

تقع منطقة الدراسة شرق شاطئ وادي كعام والذي تحدث فيه عمليات كبيرة لنقل الرسوبيات إلى البحر، وبالتالي ينتج في هذه المنطقة كميات كبيرة من الرمال التي تترسب في المنطقة شرق شاطئ الوادي وتنقل بواسطة الأمواج والرياح لتتراكم بشكل كبير في نقاط محددة على طول ساحل المنطقة، ومن خلال المشاهدة العينة لما سببته الرمال الشاطئية المتراكمة في منطقة الدراسة من الكثير من المشاكل لسكان المنطقة من تغطية الأراضي والمزروعات وقفل للطرقات خاصة طريق كعام والتي من المفترض بها أن تكون طريقاً حيوياً وهاماً يساعد في الوصول بسرعة ويسر بعيدا عن زحام المدينة إلى مستشفى زليتن وكلية العلوم ومرسي الصيد بالمدينة، وتهدف هذه الدراسة إلى تحديد الخواص الفيزيائية والكيميائية للرمال، وأيضا معرفة تركيبها ونوعها وإمكانية الاستفادة منها كمواد بناء.

2. المواد وطرق العمل

1.2. منطقة الدراسة وتجميع العينات

تقع منطقة الدراسة شمال غرب ليبيا شرق وادي كعام بمدينة زليتن في المنطقة الممتدة من مرسى المدينة حتى وادي كعام والواقعة بين خطي طول 48.47" 26' 14° و17.71" 34' 14° شرقا ودائرتي عرض 41.54" 31' 32° و1.70" 30' 32° شمال، حيث تم جمع عينات الرمال والرسوبيات المتراكمة في المنطقة الممتدة من وادي كعام شرقا وحتى مرسي زليتن لصيد الأسماك غربا، وقد تم اختيار هذه العينات لتمثيل طابع الرمال بشكل عادل على منطقة الدراسة حيث تم تقسيم موقع الدراسة إلى 5

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

مناطق ممثلة للشـــاطئ الرملي بالمنطقة، وجمعت ثلاث عينات من على مســـافات متفاوتة في كل موقع تبعد كل منها عن الأخرى مسـافة 500 متر، بالإضـافة إلى ثلاث عينات ممثلة للكثيب الرملي احداها من على السـطح والثانيتان من جانبي الكثبان الرملية جهة الرياح والجهة المدابرة لاتجاه الرياح، وقد أخذت الإحداثيات الجغرافية لجميع المواقع التي أخذت منها العينات بواســطة جهاز تحديد الموقع (GPS) من نوع Germin وموديل Etrex 10 ويمثل الجدول (1) مواقع أخذ العينات.

جدول 1. إحداثيات مواقع أخذ عينات الرمال

موقع العينة		رمز العينة	الموقع شمالا	الموقع شرقا	ملاحظات
شاطئ كعام	موقع1	B 110	32°31'38.40"شمال	14°10'56.10"شرق	----
	موقع2	B 120	32°31'31.30"شمال	14°27'6.30"شرق	----
	موقع3	B 130	32°31'26.50"شمال	14°27'15.00"شرق	----
شاطئ القزاحية	موقع1	B210	32°30'57.90"شمال	14°28'2.00"شرق	----
	موقع2	B 220	32°30'53.40"شمال	14°28'10.30"شرق	----
	موقع3	B 230	32°30'48.90"شمال	14°28'21.70"شرق	----
شاطئ الهشم	موقع1	B 310	32°30'23.10"شمال	14°30'6.40"شرق	----
	موقع2	B 320	32°30'21.70"شمال	14°30'19.20"شرق	----
	موقع3	B 330	32°30'20.40"شمال	14°30'32.40"شرق	----
الكثبان الرملية	موقع1	D 010	32°30'13.90"شمال	14°30'10.60"شرق	الجهة المقابلة للبحر
	موقع2	D 020	32°30'14.20"شمال	14°30'11.10"شرق	أعلى الكثيب الرملي
	موقع3	D 030	32°30'17.50"شمال	14°30'11.70"شرق	الجهة المدابرة للبحر
غرب محطة التحلية	موقع1	B 410	32°30'16.70"شمال	14°31'23.00"شرق	----
	موقع2	B 420	32°30'13.20"شمال	14°31'37.70"شرق	----
	موقع3	B 430	32°30'11.10"شمال	14°31'50.60"شرق	----
نادي زليتن البحري	موقع1	B 510	32°29'55.60"شمال	14°33'45.60"شرق	----
	موقع2	B 520	32°29'52.90"شمال	14°33'58.00"شرق	----
	موقع3	B 530	32°29'56.80"شمال	14°34'6.40"شرق	----

2.2. الاختبارات المعملية

عد تجميع عينات الرمال وتجفيفها تم تحليل الخصـــائص المختلفة لهذه الرمال والتي تمثلت في الكثافة الظاهرية (Bulk density) والتي قدرت بطريقة الأســـطوانة (Singh, 1980)، الكثافة الحقيقية (Particle density) وقدرت باســـتخدام قنينة الكثافة (Singh, 1980)، التوصـــيل الكهربائي Soil electrical conductivity (EC) وتم قياســـه لمعلق 1:1 (تربة: ماء) وفقا للطريقة التي ذكرها Page (1982) وباســـتخدام جهاز Conductivity Meter نوع Jenway موديل 4520، الأس الهيدروجيني وتم قياســـه لمعلق 1:1 (تربة: ماء) وفقا للطريقة التي ذكرها Page (1982) وباســـتخدام جهاز pH meter نوع Hanna موديل Hi 8014 Soil pH، المحتوى العضـــوي Soil organic matter content وتم تحديدها وفقا لطريقة Walkley & Black (1934) والمعدلة الموصـــوفة في Page (1982) وذلك بالأكســـدة بثنائي كرومات البوتاســـيوم ومعايرة المتبقي، كربونات الكالسيوم وقيست بطريقة المعايرة الخلفية الموصوفة فيCalcium Carbonate (Page, 1982)، الكبريتات Sulphate قدرت في مســـتخلص التربة (1: 2.5؛ تربة: ماء) حســـب طريقة Turbidimeter المذكورة من قبل Page (1982)، الكلوريد Chloride قيس في مســـتخلص ومحلول التربة من خلال نســـبة مزج (1: 2.5؛ تربة: ماء)، طبقاً لطريقة

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

موهر، الصوديوم والبوتاسيوم (Sodium & Potassium) تم تحديد تركيزهما في محلول التربة باستخدام جهاز Flame photometer نوع Gorning، موديل 4100، الكالسيوم والماغنيسيوم Calcium & Magnesium قدر تركيزهما في محلول التربة بالمعايرة مع محلول EDTA، التحليل الحجمي للحبيبات Sand grains تم باستخدام تقنية الغربلة الجافة وفقا لما ذكره Folk (1974)، باستخدام المناخل، (4.750 مم، 2.360 مم، 1.180 مم، 0.600 مم، 0.300 مم، 0.150 مم، 0.75 مم، 0.63 مم).

3. النتائج والمناقشة

1.3. الكثافة الحقيقية

تظهر نتائج تحليل كثافة العينات المبينة في الجدول (2) أن كثافة عينات الرمل تراوحت بين 2.69 جم/سم^3 إلى 2.57 جم/سم^3، وهذه القيم كانت أقل مقارنة بنتائج برادي (1974) التي ذكرت أن الكثافة الصلبة للتربة الرملية هي2.89 جم/سم^3 ويمكن أن يُعزى هذا الاختلاف إلى أن رمال الشواطئ بها نسبة كربونات الكالسيوم أعلى بسبب وجود بقايا أصداف الكائنات البحرية الميتة، حيث أن كثافة الكربونات أقل من كثافة الكوارتز ويرجع ذلك لعنصر الكوارتز لأنه أثقل من الكربونات ويشكل عنصر Si أصل العناصر.

كما تبين من النتائج أنه لا يوجد فروق معنوية (P>0.05) بين كثافة العينات في مواقع أخذ العينات وبين موقع العينة في نفس المنطقة، وذلك لأنها قريبة من بعضها ولا توجد مسافات بينها واحتوائها على محتوى عالي من الرطوبة لقربها من البحر فعلى سبيل المثال في عينة شاطئ كعام كانت كثافة الرمال الصلبة 2.69 جم/سم^3 في الموقع 1، بينما كانت في الموقع 2 والموقع 3 2.67 و2.67 جم/سم^3 على التوالي، ويستمر هذا النمط في جميع مواقع أخذ العينات (الجدول 2). كذلك كان الفرق بين مواقع أخذ العينات غير معنوي (P>0.05)، فعلى سبيل المثال، كانت الكثافة للعينات من المنطقة الواقعة غرب محطة التحلية 2.51 و2.64 و2.65 جم/سم^3 في الموقع 1والموقع 2 والموقع 3 على التوالي، بينما كانت 2.58 و2.61 و2.62 جم/سم^3 في الموقع 1 والموقع 2 والموقع 3 في العينات المأخوذة من شاطئ منطقة القزاحية على التوالي، علاوة على ذلك كانت الكثافة للكثبان الرملية 2.58 و2.57 و2.58 جم/سم^3 في الموقع 1 والموقع 2 والموقع 3 على التوالي (الجدول 2).

2.3. الكثافة الظاهرية

تراوحت الكثافة الظاهرية لعينات الرمل بين 1.27 جم/سم^3 إلى 1.73 جم/سم^3، تغيرت هذه الكثافات بين المواقع في شاطئ كعام ومنطقة الهشم والشاطئ غرب محطة التحلية، فقد كانت الكثافة الظاهرية للرمل في شاطئ كعام 1.33، 1.61 و1.50 جم/سم^3 في الموقع 1، 2 و3 على التوالي. كما كان الفرق بين موقع أخذ العينات في منطقة القزاحية ومنطقة نادي زليتن البحري غير معنوي (P>0.05) ويرجع السبب في ذلك الى قربها من مياه البحر كما هو موضح في الجدول 2، على سبيل المثال، كانت الكثافة الظاهرية للرمل في نادي زليتن البحري 1.58 جم/سم^3، 1.53 جم/سم^3 و1.55 جم/سم^3 في المواقع 1، 2، 3 على التوالي، وتظهر النتائج أيضا ان الرياح تلعب دورًا مهمًا في توزيع حبيبات الرمال وفقا لحجمها في الكثبان الرملية مما يؤثر في قيمة الكثافة الظاهرية للرمال، حيث تنقل الرياح الرمل الناعم من جانب الكثبان الرملية المواجه للبحر إلى الجانب الآخر مما قد يؤثر على الكثافة الظاهرية، حيث تراكمت الأجزاء الخشنة من الرمل في الجانب المقابل للبحر من لكثبان الرملية بينما تراكمت الأجزاء الدقيقة من الرمل في الجانب المعاكس، وتؤدي زيادة الأجزاء الدقيقة الى زيادة الكثافة الظاهرية، وذلك لان حجمها الحبيبي يكون

مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية
المجلد (10)، العدد (2) (ديسمبر–2024)
عكاشة وآخرون، 2024
ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

جدول 2. الخصائص الفيزيائية لعينات الرمال في مواقع مختلفة من شواطئ زليتن

المواقع		الكثافة الحقيقية	الكثافة الظاهرية	المسامات	رمل خشن جداً	رمل خشن	رمل متوسط	رمل ناعم	رمل ناعم جداً	الطين والطمي
		جم/سم^3	جم/سم^3	%				%		
شاطئ كعام	موقع1	2.69	1.33	0.506	0.00	0.48	88.26	11.00	0.26	0.00
	موقع2	2.67	1.61	0.399	0.20	2.00	94.60	3.20	0.00	0.00
	موقع3	2.67	1.50	0.438	0	0.48	81.4	17.86	0.26	0.00
شاطئ القزاحية	موقع1	2.58	1.43	0.445	0.12	0.60	79.86	19.02	0.40	0.00
	موقع2	2.61	1.37	0.474	0.00	1.40	88.89	9.61	0.10	0.00
	موقع3	2.62	1.40	0.465	0.04	1.64	85.27	13.01	0.04	0.00
شاطئ الهشم	موقع1	2.58	1.54	0.404	0.08	1.00	84.00	14.80	0.12	0.00
	موقع2	2.57	1.50	0.417	0.16	1.00	60.60	37.60	0.64	0.00
	موقع3	2.58	1.44	0.444	0.14	0.60	50.06	48.80	0.40	0.00
الكثبان الرملية	موقع1	2.61	1.27	0.514	0.00	0.14	62.40	36.20	1.26	0.00
	موقع2	2.58	1.54	0.403	0.00	0.10	78.60	20.20	1.00	0.10
	موقع3	2.59	1.73	0.332	0.00	0.18	54.00	44.52	1.20	0.10
غرب محطة التحلية	موقع1	2.51	1.71	0.320	0.00	0.14	12.20	86.00	1.62	0.04
	موقع2	2.64	1.47	0.442	0.02	1.40	67.12	30.66	0.80	0.00
	موقع3	2.65	1.62	0.387	0.00	0.08	1.00	52.60	44.40	1.92
نادي زليتن البحري	موقع1	2.62	1.58	0.398	1.34	27.00	63.40	7.80	0.46	0.00
	موقع2	2.65	1.53	0.423	0.18	1.00	80.40	17.60	0.42	0.40
	موقع3	2.61	1.55	0.405	0.20	2.00	84.20	12.80	0.80	0.00

أقل من الحجم الحبيبي في باقي مواقع منطقة الدراسة، على سبيل المثال كانت الكثافة الظاهرية للكثبان الرملية المواجهة للبحر 1.27 جم/سم^3 بينما كانت في الجزء العلوي من الكثبان الرملية 1.54 جم/سم^3 وكانت هذه الكثافة 1.73 جم/سم^3 في الجانب المعاكس للبحر.

3.3. المسامية

تراوحت مسامية الرمال من 0.514 ملي دارسي إلى 0.320 ملي دارسي كما هو موضح في الجدول (2)، وكانت الاختلافات في مسامية الرمال شاطئ كعام وشاطئ منطقة الهشم والشاطئ غرب محطة التحلية كبيرة، وذلك لاختلاف الحجم الحبيبي ما بين المواقع في منطقة الدراسة على سبيل المثال، كانت هذه القيم 0.404 و0.417 و0.444 ملي دارسي في الموقع 1 والموقع 2 والموقع 3 من شاطئ منطقة الهشم على التوالي، بينما كانت المسامية 0.320 و0.442 و0.387 ملي دارسي في الموقع 1 والموقع 2 والموقع 3 من شاطئ غرب محطة التحلية على التوالي، وكان الاختلاف بين موقع أخذ العينات في شاطئ القزاحية ونادي زليتن البحري غير مهم وذلك لان قيم المسامية كانت قريبة من بعضها ويرجع السبب الى ان الرمال متقاربة في الحجم الحبيبي كما هو موضح في الجدول (2). على سبيل المثال، كانت مسامية الرمال في شاطئ القزاحية 0.445 و0.474 و0.465 ملي

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

دارسي في الموقع 1 والموقع 2 والموقع 3 على التوالي، وانخفضت مسامية الكثبان الرملية بشكل ملحوظ مع زيادة المسافة عن البحر، وذلك بسبب تعرضها لعوامل التجوية والنقل وبالتالي صغر حجم حبيبات الرمل وفي الجانب المقابل للبحر من الكثبان الرملية، حيث تراكمت الأجزاء الخشنة من الرمال، وبالتالي فإن هذه الرمال لها قيمة مسامية أعلى بلغت 0.514 ملي دارسي، في الجزء العلوي من الكثبان الرملية، كانت المسامية 0.402 ملي دارسي، في الجانب المعاكس لاتجاه البحر، تراكمت الأجزاء الدقيقة من الرمل مما قلل من قيمة المسامية إلى 0.332 ملي دارسي.

4.3. الأس الهيدروجيني

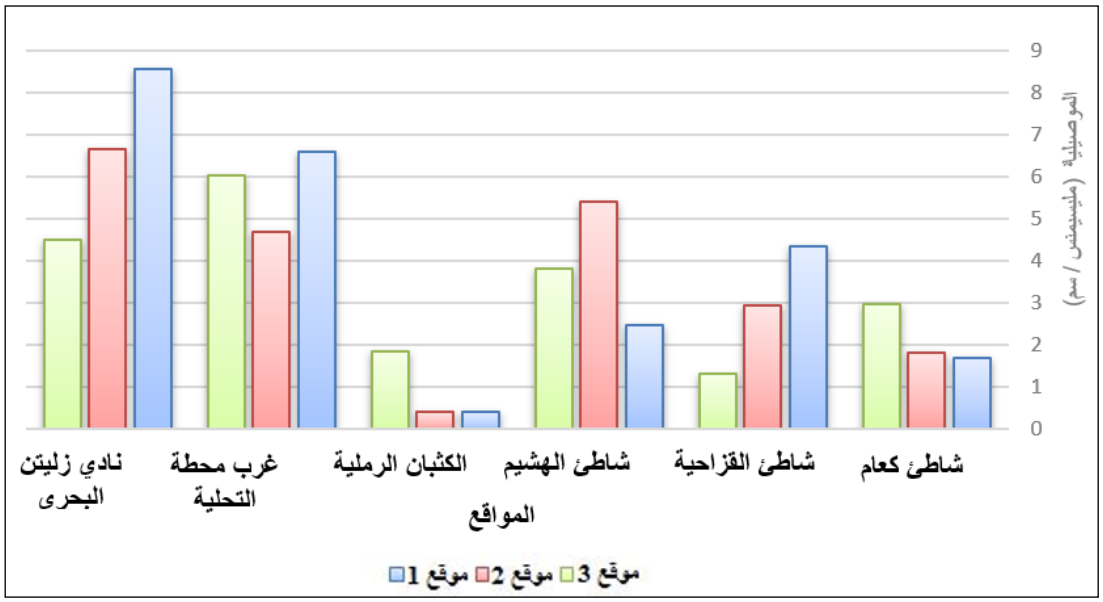
يظهر الرقم الهيدروجيني لمحاليل الرمل في الجدول (2)، أن قيم الأس الهيدروجيني تتوزع بين حموضة طفيفة في معظم العينات إلى قاعدة طفيفة، تتراوح هذه القيمة من 6.51 إلى 7.42 تقع في معدل التعادل، في موقع أخذ العينات شاطئ منطقة النادي البحري والشاطئ غرب محطة التحلية، كانت قيمة الأس الهيدروجيني قاعدية طفيفة، وكانت قيمة الأس الهيدروجيني 6.96 و7.23 و6.99 في الموقع 1 والموقع 2 والموقع 3 من شاطئ نادي زليتن البحري على التوالي، وفي الشاطئ غرب محطة التحلية، كانت قيم الأس الهيدروجيني 7.03 و7.42 و7.25 في الموقع 1 والموقع 2 والموقع 3 على التوالي، وقد انخفضت قيمة الرقم الهيدروجيني بشكل ملحوظ مع زيادة المسافة بالبعد عن البحر، وذلك لانخفاض نشاط أيون الهيدروجين ونقص رطوبة الرمال، وكانت هذه القيمة 7.09 في عينات الكثبان الرملية في الجهة المقابلة للبحر وانخفضت إلى 6.77 في قمة الكثبان الرملية وأصبحت أكثر حموضة في الجهة المعاكسة من الكثبان الرملية 6.56 وكان الرقم الهيدروجيني لعينات الرمل في شاطئ كعام وشاطئ منطقة الهشم ومنطقة القزاحية حمضيًا قليلاً، على سبيل المثال، كان الرقم الهيدروجيني 6.67 و 6.75 و 6.77 في الموقع 1 والموقع 2 والموقع 3 من شاطئ القزاحية على التوالي، ويمكن توجيه هذا السلوك في شاطئ كعام وشاطئ الهشم.

5.3. الموصلية الكهربائية

هي قدرة أي مادة على تمرير او توصيل الشحنات الكهربائية فيها وبالتالي توصيل التيار الكهربائي حيث تتغير الموصلية الكهربائية لعينات الرمل وفقا للمنطقة وموقع أخذ العينات كما هو موضح في (الشكل 1)، وكانت قيمة التوصيل الكهربائي في الكثبان الرملية هي الأدنى مقارنة بمواقع أخذ العينات الأخرى والتي كانت 0.388 ملليسيمنس/سم، 0.248 ملليسيمنس/سم، و1.8 ملليسيمنس/سم في الموقع 1 والموقع 2 والموقع 3 على التوالي، وذلك لأنها تعرضت للغسيل بفعل مياه الأمطار كانت قيمة التوصيل الكهربائي لعينات الرمل في شاطئ كعام أعلى من عينات الكثبان الرملية التي بلغت 1.66 و1.80 و2.96 ملليسيمنس/سم في الموقع 1 والموقع 2 والموقع 3 على التوالي (الشكل 1)، ويمكن أن تُعزى الانخفاض النسبي في قيمة الموصلية في عينات كعام مقارنة ببقية العينات و ذلك لقربها من الوادي وبالتالي تأثرها بالمياه العذبة التي تعمل على غسيل الرمال وتقلل نشاط الايونات فيها الذي يمكن أن يقلل الموصلية بالقرب من وادي كام ومصب المياه العذبة، كما يمكن أن تعزى الاختلافات بين أخذ عينات الموقع إلى التغيرات المحلية في الخط الساحلي وهطول الأمطار، كانت قيمة التوصيل الكهربائي لشاطئ الهشم وشاطئ القزاحية أعلى وتراوحت بين 1.29 و5.41 ملليسيمنس/سم، كانت العينات المأخوذة من منطقة نادي زليتن البحري المنطقة غرب محطة التحلية أعلى في قيمة الموصلية الكهربائية وتراوحت بين 4.49 ملليسيمنس/سم إلى 8.56 ملليسيمنس/سم (الشكل 1)، يمكن أن تنسب ارتفاع قيمة الموصلية إلى خصائص خط الساحل الفيزيائي في هذين الموقعين حيث تظهر الصخور على سطح الخط الساحلي وتمنع عودة بعض مياه البحر إلى البحر وإنشاء برك مياه صغيرة ذات معدل تبخر مرتفع، مما يؤدي إلى تراكم الملح الذي يمكن أن يرفع من قيمة التوصيل الكهربائي.

مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية
المجلد (10)، العدد (2) (ديسمبر–2024)
عكاشة وآخرون، 2024
ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

ومن النتائج المتحصل عليها يمكن ان نلاحظ ان الموصلية الكهربائية كانت عالية جدا في موقع نادي زليتن البحري ومن ثم تليه العينات من المنطقة غرب محطة التحلية بينما كانت الموصلية الكهربائية قليلة جدا في العينات المأخوذة من الكثبان الرملية وذلك بسبب بعدها على الشاطئ وحدوث عمليات غسيل للأملاح منها بفعل الامطار.

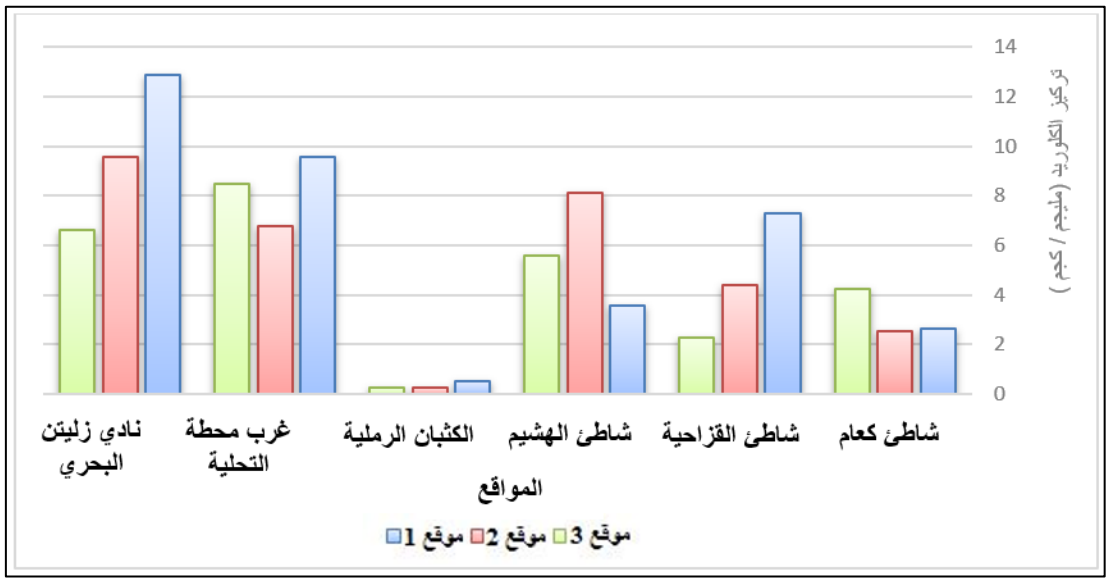


شكل 1. الموصلية الكهربائية لعينات الرمال في مواقع مختلفة من شواطئ زليتن

6.3. أيون الكلوريد

تركيز أيون الكلوريد في المحاليل الرملية مرتفع للغاية في شاطئ نادي زليتن البحري والمنطقة غرب محطة التحلية، وشاطئ الهشم ومنطقة القزاحية وتراوح تركيز أيون الكلوريد بين 2.26 جم/كجم إلى 12.89 جم/كجم، كما يمكن أن تعزى أعلى قيمة إلى خصائص خط الساحل الفيزيائية التي جعلت من أحواض مياه البحر التي تراكم بها الملح البحري في الرمال مما أدى إلى زيادة أيون الكلوريد في هذه المواقع، بينما هذا التركيز منخفض في عينات منطقة كعام وفي عينات الكثبان الرملية هي الأدنى كما هو مبين في (الشكل 2)، في عينات موقع شاطئ كعام، كان التركيز 2.66 جم/كجم و2.53 جم/كجم 2.25 جم/كجم في الموقع 1 والموقع 2 والموقع 3 على التوالي، يمكن أن يُعزى انخفاض تركيز الكلوريد في شاطئ كعام إلى موقع أخذ العينات بالقرب من وادي كعام حيث مصب المياه العذبة يمكن أن يزيد من غسيل الأملاح ويقلل من تركيز أيون الكلوريد، كان تركيز أيون الكلوريد في الكثبان الرملية هو الأدنى مقارنة بمواقع أخذ العينات الأخرى والتي كانت 0.53 جم/كجم و0.27 جم/كجم و0.27 جم/كجم في الموقع 1 والموقع 2 والموقع 3 على التوالي (الشكل 2)، كان الجانب الأمامي من الكثبان الرملية جهة البحر أعلى من الجانب الآخر من الكثبان الرملية بسبب تلقي رذاذ البحر، ومع ذلك، فإن غسيل الملح بمياه الأمطار جعل التركيز في عينات الكثبان الرملية هو الأدنى مقارنة بباقي العينات.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966



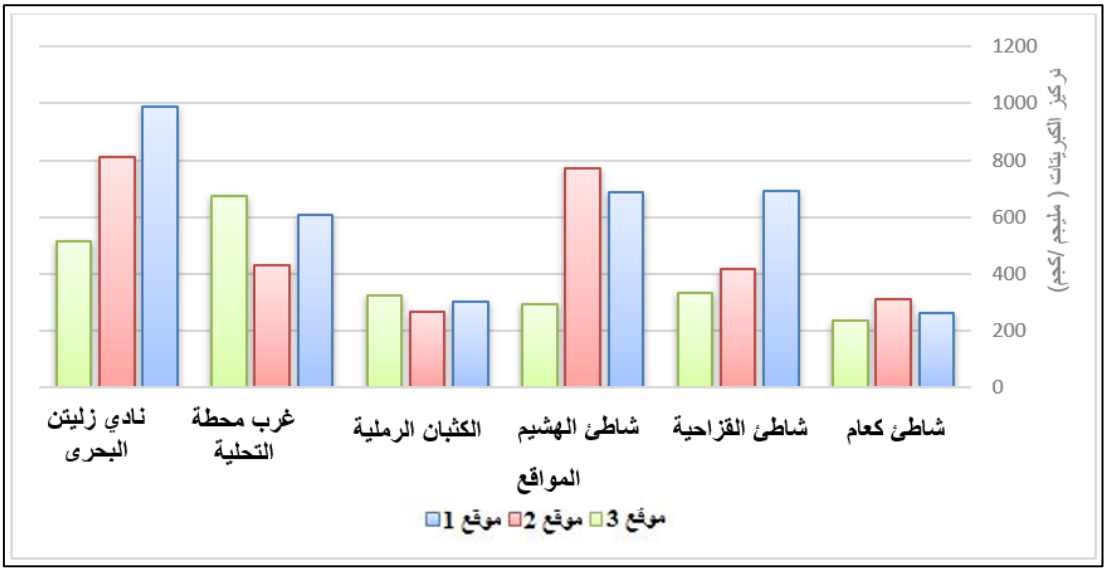
شكل 2. تركيز أيون الكلوريد لعينات الرمل في مواقع مختلفة من شواطئ زليتن

وبمقارنة النتائج المتحصل عليها من هذه الدراسة مع المواصفة القياسية الليبية رقم (49) لسنة 2002م ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية، تبين أن تركيز الكلوريد في عينات الرمال في منطقة الكثبان الرملية منخفضة جداً مقارنة بالمعايير القياسية وبالتالي فهي لا تمنع استخدام هذه الرمال حيث كانت المعايير تشير إلى أن الحد الأقصى للكلوريدات 0.01% في الخرسانة سابقة الإجهاد والخرسانة المسلحة المعالجة بالبخار و0.03% للخرسانة المسلحة المنفذة باستخدام أسمنت بورتلاندي من النوعين الثاني أو الخامس، و0.05% للخرسانة المسلحة المنفذة باستخدام أسمنت بورتلاندي من الأنواع الأول أو الثالث أو الرابع اما بالنسبة للخرسانة الغير مسلحة فإن نسبة الكلوريدات فيها يجب ألا تزيد عن 1% من إجمالي وزن الخرسانة (المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية، 2002).

7.3. أيون الكبريتات

يعكس تركيز أيون الكبريتات في المحاليل الرملية محتوى المادة الأم، الإرتشاح عن طريق المطر أو المياه العذبة ومكابس الترسيب، تركيز الكبريتات مرتفع للغاية في عينات شاطئ منطقة نادي زليتن البحري حيث بلغ 989.58 مجم/كجم و812.5 مجم/كجم و515.63 مجم/كجم في الموقع 1 والموقع 2 والموقع 3 على التوالي (الشكل 3)، يمكن أن يعزى ذلك إلى خصائص الخط الساحلي الفيزيائية التي جعلت مياه البحر تتراكم وانخفاض عمليات الغسيل، وكان أقل تركيز للكبريتات في شاطئ كعام والكثبان الرملية كما هو موضح في (الشكل 3)، تراوحت هذه التركيزات بين 34.38 مجم/كجم إلى 322.92 مجم/كجم ووجدت اختلافات طفيفة بين مواقع أخذ العينات، ويمكن أن يعزى انخفاض تركيز الكبريتات إلى الغسل بمياه الأمطار في عينات منطقة الكثبان الرملية أو إلى التخفيف بالمياه العذبة من وادي كعام في العينات القريبة من الوادي، كانت تركيزات الكبريتات في العينات المأخوذة من المنطقة غرب محطة التحلية وعينات شاطئ الهشم والقزاحية أعلى مقارنة بشاطئ كعام والكثبان الرملية (الشكل 3)، فقد بلغت هذه التركيزات 687.60 مجم/كجم و 770.83 مجم/كجم و 291.67 مجم/كجم في الموقع 1 والموقع 2 والموقع 3 على التوالي في عينات شاطئ الهشم علاوة على ذلك، هناك اختلافات بين مواقع أخذ العينات في مواقع أخذ العينات الثلاثة بسبب التغيرات في خصائص خط الساحل المادي بين مواقع أخذ العينات.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966



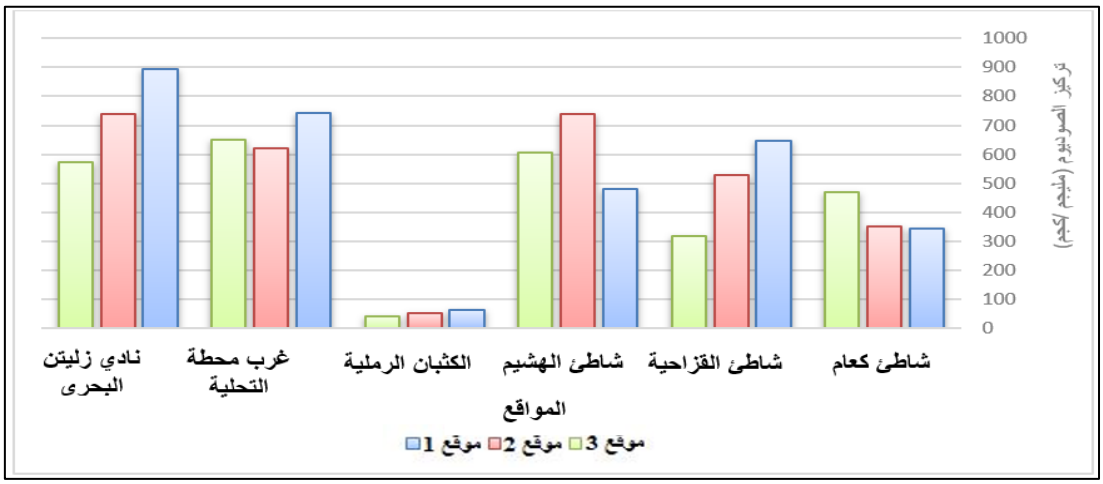
شكل 3. تركيز أيونات الكبريتات لعينات الرمل في مواقع مختلفة من شواطئ زليتن

تشير المواصفة القياسية الليبية رقم (49) لسنة 2002 ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية إلى أن حدود نسبة الكبريتات في الرمال المستخدمة في أعمال الخرسانة غير مسلحة يجب ألا تتجاوز 1.0%، وفي الخرسانة المسلحة يجب ألا تتجاوز 0.5%، وبمقارنة النتائج المتحصل عليها من هذه الدراسة مع المواصفة القياسية تبين أن تركيز الكبريتات في عينات الرمال في منطقة الكثبان الرملية كانت في حدود 0.03% وبالتالي وبالمقارنة مع المعايير القياسية تعتبر جيدة للاستخدام.

8.3. أيون الصوديوم

المحاليل الرملية بتركيز أيون الصوديوم لها نفس سلوك أيون الكلوريد في جميع مواقع أخذ العينات كما هو موضح في (الشكل 4)، تركيز الصوديوم مرتفع جدًا في شاطئ نادي زليتن البحري حيث بلغ 895.23 مجم/كجم و737.31 مجم/كجم و572.36 مجم/كجم، في الموقع 1 والموقع 2 والموقع 3 على التوالي، أعلى قيمة في هذا الموقع بسبب تكوين أحواض مياه البحر وتراكم الأملاح، علاوة على ذلك، يمكن أن تعزى الاختلافات بين مواقع أخذ العينات إلى التغيرات المحلية في الخط الساحلي والتي يمكن أن تؤثر على تكوين القنوات المائية في المواقع المختلفة، تركيز الصوديوم في المحلول الرملي لعينات الشاطئ غرب محطة التحلية وعينات شاطئي الهشم والقزاحية مرتفع ويتراوح بين 317.57 مجم/كجم إلى 743.11 مجم/كجم، بينما تركيز أيون الصوديوم في مواقع شاطئ كعام منخفض عن مواقع أخذ هذه العينات (الشكل 4)، كان تركيز الصوديوم في عينات موقع شاطئ كعام 334.13 مجم/كجم و352.8 مجم/كجم و470.91 مجم/كجم في الموقع 1 والموقع 2 والموقع 3 على التوالي، يمكن أن يعزى انخفاض تركيز الصوديوم في شاطئ كعام إلى موقع أخذ العينات بالقرب من وادي كام حيث مصب المياه العذبة يمكن أن يزيد ترشيح الأملاح ويقلل من تركيز أيون الصوديوم، كان تركيز أيون الصوديوم في مواقع الكثبان الرملية هو الأدنى مقارنة بمواقع أخذ العينات الأخرى حيث بلغ 63.29 مجم/كجم في جانب البحر من الكثبان الرملية، و50.70 مجم/كجم في أعلى الكثبان الرملية و40.71 مجم/كجم في الجانب المعاكس للبحر من الكثبان الرملية (الشكل 4)، في الجانب المقابل للبحر من الكثبان الرملية كان يتلقى رذاذ البحر مع تركيز أعلى من الصوديوم، ومع ذلك، فإن غسيل الملح عن طريق مياه الأمطار يقلل التركيز في جوانب الكثبان الرملية الأخرى ويجعل تركيز الصوديوم أقل في هذه العينات مقارنة بالمناطق الاخرى.

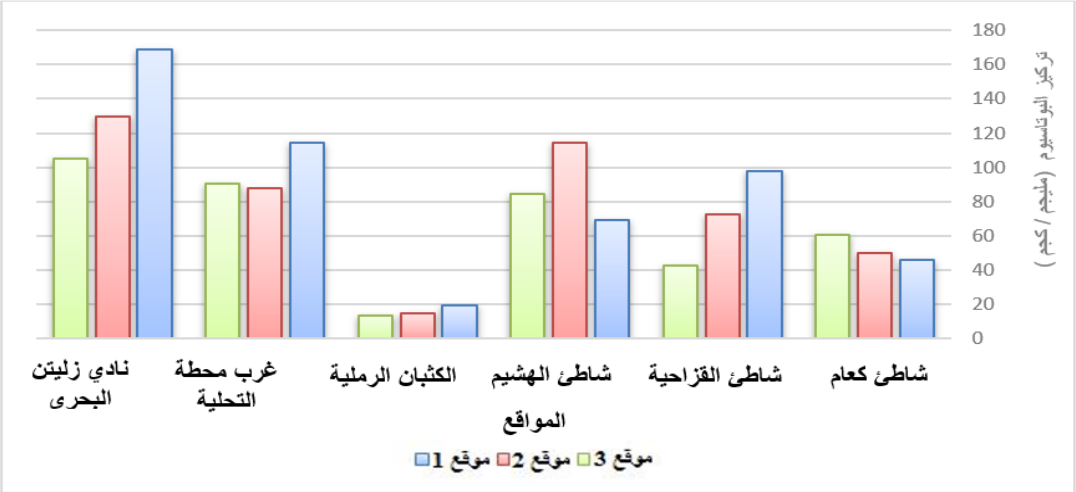
ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966



شكل 4. تركيز أيون الصوديوم لعينات الرمل في مواقع مختلفة من شواطئ زليتن

9.3. أيون البوتاسيوم

يظهر تركيز أيون البوتاسيوم في المحاليل الرملية في (الشكل 5) وله سلوك مماثل لأيون الكلوريد والصوديوم في جميع العينات ولكن تركيزات البوتاسيوم أقل، كان أعلى تركيز للبوتاسيوم في شاطئ نادي زليتن البحري حيث بلغ 168.91مجم/كجم و129.95 مجم/كجم و104.78 مجم/كجم في الموقع 1 والموقع 2 والموقع 3 على التوالي، وذلك لأن المادة العضوية تكون عالية فيها والتي تتسبب في بقاء الاملاح فيها ومن بينها البوتاسيوم تراوح تركيز البوتاسيوم في المحلول الرملي للعينات المأخوذة من المنطقة غرب محطة التحلية وعينات شاطئي الهشم والقزاحية بين 42.82 مجم/كجم إلى 114.43 مجم /كجم، في حين أن تركيز أيون البوتاسيوم في مواقع شاطئ كعام منخفض عن بقية المواقع (الشكل 5) و كانت هذه التركيزات 46.12 مجم/كجم و49.80 مجم/كجم و60.80 مجم/كجم في الموقع 1 والموقع 2 والموقع 3 على التوالي. يمكن أن يعزى التركيز المنخفض في شاطئ كعام كما ذكرنا في التفسيرات السابقة إلى تأثيرات المياه العذبة في وادي كعام، وكان تركيز أيون البوتاسيوم في مواقع الكثبان الرملية هو الأدنى مقارنة بمواقع أخذ العينات الأخرى حيث بلغ 19.02 مجم/كجم في الجانب المقابل للبحر من الكثبان الرملية، و14.53 مجم/كجم في أعلى الكثبان الرملية و13.41 مجم/كجم في الجانب المعاكس للبحر من الكثبان الرملية وذلك لتعرضها للغسيل بفعل مياه الأمطار (الشكل 5).

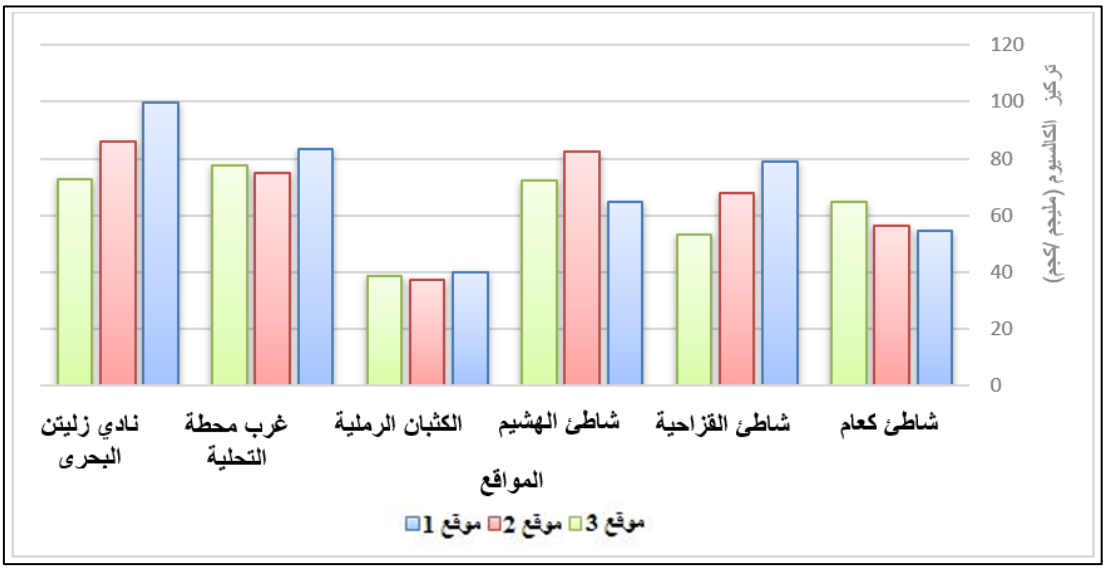


شكل 5. تركيز أيون البوتاسيوم لعينات الرمل في مواقع مختلفة من شواطئ زليتن

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

10.3. أيون الكالسيوم

نتائج تحليل أيون الكالسيوم في العينات تم تمثيله في (الشكل 6)، يكون تركيز الكالسيوم مرتفعًا في عينات منطقة نادي زليتن البحري والمنطقة غرب محطة التحلية مقارنة بالعينات المأخوذة مواقع أخذ العينات الأخرى، حيث كان تركيز الكالسيوم 99.79 مجم/كجم و86.08 مجم/كجم و72.87 مجم/كجم في الموقع 1 والموقع 2 والموقع 3 من عينات شاطئ نادي زليتن البحري على التوالي، تراوحت هذه التركيزات بين 53.35 مجم/كجم إلى 82.47 مجم/كجم في عينات الرمال من شاطئ كعام والهشم والقزاحية (الشكل 6)، في شاطئ كعام ، كان تركيز الكالسيوم 54.43 مجم/كجم و56.52 مجم/كجم و64.81 مجم/كجم في الموقع 1 والموقع 2 والموقع 3 على التوالي، كانت أقل قيمة في الكثبان الرملية 39.94 مجم/كجم و37.09 مجم/كجم و38.59 مجم/كجم في الموقع 1 والموقع 2 والموقع 3 على التوالي. يمكن أن يعزى أعلى تركيز للكالسيوم إلى تكوين أحواض مياه البحر وتراكم الأملاح، علاوة على ذلك؛ يمكن أن تُعزى الاختلافات بين مواقع أخذ العينات إلى التغيرات المحلية في الخط الساحلي والتي يمكن أن تؤثر على تكوين المياه، ويمكن أن يعزى انخفاض تركيز الكالسيوم في شاطئ كعام إلى موقع أخذ العينات بالقرب من وادي كعام حيث مصب المياه العذبة يمكن أن يزيد من ترشيح الأملاح ويقلل من تركيز أيون الكالسيوم، علاوة على ذلك، فإن غسيل الملح بواسطة مياه الأمطار يقلل من تركيز الكالسيوم في الكثبان الرملية يؤدي إلى تقليل تركيز.



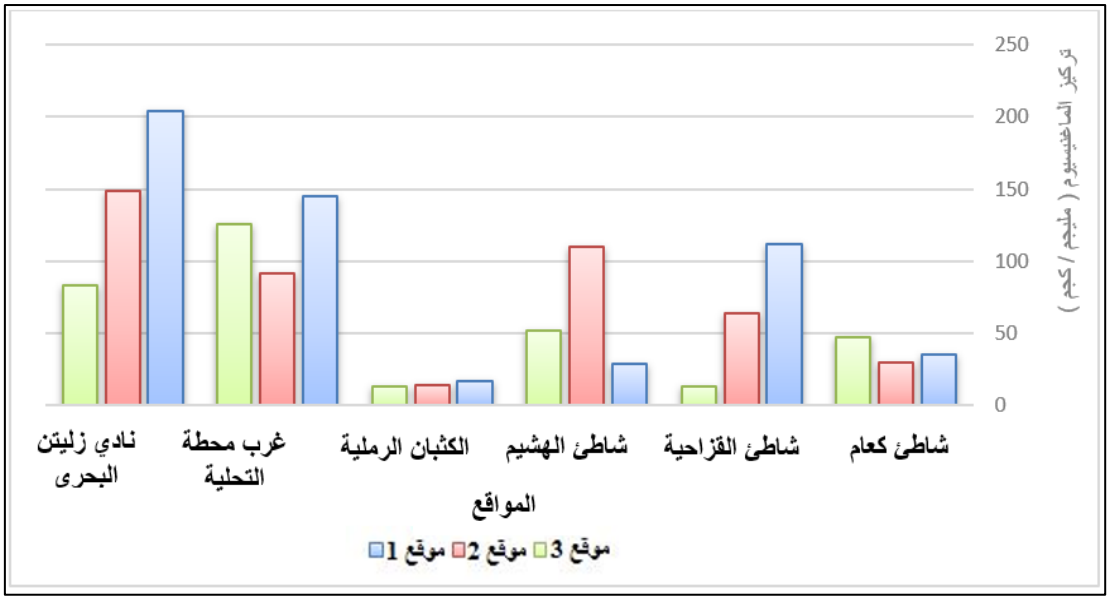
شكل 6. تركيز أيون الكالسيوم لعينات الرمل في مواقع مختلفة من شواطئ زليتن

11.3. أيون الماغنيسيوم

ساهمت المادة الصخرية الأم خاصة صخور الدولوميت في محتوى الماغنيسيوم للرمل بسبب عملية التجوية هذه الصخور، يظهر تركيز أيون الماغنيسيوم لمحاليل الرمل في (الشكل 7)، تركيز الماغنيسيوم الأعلى في عينات منطقة شاطئ نادي زليتن البحري والعينات من المنطقة غرب محطة التحلية، حيث كان تركيز الماغنيسيوم 145.28 مجم/كجم و91.25 مجم/كجم و126.00 مجم/كجم في الموقع 1 والموقع 2 والموقع 3 من العينات غرب محطة التحلية على التوالي، ويعزى التركيز الأعلى إلى تكوين أحواض مياه البحر وتراكم الأملاح، في شاطئ كعام حيث تتوفر المياه العذبة في معظم العام، تقلل عملية الغسيل من تراكم الأملاح، ونتيجة لذلك يكون تركيز الماغنيسيوم منخفضًا والذي كان 35.34 مجم/كجم، و 29.52 مجم/كجم، و47.28 مجم/كجم، في عينات الموقع 1 والموقع 2 والموقع 3 لمنطقة كعام على التوالي وذلك لقربها من الوادي وغسيل الرمال بالمياه العذبة من الوادي

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

والذي يؤدي الى نقص تركيز أيون الماغنسيوم فيها (الشكل 7)، وكان أقل تركيز للماغنيسيوم كغيره من الأملاح في الكثبان الرملية مقارنة بمواقع أخذ العينات الأخرى، فقد كانت هذه التركيزات 16.79 مجم/كجم في الجانب المقابل للبحر من الكثبان الرملية، و13.96 مجم/كجم في قمة الكثبان الرملية و 12.95 مجم/كجم في الجانب المعاكس لجهة البحر من الكثبان الرملية (الشكل 7)، حيث يؤدي غسيل الملح بمياه الأمطار إلى تقليل تركيز الماغنيسيوم في الكثبان الرملية مما يؤدي إلى تناقص التركيز.



شكل 7. تركيز أيون الماغنيسيوم لعينات الرمل في مواقع مختلفة من شواطئ زليتن

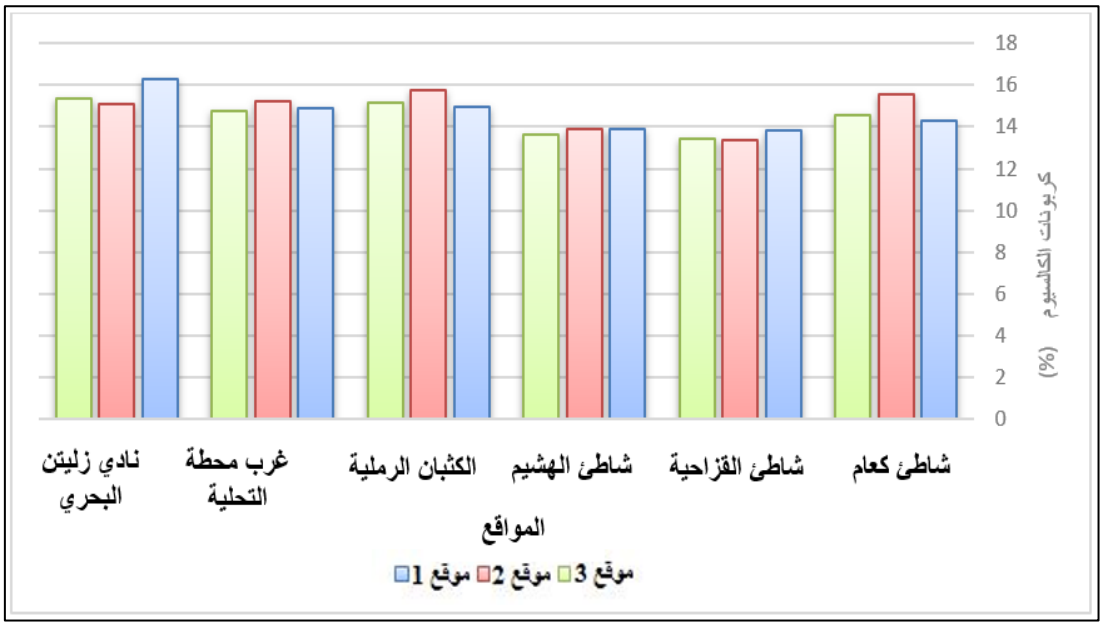
12.3. كربونات الكالسيوم

النسبة المئوية لكربونات الكالسيوم للرمل موضحة في (الشكل 8)، ونلاحظ من هذا الشكل أن تركيز كربونات الكالسيوم تكون عالية جدا وشبه متقاربة في جميع العينات وذلك لاحتواء الرمال على بقايا الأصداف البحرية (كركرينايت) المحتوية في تركيبها على كربونات كالسيوم، وكانت الفروق بين موقع العينة غير معنوية ($P > 0.05$) ، وتتراوح هذه النسبة بين 13.40٪ و16.29٪، في العينات بالقرب من شاطئ نادي زليتن البحري 16.295 و15.06٪ و 15.38٪ في الموقع 1 والموقع 2 والموقع 3 على التوالي، وبلغت نسبة كربونات الكالسيوم في شاطئ القزاحية 13.80٪ و13.40٪ و13.43 في الموقع 1 والموقع 2 والموقع 3 على التوالي، وكانت هذه النسب 14.97٪ في عينات الكثبان الرملية من جهة البحر 15.79٪ في الأعلى و14.79٪ في الجانب المعاكس لجهة البحر (الشكل 8)، ويمكن أن ترجع الفروق غير المعنوية ($P > 0.05$) في النسبة المئوية لكربونات الكالسيوم بين مواقع أخذ العينات والموقع إلى مشاركة مواقع أخذ العينات هذه في نفس المادة الأم، وهي الحجر الرملي مع مادة مالئة أو رابطة من كربونات الكالسيوم، كما ساهمت الأصداف البحرية الميتة في زيادة هذه النسبة.

13.3. المادة العضوية

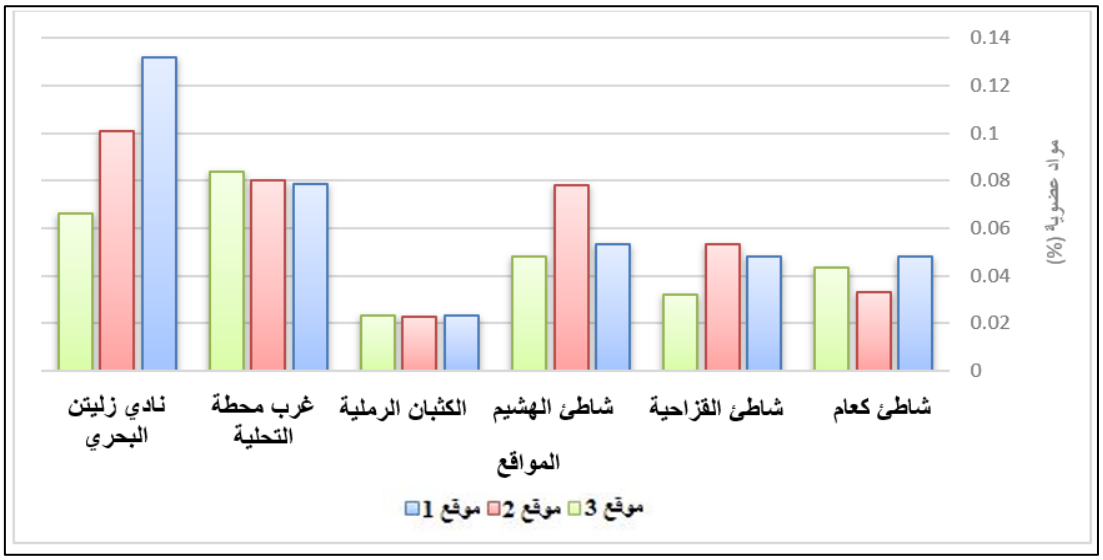
إن محتوي المادة العضوية كان عالي في عينات موقع نادي زليتن البحري وذلك لقربه من مرسي زليتن حيث يتخلص الصيادين وتجار الأسماك من بقايا المخلفات العضوية للأسماك في البحر مباشرة، تليها العينات المأخوذة من المنطقة بالقرب من محطة تحلية المياه، وكانت أقل نسبة لها في عينات الكثبان الرملية وذلك لنقلها مسافات كبيرة عن الشاطئ، وكان محتوى المادة العضوية في المحاليل الرملية بشكل عام منخفضًا حيث تراوحت بين 0.0233٪ إلى 0.132٪ كما هو موضح في (الشكل 9).

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966



شكل 8. النسبة المئوية لكربونات الكالسيوم لعينات الرمل في مواقع مختلفة من شواطئ زليتن

في الكثبان الرملية، كانت هذه التراكيز 0.0.233٪ و0.0227٪ و0.0234٪ في الموقع 1 والموقع 2 والموقع 3 على التوالي، بينما في شـــاطئ الهشـــم كانت التراكيز 0.0535٪، 0.0783٪ و0.0483٪ في الموقع 1 والموقع 2 والموقع 3 على التوالي، كان هناك تشابه في محتويات المادة العضوية بين شاطئ الهشم وشاطئ القزاحية وعينات شاطئ كعام (شكل 9)، وكانت هذه التراكيز في العينات المأخوذة من الشـــاطئ بالقرب من نادي زليتن البحري 0.132٪ و0.101٪ و0.0664٪ في الموقع 1 والموقع 2 والموقع 3 على التوالي، قد تُعزى هذه القيم العالية إلى ارتفاع عدد الزوار الذي يصـــاحبه إضـــافة كمية من المواد العضوية من خلال النفايات العضوية بالإضافة إلى ما ذكر سابقا من كون هذه المنطقة قريبة جدا من مرسى صيد الأسماك والذي به محلات بيع الأسماك والتي تتخلص من مخلفاتها مباشرة في البحر.



شكل 9. محتوى المادة العضوية لعينات الرمل في مواقع مختلفة من شواطئ زليتن

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

14.3. التوزيع الحجمي للحبيبات

يشير الجدول (2) إلى أن رمال منطقة الدراسة تكون متوسطة الحجم الحبيبي (Medium sand) ماعدا العينة (B410) فكانت رمال خشنة جداً (Very coarse sand) كما يتراوح تصنيف الرمال منطقة الدراسة ما بين الجيد والجيد جدا. وباستخدام برنامج GRADISTAT تمت معالجة نتائج التحليل الحجمي لحبيبات الرمل، حيث تجدر الإشارة أيضًا إلى أن هناك بعض العوامل مثل الكثافة وشكل الحبيبات وأحيانًا الخصائص البصرية التي تؤثر على طرق تحليل حجم الجسيمات (Zhang *et al.*, 2017) في المقابل، هناك بعض الطرق المستخدمة في دراسات أخرى والتي تحدد حجم الجسيمات بناءً على تكرار كل وحدة حجم، وبعضها الآخر يحدد حجم الحبوب لكل وحدة وزن (Morgan & Bull, 2007)، تم استخدام طريقة الوزن الإجمالي لكل عينة في دراستنا لتحديد حجم الجسيمات، من أجل تجنب التفسير الخاطئ للنتائج، وبشكل عام، أظهرت نتائج تحليل حجم الجسيمات أن العينات من منطقة الدراسة لها متوسط حجم حبيبات رملية (ϕ) ما بين 1.7 – 3، إما بشكل جيد أو متوسط، مع أقل من 6٪ من الجسيمات ذات الحجم أقل من 63 ميكرومتر الجدول (2). النتائج التي تم الحصول عليها تشير بقوة إلى أصل الرواسب لكلا النوعين من الرمال (الساحلية والصحراوية) في المنطقة، من خلال النتائج التي تم الحصول عليها من بيانات برنامج GRADISTAT يمكن ملاحظة أن الاختلاف في متوسط حجم الجسيمات ودرجة الفرز والانحراف محدودة وغير ذات أهمية فقط بين الرمال القديمة الموجودة في الجزء الشرقي من منطقة الدراسة، وأحجام الجسيمات من الرمال في الجزء الغربي من منطقة الدراسة، ومع ذلك كانت الأخيرة أصغر قليلاً من تلك الموجودة في الجزء الشرقي، ربما بسبب أصلها من منتصف الهولوسين أو ربما لأنها لم تتعرض لمزيد من الحركة منذ تكوينها، بشكل عام، تكون الرمال من الجزء الغربي من منطقة الدراسة أدق متوسط ϕ=2 وهي مرتبة جيدًا، بمدى (ϕ) ما بين 1 إلى 2، ولها أيضًا انحراف إيجابي مقارنة بالرمل من المنطقة الشرقية، جزء من منطقة الدراسة.

ويمثل الجدول (3) نتائج مقارنة نتائج التحليل الحجمي للحبيات في الكثبان الرملية المتراكمة في منطقة الدراسة مع المواصفة القياسية الليبية رقم (49) لسنة 2002م لركام الخرسانة من المصادر الطبيعية فيما يخص تدرج الرمل الناعم والمتوسط والخشن ونسبة المواد الناعمة (الطين والطمي) لعينات الكثبان الرملية، يتبين أنها غير صالحة للاستخدام في أرضيات الخدمة الشاقة (هي الأرضيات الخرسانية المعرضة لإجهادات عالية نتيجة للأحمال الثقيلة مثل بعض أرضيات المصانع أو المعسكرات).

4. الاستنتاجات

من خلال هذه الدراسة تم حساب أهم الخصائص الفيزيائية والكيميائية للرمال المتراكمة والمنقولة بمنطقة الدراسة ومقارنة النتائج المتحصل عليها من هذه الدراسة مع المواصفة القياسية الليبية رقم (49) لسنة (2002) ركام الخرسانة من مصادر طبيعية، وتبين مطابقتها للاستخدام كمادة أولية في كل أنواع الخرسانات باستثناء الخرسانة المستخدمة في أرضيات الخدمة الشاقة (الأرضيات الخرسانية المعرضة لإجهادات عالية نتيجة للأحمال الثقيلة مثل بعض أرضيات المصانع أو المعسكرات). لذا توصي الدراسة بالاستفادة من هذه الرمال المنقولة والمتراكمة واستخدامها كمادة بناء من مصادر طبيعية.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

جدول 3. يوضح الاختبار لعينات الرمل في مواقع الكثبان الرملية

مقياس المنخل (مم)	الحد القياسي[a]	النسبة المئوية للرمل المار من المنخل بالوزن			ملاحظات
		الجهة المقابلة للبحر	أعلى الكثيب الرملي	الجهة المدابرة للبحر	
2.36	*100-60 #100-65 $100-80	%0	%0	%0	أقل من الحد المسموح به في المواصفة
1.180	*90-30 #100-45 $100-70	%0	%0	%0	أقل من الحد المسموح به في المواصفة
0.60	*54-15 #80-25 $100-55	- %0.14	%0.1	%0.18	أقل من الحد المسموح به في المواصفة
0.30	*40-5 #48-5 $70-5	%62.4	%78.6	%54	يقع ضمن المواصفة الخاصة بالتدرج الرمل الناعم فقط
0.150	*15-0 #15-0 $15-0	%36.2	%20.2	%44.52	أعلى من الحد المسموح به في المواصفة
نسبة الطين والطمي	%4 >	%1.26	%1.0	%1.2	مطابقة للحد المسموح به في المواصفة

[a] **المصدر**: المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية (2002) ، (* تدرج خشن، # تدرج متوسط، $ تدرج ناعم)

المراجع

أولاً: مراجع باللغة العربية

شاور، أمال؛ الحناوي، عصام؛ القاضي، سعد الدمرداش؛ القاضي، رمزي؛ القصاص، محمد؛ لامه، محمد؛ عياد، محمد؛ كشك، محمد؛ عبد الرحمن، وليد؛ ودراز، محمد (1995). *التصحر وهجرة السكان في العالم العربي*. معهد البحوث والدراسات العربية، القاهرة، مصر.

عكاشة، علي؛ الأطرش، مختار؛ وعبد الجليل، محمد (2008). دراسة عن حقول الكثبان الرملية وتقييم مخاطر زحف الرمال للمنطقة ما بين سبها وبراك، جنوب ليبيا. *كتاب أبحاث المؤتمر الأول للتشييد في المناطق الصحراوية*، في الفترة 22–2008/10/24، سبها، ليبيا. 406–418.

المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية (2002). *المواصفة القياسية الليبية رقم (49)، ركام الخرسانة من المصادر الطبيعية*، المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية، ليبيا.

ثانياً: مراجع باللغة الإنجليزية

Abdel Galil, M., Abu Arabia, H., Elatrash, M., & Okasha, A. (2007). Assessment of sand transported by wind along the ancient Libda city beach and its impact on the ancient constructions. *2nd Basic Sciences Conference*, 4-8/11/2007, Al-Fateh University, Tripoli, Libya.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

Elatrash, M., Abdelgalil, M., & Okasha, A. (2006). A study on the ancient Libda Sea Port and its beach characteristics. Libda City, Libya. *Journal of Environmental Sciences*, 32, 157-175.

FAO (2007). *State of the world's forests. results from the FAO biotechnology forum from 2002 to 2005, relating to agricultural biotechnology for the crop, forestry, animal, fisheries and agro-industry sectors in developing countries*. Food and Agriculture Organization, United Nations, Rome, Italy, pp. 97-112.

Folk, R. L. (1974). *Petrology of sedimentary rocks*. Hemphill Publishing Coumpany, Austin, Texas.

Herrmann, H. J. (2002). Evolution and shapes of dunes. *Comptes Rendus Physique*, 3(2), 197-206.

Houghton, J. T., Meira Filho, L. G., Callander, B.A., Harris, N., Kattenberg, A. & Maskell, K. (1996). *Climate change 1995: The science of climate change: contribution of working group I to the second assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Vol. 2). Cambridge University Press.

Mastronuzzi, G., & Sansò, P. (2002). Holocene coastal dune development and environmental changes in Apulia (southern Italy). *Sedimentary Geology*, 150(1-2), 139-152.

Morgan, R. M. & Bull, P. A. (2007). The use of grain size distribution analysis of sediments andsoils in forensic enquiry. *Science & Justice*, 47, 125-135.

Page, A. L. (1982). Part 2: *Chemical and Microbiological properties, Methods of Soil Analysis*, 2td ed. Madison, Wisconsin, USA.

Singh, R. A. (1980). *Soil physical analysis*. Kalyani publishers. New Delhi, India.

Walkley, A., & Black, I. A., (1934). An examination of Degtjareff Methods for measuring soil organic matter and proposed and modification of chromic acid titration method. *Soil sci*. 37, 29-38.

Wang, X., Dong, Z., Liu, L., & Qu, J. (2004). Sand sea activity and interactions with climatic parameters in the Taklimakan Sand Sea, China. *Journal of Arid Environments*, 57(2), 225-238.

Zhang, X., Baudet, B. A., Hu, W., & Xu, Q. (2017). Characterisation of the ultimate particle size distribution of uniform and gap-graded soils. *Soils and Foundations*, *57*(4), 603-618.