



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة بابل
كلية العلوم
قسم علم الارض التطبيقي

دراسة جيولوجية وهندسية للكثبان الرملية في محافظة بابل
ومراقبة التصحر باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية

مقدمة الى مجلس كلية العلوم
جامعة بابل كجزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في علم الارض التطبيقي

من قبل

احمد صباح صالح هادي الطريحي

بكالوريوس علم الارض التطبيقي (2015)

بإشراف

أ.د. جواد كاظم مانع الخفاجي

أ.د. جعفر حسين علي الزبيدي

2022 م

1443 هـ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اقْرَأْ بِاسْمِ رَبِّكَ الَّذِي خَلَقَ * خَلَقَ
الْإِنْسَانَ مِنْ عَلَقٍ * اقْرَأْ وَرَبُّكَ الْأَكْرَمُ *
الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ * عَلَّمَ الْإِنْسَانَ مَا لَمْ
يَعْلَمُ *

صدق الله العظيم

سورة العلق من الآية 1-5

إقرار المشرفين

أشهد بأن هذه الرسالة الموسومة (دراسة جيولوجية وهندسية للكثبان الرملية في محافظة بابل ومراقبة التصحر باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية) المقدمة من طالب الماجستير (احمد صباح صالح الطريحي) قد جرت الرسالة تحت إشرافي في قسم علم الارض التطبيقي – كلية العلوم – جامعة بابل وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في الجيولوجيا .

التوقيع

الاستاذ الدكتور

جواد كاظم مانع الخفاجي

جامعة بابل /كلية العلوم/ قسم علم الارض

2022/ /

التوقيع

الاستاذ الدكتور

جعفر حسين علي الزبيدي

جامعة بابل /كلية العلوم/ قسم علم الارض التطبيقي
التطبيقي

2022/ /

اقرار رئيس قسم علم الارض التطبيقي

بناء على التوصيات المقدمة من المشرفين ارشح هذه الرسالة للمناقشة .

التوقيع

الاستاذ الدكتور

جعفر حسين علي الزبيدي

جامعة بابل /كلية العلوم/ قسم علم الارض التطبيقي

2022/ /

اهداء

إلى...

- مثال التفاني والإخلاص... أبى الحبيب.
- من قدّمت سعادتي وراحتي على سعادتها... أمي الحبيبة .
- من اجدهم حولي في السراء والضراء أخوتي (أ.د. رياض الطريحي، أ.م.د. فراس الطريحي، أ. اسيل الطريحي، الاستاذ حيدر الطريحي، ا.م.د.علي الطريحي، المبرمجة زهراء الطريحي، د. صالح الطريحي) ...

أهدي لكم رسالتي العلمية هذه...

احمد الطريحي

شكر وتقدير

الحمد لله مستحق الحمد حتى الانقطاع و موجب الشكر بأقصى ما يستطيع وصلى الله على محمد خير من افتتحت بذكره الدعوات واستنجدت به الطالبات وعلى آله الذين هم سفينة النجاة و القادة الهداة وعلى صحبه الثقات.

اما بعد وقد وجب عليه في نهاية بحثي هذا أن اتقدم بالشكر والامتنان الى كل من الاستاذ الدكتور جعفر حسين علي الزبيدي والاستاذ الدكتور جواد كاظم مانع الخفاجي لتفضلهما بالاشراف على الرسالة ولتوجيهاتهما السديدة ومتابعتهما العلمية المستمرة طيلة مرحلة البحث.

كما اود أن اتقدم بالشكر الى رئاسة جامعة بابل و عمادة كلية العلوم ورئاسة واساتذة قسم علم الارض التطبيقي لدعمهم المستمر طيلة فترة الدراسة.

كما اود أن اتقدم بالشكر الجزيل الاستاذ المساعد الدكتور احمد عباس حسن المؤذن للاستشارة والمعونة العلمية التي قدمها لي, والى رئاستي قسم التحسس النائي وقسم الجيوفيزياء في جامعة الكرخ للعلوم للمعونة العلمية .

كذلك اتقدم بالشكر والتقدير الى الدكتور حسن كطوف – قسم علم الارض – جامعة بغداد للمعونة العلمية التي قدمها لي.

واعبر عن شكري و امتناني الى كل زملائي الاحبة و اخص بالذكر الجيولوجي علي قاسم الموسوي والجيولوجي بلال محمد علي عيسى والمهندس وافر علي السلامي والست إيناس هادي شاكر والسيد نعمة المشرفاوي والسيد ساهي جواد والسيدة اسماء فخري حسن والسيدة سميرة جابر علوان والسيد حسين الزبيدي لما قدموه من تسهيلات اثناء فترة الدراسة.

والى كل من مد لي يد العون اشكركم جميعا.

احمد الطريحي

الملخص

تناول البحث دراسة الكثبان الرملية وظاهرة التصحر في محافظة بابل في وسط العراق تقريبا ، والتي تبعد عن العاصمة بغداد بحوالي 100 كم . وتبلغ مساحتها 5119 كم² و التي تشكل نسبة 1.2 % من مساحة العراق الكلية. يسودها المناخ الصحراوي الذي يمتاز بقلّة كمية الأمطار الساقطة اذ تتراوح بين 50 الى 200 ملم سنويا وارتفاع درجات الحرارة صيفا قد تصل إلى 50 م° تسودها الرياح الشمالية الغربية

يعد التصحر مشكلة عالمية تعاني منها العديد من البلدان في أنحاء العالم كافة. وتعاني منطقة الدراسة من هذه الظاهرة والتي تقع ضمن الحزام الاوسط للكثبان الرملية في العراق والتي تتمثل بتعرض الأرض للتدهور مما يؤدي إلى فقدان الحياة النباتية والتنوع الحيوي بها، ويؤدي ذلك إلى فقدان نطاق التربة العلوي ثم فقدان قدرة الأرض على الإنتاج الزراعي ودعم الحياة الحيوانية والبشرية.

تضمنت دراسة العمل الحقلّي والذي تم فيه تسقيط مواقع الكثبان الرملية عن طريق نظام تحديد المواقع العالمي GPS، ودراسة ابعاد الكثبان وزوايا انحدارها وتحليل تقوس اسطحها وعمل مسح جوي للمنطقة على ارتفاع 500 متر بواسطة الطائرة المسيرة كما تم نمذجة ثلاثة مواقع للدراسة (رملة راشد ورملة فارس ومنطقة بيرمانة) واخذ الكثافة الكلية الموقعية للكثبان الرملية . والعمل المختبري الذي تضمن دراسة هندسية الكثبان الرملية في منطقة الدراسة من حيث التحليل المنخلي وتحديد الكثافات الكلية وفحص القص المباشر، وتحديد انواع الكثبان الرملية والتركيب المعدني للرمال وتحديد الاكاسيد المتواجدة في رمال الكثبان الرملية وايجاد مؤشر التراكم الجغرافي لمعرفة تلوث المنطقة بالعناصر الثقيلة ومراقبة التصحر باستعمال نظم المعلومات الجغرافي وتوثيق مناطق التصحر بالصور الجوية الحديثة واعداد صور جوية ثلاثية الابعاد للمنطقة يستفاد منها في جهاز الستريوسكوب ذات المرايا فضلا" عن مراقبة الغطاء النباتي لعدد من السنوات.

اظهرت نتائج التحاليل الهندسية ان الرمال هي من نوع (Sp) وهو رمل رديئ التدرج ، وأن مقاومة التماسك (C) لجميع النماذج هي صفر وان زاوية الاحتكاك الداخلي (Ø) تتراوح من (33°-34°) حيث أن التربة من نوع رملية ناعمة الى متوسطة وخالية من الاطيان، وأن الكثافة الموقعية للرمال تتراوح من (1.287-1.376) غم / سم³.

اظهرت نتائج التحاليل المعدنية ان المعادن الخفيفة تتكون من الكوارتز هو أكثر المعادن الخفيفة تواجد في كل المواقع يليه كسارة الصخور التي تشمل: الصخور الرسوبية (الصخور الكلسية ، والكربونات ، الجيرت ، والمتبخرات ، وشظايا الصخور الطينية)، يليه الفلدسبار (البوتاسيوم والفلدسبار بلاجيوكليز) ، وشظايا الصخور البركانية ، والصخور المتحولة وأيضًا الحبيبات المغطاة بالطين. اما مكوناتها من المعادن الثقيلة في الغالب من معادن غير شفافة ، مجموعة الكلوريت ، مجموعة المايكا ، مجموعة الامفيبول ، ومجموعة البايروكسين، الزركون ، الترمولايت ، والكارنت ، الرايولايت ، ستورولايت ، الكينايت، روتايل ، ومعادن اخرى بنسبة 1%.

اظهر فحص حيود الأشعة السينية XRD تواجد معدن الكوارتز معدن الالبيت ومعدن الكلسايت، واطهرت فحوصات الاشعة السينية الفلورسينية XRF تواجد السيليكا (SiO₂) والجير (CaO)، واثبت مؤشر التراكم الجغرافي (I_{geo}) عدم وجود تلوث بالعناصر الثقيلة في منطقة الدراسة.

اظهر نتائج مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) تقدما" ملحوظا" في مستوى الغطاء النباتي لسنة 2021 مقارنة بالسنوات السابقة ، حيث اكد ذلك من خلال المواقع التي تم اختيارها لمعرفة التقدم والتراجع لحجم مواقع التصحر، إذ بينت تراجع ملحوظ في سنة 2021 مقارنة بالسنوات السابقة.

وقد اثبتت نجاح استخدام الطائرة المسيرة لانتاج صور جوية ثلاثية الابعاد للمنطقة وتحليلها في جهاز الستريوسكوب ذات المرايا واستخراج ابعاد الكثبان الرملية من الصور الجوية ودراستها مورفومتريا وتحديد انواعها.

جدول المحتويات

الفصل الاول المقدمة		
الصفحة	الموضوعات	رقم الموضوع
1	التمهيد	1-1
4	موقع منطقة الدراسة	2-1
4	مبررات الدراسة	3-1
6	اهداف الدراسة	4-1
6	جيولوجية و جيمورفولوجية منطقة الدراسة	5-1
8	هيكلية الدراسة	6-1
9	الدراسات السابقة	7-1
10	دراسات محلية	1-7-1
14	دراسات عربية	2-7-1
17	دراسات عالمية	3-7-1
19	المناخ	8-1
20	درجات الحرارة	1-8-1
21	سرعة واتجاه الرياح	2-8-1
23	الرطوبة النسبية	3-8-1
24	التبخر	4-8-1
25	الامطار	5-8-1
26	النباتات الطبيعية	9-1
27	انواع الغطاء النباتي وكثافتها	1-9-1

الفصل الثاني الاطار النظري		
29	المقدمة	1-2
31	خطورة التصحر	2-2
32	مظاهر التصحر	3-2
34	الكثبان الرملية	4-2
34	الكثبان الهلالية	1-4-2
36	الكثبان الطولية	2-4-2
37	كثبان النبكة	3-4-2
39	الكثبان المستعرضة	4-4-2
39	الكثيب النجمي	5-4-2
40	علامات التموج	5-2
42	حركة الكثبان الرملية	6-2
42	زحف الكثبان الرملية	7-2
42	مراحل تكون وتطور الكثبان الرملية	8-2
45	نمو الكثبان الرملية	9-2
48	طرق تثبيت الكثبان الرملية	10-2
48	التغطية بالطرق التقليدية	1-10-2
49	استخدام الماء	2-10-2
49	استخدام الطين	3-10-2
50	المثبتات الكيميائية والمواد البترولية	4-10-2
52	السداد الترابية	5-10-2
52	التثبيت الدائم (استخدام الوسائل الزراعية)	6-10-2

الفصل الثالث

النمذجة وطرق العمل

54	المقدمة	1-3
54	مرحلة جمع البيانات	2-3
54	مرحلة العمل الحقلية	3-3
54	الجولات الاستطلاعية	1-3-3
56	بيانات الاستشعار عن بعد واجراء المسح الجوي	2-3-3
56	جمع العينات	3-3-3
56	جمع البيانات الحقلية	4-3-3
59	مرحلة العمل المختبري	4-3
59	التحليل الحجمي الحبيبي	1-4-3
62	الكثافة الكلية الموقعية	2-4-3
63	فحص القص المباشر	3-4-3
64	فحص الاشعة السينية الفلورسينية XRF	5-4-3
66	فحص الاشعة السينية الحائدة XRD	6-4-3
67	مرحلة العمل المكتبي	5-3
68	الاقمار الاصطناعية والصور الفضائية	1-5-3
69	الصور الجوية	2-5-3
77	التحليل واخراج المعلومات النموذجية للمنطقة	3-5-3
77	نظام المعلومات الجغرافية GIS	4-5-3

الفصل الرابع النتائج والمناقشة

80	المقدمة	1-4
80	الخواص الفيزيائية للكتبان الرملية	2-4
80	نتائج التحليل المنخلي	1-2-4
88	الكثافة الكلية الموقعية للكتبان الرملية	2-2-4
90	الخواص الهندسية للكتبان الرملية	3-4
90	فحص القص المباشر	1-3-4
91	معدنية الكتبان الرملية	4-4
92	دراسة بتروغرافية للكتبان الرملية	1-4-4
93	المكونات الخفيفة للمعادن في منطقة الدراسة	1-1-4-4
104	المكونات الثقيلة للمعادن في منطقة الدراسة	2-1-4-4
115	حيود الأشعة السينية (XRD)	2-4-4
118	فلورية الأشعة السينية XRF	3-4-4
120	مؤشر التراكم الجغرافي (I_{geo})	4-4-4
121	مؤشر الغطاء النباتي NDVI	5-4
128	التقدم والتراجع في الكتبان الرملية في منطقة الدراسة	6-4
131	المسح الجوي للمنطقة	7-4

الفصل الخامس الاستنتاجات والتوصيات		
136	الاستنتاجات	1-5
138	التوصيات	2-5

الفصل الاول

المقدمة

1.1 المقدمة (Introduction)**تمهيد :**

يعتبر التصحر مشكلة عالمية تعاني منها العديد من البلدان في أنحاء العالم كافة. وتعاني منطقة الدراسة من هذه الظاهرة والتي تتمثل بتعرض الأرض للتدهور مما يؤدي إلى فقدان الحياة النباتية والتنوع الحيوي بها، ويؤدي ذلك إلى فقدان نطاق التربة العلوي ثم فقدان قدرة الأرض على الإنتاج الزراعي ودعم الحياة الحيوانية والبشرية (Butterfield، 2006).

تختلف حالات التصحر ودرجة خطورته من منطقة لأخرى تبعاً لاختلاف نوعية العلاقة بين البيئة الطبيعية من ناحية وبين الإنسان. هناك عدة درجات أو فئات لحالات التصحر بحسب تصنيف الأمم المتحدة للتصحر منها:

العمليات التي توصف بأنها ريحية (Aeolian) (مشتقة من الكلمة اليونانية- عولس والتي تعني إله الرياح اليوناني)، يمكن تعريفها بشكل مفصل على أنها تلك التي تنطوي على حركة الرياح، أي التآكل أو النقل أو الترسيب الناشئ عن حركة الهواء فوق سطح الأرض (Pye and Tsoar,2009). بشكل عام، هنالك ثلاثة أنواع من الرواسب الريحية (Aeolian deposit) وهي : 1- الغبار المتساقط والمتحرك (Falling and moving dust)، 2- الصفائح الرملية (Sand sheet)، 3- رمال الكثبان الرملية (Sand dunes).

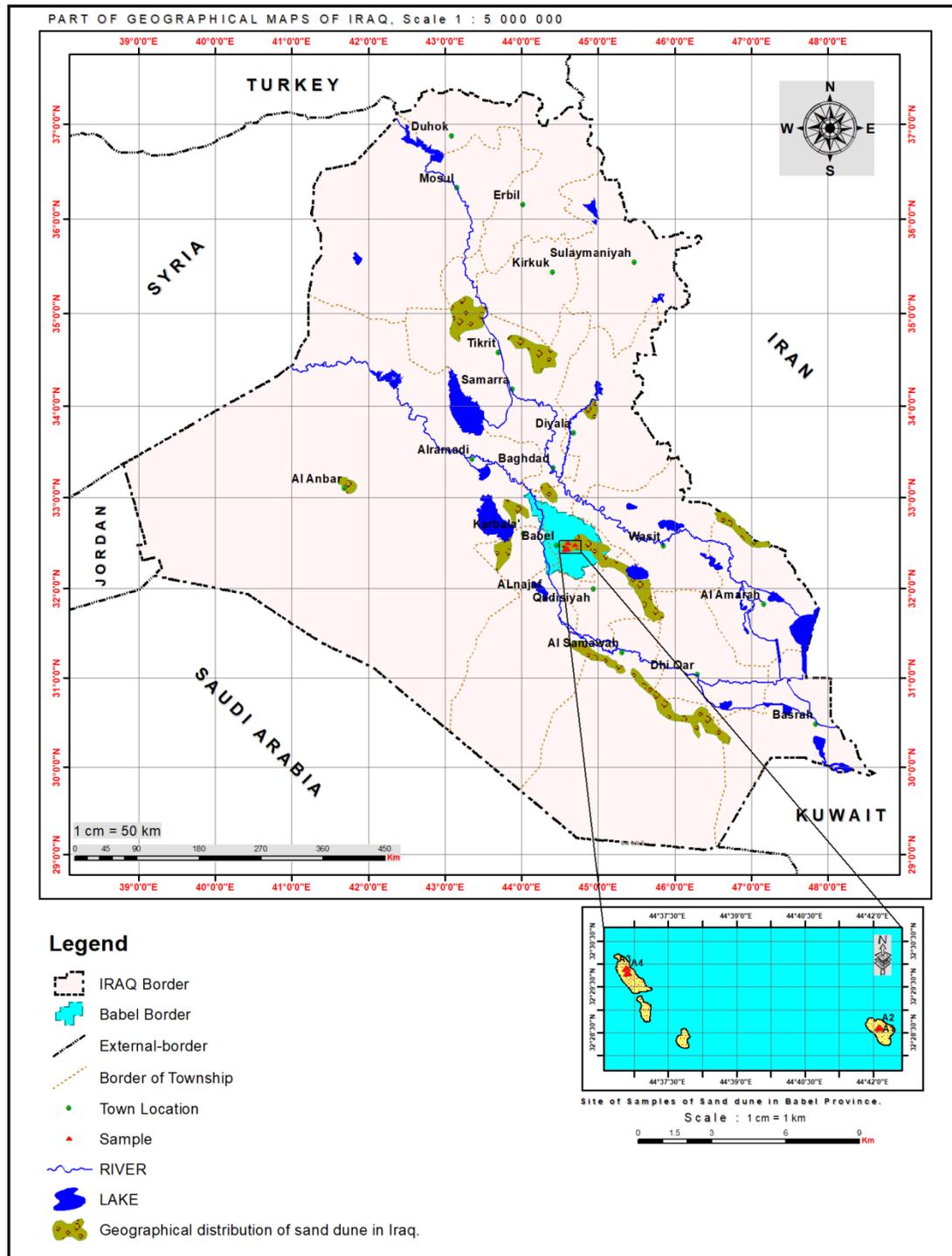
كانت ولا تزال الرواسب الريحية (Aeolian deposit) في العراق أحد مصادر الرواسب الرئيسية لرواسب العصر الرباعي خاصة خلال الهولوسين الأخير (Jassim and goff,2006)، وتوجد الكثبان الرملية والصفائح الرملية في ثلاثة أحزمة رئيسية في العراق.

تتوزع الكثبان الرملية في وسط وجنوب العراق. وهي مركزة وتظهر على شكل ثلاثة أحزمة رئيسية هي الآتية شكل (1-1) (الفراجي،1996) :

1-حزام الكثبان الرملية الشمالية: يشمل هذا الحزام منطقتي بيجي والعياضية وتكريت والمقدادية وشيخ سعد وعلي الغربي وجلات والطيب : الرمال في هذه المنطقة هي رمال حقيقية يمكن تثبيتها بسهولة نظراً لخصائصها المميزة.

2-حزام الكثبان الرملية الشرقية: يمتد هذا الحزام على طول الحدود الإيرانية الشرقية ، من مندلي وزرباطية في الجزء الشمالي الغربي إلى الطيب وشيخ فارس في الجزء الجنوبي الشرقي ، وهذه الرمال هي رمال حقيقية بحسب أصلها.

3- أحزمة الكثبان الرملية الوسطى والغربية: يشمل هذا الحزام المنطقة الواقعة بين نهري دجلة والفرات وهي الأكثر اتساعاً ونشاطاً والشريط الممتد إلى الغرب من نهر الفرات، وهذه الرمال مختلطة بحسب أصلهم وتقع منطقة الدراسة ضمن هذا الحزام. شكل (1-1) (Jassim and 2006) (goff,).



شكل رقم (1-1) خارطة اساس موضح عليها الاحزمة الرئيسية للكثبان الرملية في العراق
(محورة عن (sissakian,2000))

2-1 موقع منطقة الدراسة

تقع محافظة بابل في وسط العراق تقريبا ، تبعد عن العاصمة بغداد بحوالي 100 كم . وتبلغ مساحتها 5119 كم² و التي تشكل نسبة 2 % من مساحة العراق الكلية. يسودها المناخ الصحراوي الذي يمتاز بقلة كمية الأمطار الساقطة اذ تتراوح بين 50 الى 200 ملم سنويا وارتفاع درجات الحرارة صيفا قد تصل إلى 50 م° تسودها الرياح الشمالية الغربية و يعد نهر الفرات و شط الحلة المصدر الرئيس للإرواء لمنطقة الدراسة، إذ تعتمد المحافظة بالدرجة الأساس على النشاط الزراعي بشقيه النباتي والحيواني (Hassan et al., 2012). وتقع منطقة الدراسة بين خطي طول "44°34'55" و "44°42'7" شرقا وخطي عرض "32°25'56" و "32°29'22" شمالا. لوحة (2-1)، (جدول 1-1)

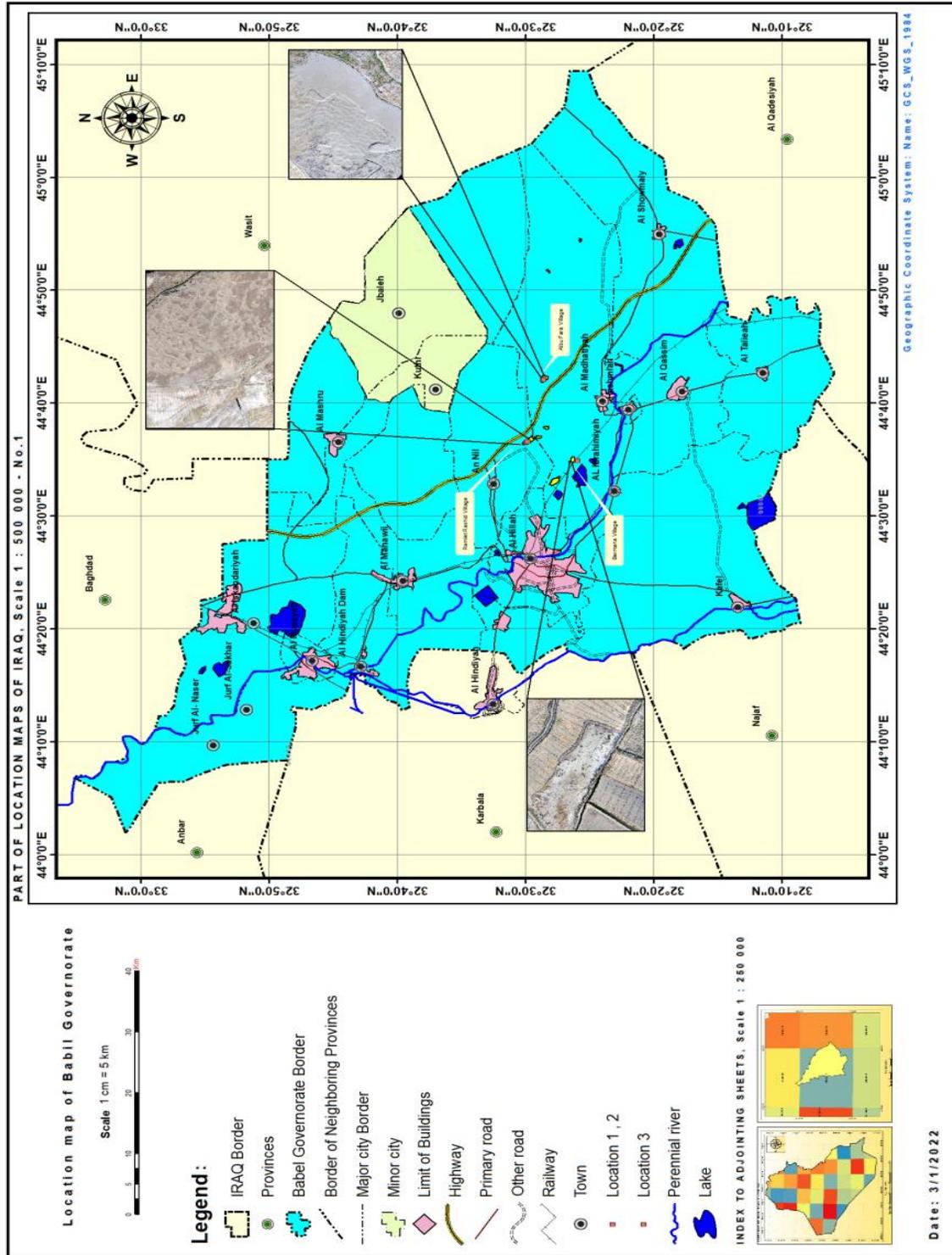
(جدول 1-1) احداثيات مواقع منطقة الدراسة

No.	Latitude	Longitude
1	44°42'7.921"E	32°28'35.524"N
2	44°36'57.905"E	32°29'22.274"N
3	44°34'55.271"E	32°25'56.516"N

3-1 مبررات الدراسة (Justifications of the study) :

لكون المنطقة تعتبر مهمة من الناحية الزراعية فهي :-

- 1- تحتاج منطقة الدراسة إلى مزيد من الدراسات، تمهد السبيل أمام عمليات التنمية المختلفة، والاستفادة من الموارد كافة، والامكانات المتاحة في منطقة الدراسة، في إقامة مشروعات التوسع الزراعي، وإقامة مجتمعات عمرانية وزراعية وصناعية جديدة.
- 2- لم تحظ منطقة الدراسة بدراسات هندسية وجيومورفولوجية كافية على غرار الدراسات التي تناولت أشكال الكثبان الرملية الصحراء الغربية مثلاً.
- 3- دراسة هندسية وجيومورفولوجية الكثبان الرملية حركة الرمال بمنطقة الدراسة بأستعمال تقنيات الاستشعار من بعد، ونظم المعلومات الجغرافية.
- 4- امكانية توفير الصور الجوية بأستعمال الطائر المسيرة، والتي يمكن الاعتماد عليها كمصدر من مصادر المعلومات



لوحة (2-1) يوضح المحطات المدروسة

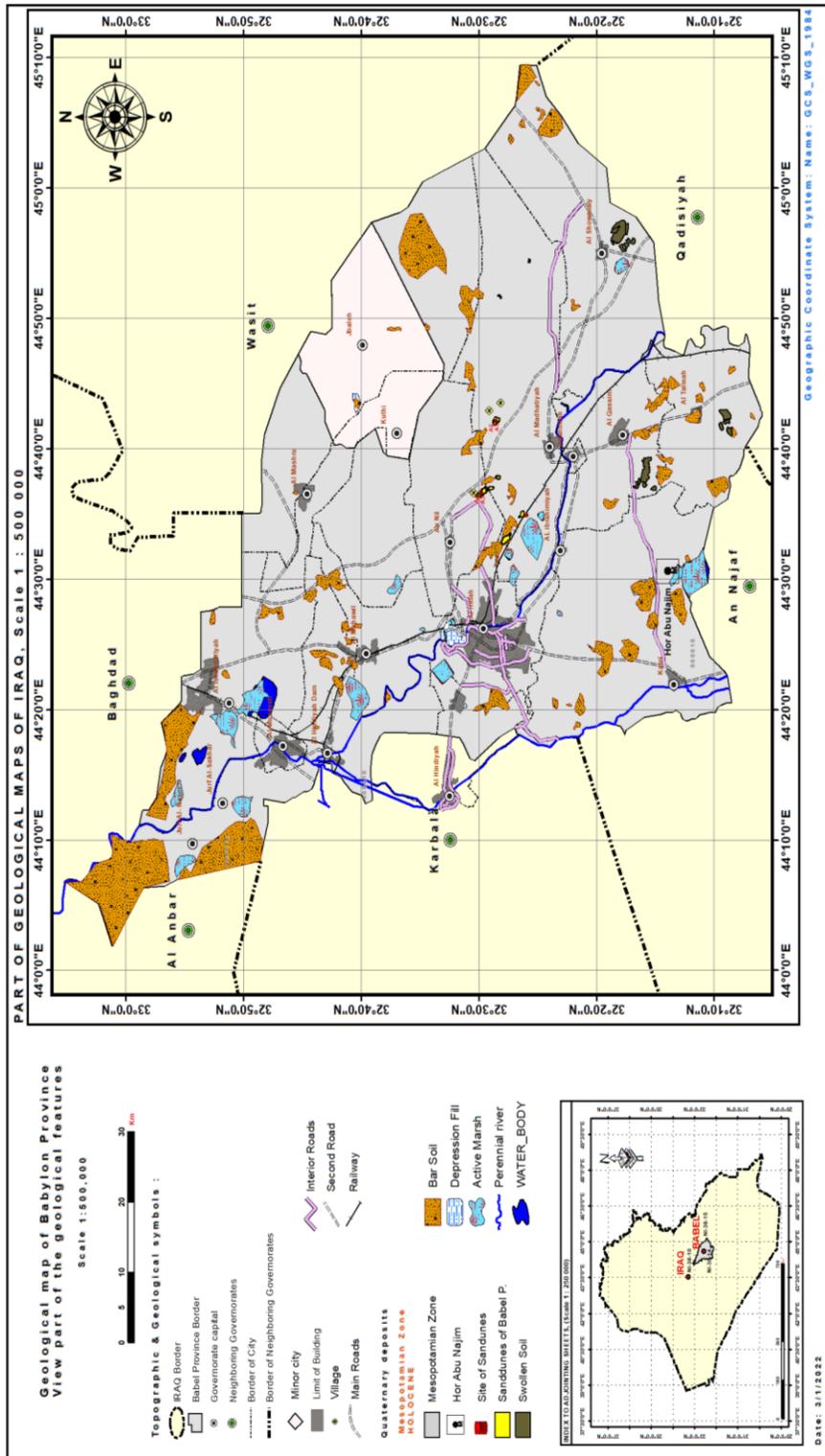
4-1 اهداف الدراسة (Aims of the study):

- 1- دراسة ظاهرة التصحر في منطقة الدراسة والحد منها.
- 2-دراسة ظاهرة الكثبان الرملية وخصائصها من خلال:
 - أ- دراسة الكثبان الرملية من حيث توزيعها الجغرافي، وكثافتها، والعوامل المؤثرة في تكوينها.
 - ب- دراسة أبعاد الكثبان، وزوايا انحدارها، وتحليل تقوس أسطحها.
 - ج- دراسة خصائص الرواسب المكونة للكثبان، ومعرفة أصل هذه الموارد ومصدرها.
 - د- طرق تثبيت الكثبان الرملية.
- 3- الوقوف على معدلات حركة الكثبان الرملية واتجاهاتها، والعوامل المؤثرة فيها، واقتراح ما يمكن لضبط هذه الحركة.
- 4- رسم خرائط توضح توزيع الكثبان الرملية باستعمال نظم المعلومات الجغرافية

5-1 جيولوجية و جيمورفولوجية منطقة الدراسة (Geology and Geomorphology of study area):

تقع منطقة الدراسة ضمن سهل بلاد ما بين النهرين في الرصيف غير المستقر - (Jassim and goff،2006) ، تغطي منطقة الدراسة رواسب العصر الرباعي الحديثة التي تتكون من رواسب الفيضانات لنهري دجلة و الفرات (Sisskian,2000). إن الرواسب المائلة للمنخفضات التي نتجت عن الفيضانات تتكون بشكل أساس من طبقات رقيقة من الرمل الناعم الطين والطين الغريني (Parsons,1957)، توجد الترسبات الريحية في الأجزاء الشرقية من المنطقة المدروسة اما رواسب المستنقعات الجافة فتظهر في مواقع مختلفة من منطقة الدراسة. (AL-Jboory,2002) تمثل الترسبات الناتجة عن الأنشطة البشرية مثل القنوات القديمة والتلال التاريخية الصغيرة مستوطنات الحضارات القديمة والتي تمثل ظواهر جيومورفولوجية طبيعية مهمة في الأراضي المسطحة (Brwaree and Salioh,1995).

تتميز منطقة الدراسة بانحدار قليل يبلغ 22 سم لكل 1 كيلومتر اضافة الى تواجد منحدرات ثانوية (Al- Jboory,2002) إذ يكون انحدار المنطقة من الشمال والغرب باتجاه الشرق والجنوب الشرقي. تم العثور على كثبان رملية في جنوب وشرق منطقة الدراسة لها قواعد ثابتة وقمم متحركة تكونت بفعل الرياح وحسب اتجاهاتها (AL-Sadoon,1988) في الشكل (3-1)



شكل (3-1): خارطة جيولوجية لمنطقة الدراسة (محورة عن (Sisskian,2000)

6-1 هيكلية الدراسة: Study structure

اقتضت الضرورة العلمية أن تشتمل الدراسة على اربعة فصول، فضلا عن الاستنتاجات والتوصيات والملحق.

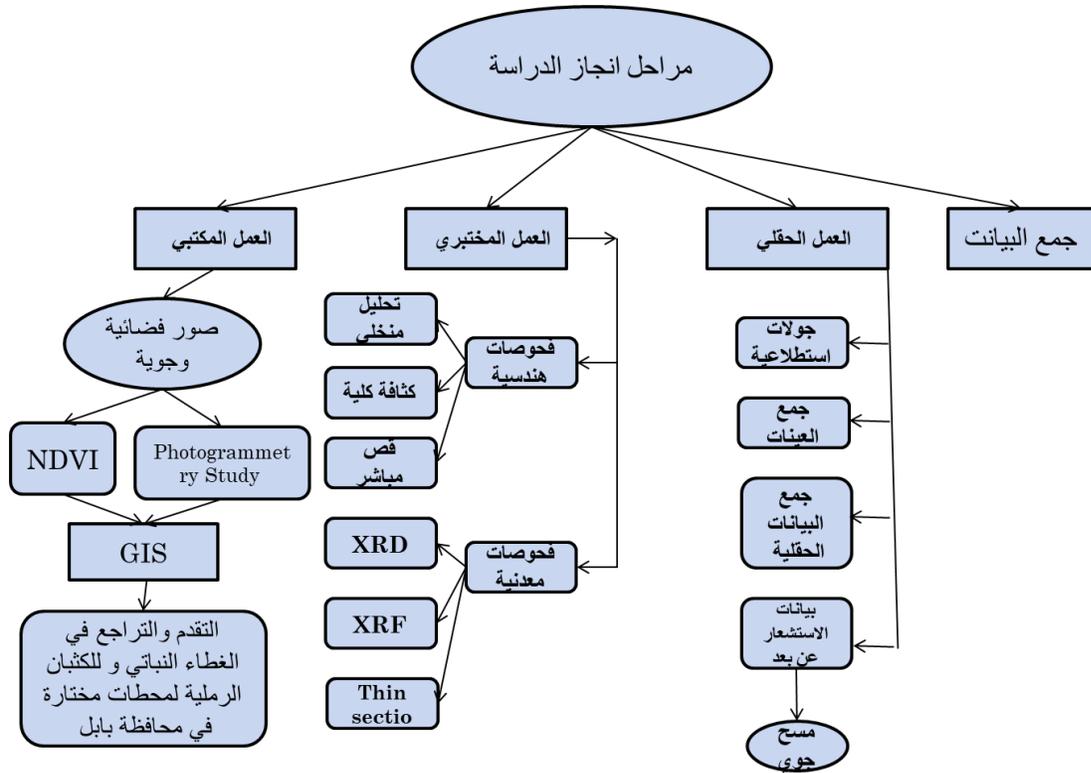
تناول الفصل الأول موضوع المقدمة وما تضمنه من معلومات عن حدود منطقة الدراسة وموقعها الجغرافي وجيولوجة المنطقة ومشكلة الدراسة، وتناول هذا الفصل أيضاً مفهوم التصحر ومظاهره وأهم الدراسات المحلية والعربية والعالمية التي تناولت هذا الموضوع.

أما الفصل الثاني فقد تم التركيز على الاطار النظري وأثر العوامل الطبيعية في نشوء مظاهر التصحر في منطقة الدراسة فضلاً عن دراسة الخصائص الهندسية للكثبان والاستخدامات وطرق المعالجة.

وتضمن الفصل الثالث وصف طرق العمل الحقلية والمختبرية والمكتبية والاجهزة التي استخدمت في الدراسة .

تضمن الفصل الرابع عرض ومناقشة النتائج والتي تم الحصول عليها من تحليل حيود الاشعة XRD وتحليل الاشعة الفلورسينية XRF، وما اظهر المجهر المستقطب اثناء عمل سلايدات للنماذج التي تم جمعها والتحليل المنخلي والبرامج التي استعملت لاتمام الدراسة بتصنيف مظاهر التصحر وتوزيعها الجغرافي في منطقة الدراسة وطبيعة امتداداتها المكانية ومدى الترابط القائم فيما بين هذه المظاهر، وتثبيت تلك الظواهر على خرائط واشكال توضيحه من خلال الاستفادة من الدراسة الميدانية والخرائط المفسرة من الأقمار الصناعية والجوية، كما تم تحديد تلك المظاهر وبيان توسعها المكاني أو ثباتها أما الوسائل التي أمكن من خلالها الحد من مخاطر التصحر س وهذه الوسائل بعضها معتمد من لدن الكثير من الدول وخاصة تجارب الدول العربية في مكافحة التصحر والممكن تطبيقها في منطقة الدراسة، إذ إن أغلب تلك التجارب أثبتت قدرتها على معالجة التصحر، فضلاً عما ذكر في الدراسة الميدانية من جهود فردية مبذولة في مكافحة التصحر في منطقة الدراسة التي تتباين طرق معالجتها بسبب تفاوت الأمكانيات المادية والخبرة بين مزارعي منطقة الدراسة.

أما الفصل الخامس جاء بعدد من الإستنتاجات التي توصلت اليها، وجملة توصيات يمكن أن تسهم في حل مشكلات التصحر والحد من تأثيرها كما في شكل(4-1).



شكل (4-1) مخطط انسيابي لهيكلية الدراسة

7-1 الدراسات السابقة Previous Studies

يعد التصحر من الظواهر المهمة والخطرة التي تشغل اهتمام الكثير من دول العالم وخاصة تلك التي تقع في المناطق الجافة وشبه الجافة وحتى شبه الرطبة. وقد نتج هذا الإهتمام عن الآثار السلبية والخطرة التي يخلفها التصحر على الصعيد الإجتماعي والأقتصادي والبيئي.

بالرغم من أن التصحر من الظواهر القديمة جدا ففي الأونة الأخيرة اخذ بالتوسع بشكل ملحوظ، بسبب سوء استخدام الموارد الطبيعية و بسبب النمو الهائل في عدد السكان، وقد أخذ الضغط اشكالا كثيرة غير اعتيادية وغير منظمة علمياً وعشوائية في الكثير من الحالات، مما أدى إلى تدهور هذه الموارد، وذلك بحسب طبيعة استثمارها. وهذا ما أشارت اليه بعض دراسات الأمم المتحدة التي ذكرت أنّ المساحات المتأثرة بالتصحر تبلغ ما يقارب 35 مليوناً كم² في مختلف أنحاء العالم. وأن عدد سكان المناطق المهددة بالتصحر يقدر بنحو 850 مليون نسمة، وأنّ الخسائر في الإنتاج الزراعي العالمي الناتج من التصحر هو 26 بليون دولار امريكي، أما الأراضي المستصلحة والأراضي القابلة للزراعة في العالم والبالغة مساحتها (30) مليون كم² ، فانها تتناقص تدريجياً ،

وفقد منها ما مقداره (18%) خلال الأعوام (1995 - 2000) (المركز العربي "إكساد" جامعة الدول العربية، 2000) .

ونتيجة لما تقدم يظهر أن التصحر ليست مشكلة محلية تقتصر على مناطق محددة من العالم. وانما هي مشكلة عالمية خطيرة وفي توسع مستمر في مختلف أنحاء العالم، لذا فقد وجب دراستها بشكل عالمي وصولاً إلى فهم مسبباتها ومن ثم إيجاد أفضل السبل لايقافها أو الحد من توسعها أولاً، ومعالجتها ثانياً، فضلاً عن توجه اهتمام الباحثين بهذه المشكلة والتعمق في دراساتهما في مختلف الاختصاصات وخاصة في مطلع النصف الثاني من القرن العشرين وحتى يومنا هذا. لذلك سوف نقوم بعرض أهم الدراسات السابقة عالمياً وعربياً ومحلياً والتي أولت موضوع الكثبان الرملية وانواعها التصحر أهمية خاصة.

1-7-1 دراسات محلية (local studies):

على الرغم من قدم انتشار مظاهر التصحر في مناطق مختلفة من أراضي العراق وهذا ما دلت عليه النصوص التاريخية، وتعرض الإنتاج الزراعي إلى نكبات خلال مسيرته التاريخية، وما أصاب الأراضي الزراعية من تدهور بسبب الإهمال أو حدوث دورات جفاف مناخية بسبب موقع العراق الجغرافي الذي حتم عليه هذا الموقع بأن يكون مناخه ذا صفة صحراوية او شبه صحراوية، وأهم هذه الصفات هو التذبذب الكبير في معدلات التساقط المطريذ السنوية. مما أوجب على الباحثين ضرورة أخذ موضوع التصحر وما يسببه من مشكلات بيئية خطيرة، موضع الإهتمام والعمل العلمي المدروس لايقاف توسعه وانتشاره، وأن هذه المهمة تقع على عاتق الجيولوجيين الذين تتركز جهودهم في الدراسة على علاقة الإنسان ببيئته، وما التصحر الا نتيجة لتلك العلاقة التي أصابها نوع من الإرباك، بسبب جهل الإنسان أولاً، وتطرف خصائص المناخ ثانياً. ولم يدرك الباحثون والمختصون خطورة التصحر إلا في الآونة الأخيرة، إذ نجد بعض الدراسات قد اهتمت بموضوع التصحر وسوف نستعرض بعض تلك الدراسات المحلية في هذا المجال ومنها:

قدم كل من (السلطان والخفاف، 1982) دراسة تناولت ناحية الهارثة في محافظة البصرة، أتخذوا منها نموذجاً لأراضي السهل الرسوبي الأسفل وما يسود تلك المنطقة من مظاهر الجفاف. فضلاً عن خصائص مناخية، حيوية تجعلها تتسم بما يطلق عليه ب (البيئة الهشة) وهي بيئة ضعيفة قليلة المقاومة للتطرف المناخي فضلاً عن سوء الاستعمال البشري فيها.

وثمة دراسة قام بها (الخشن، 1983) عن أعمار مساقط المياه ومكافحة التصحر في العراق وعمل على حصر المعلومات والبيانات المتعلقة بالمياه السطحية وصيانة التربة والحد من هذه الظاهرة وانجراف التربة وفقدانها خصوصيتها.

وتناول موضوع التصحر (خروفة وآخرون، 1984) في مؤلفهم الري والبيزل في العراق والوطن العربي، افردوا له فصلاً تحت عنوان الري والتصحر اشاروا فيه إلى خطر التصحر في الجهات الجافة وشبه الجافة. وذكروا أمثلة لكثير من الأراضي المنتجة التي تحولت إلى صحراء. كما اشاروا إلى مساهمة النمو المتسارع للسكان في هذا التوسع والتحول، فضلاً عن إشاراتهم إلى موضوع مظاهر التصحر ممثلة بالكتبان الرملية المتحركة وجرف الطبقات العليا للتربة بسبب تدمير الغطاء النباتي وتملح التربة وتغدقها، وذكروا أهم الطرق لايقاف هذه الظاهرة أو الحد منها.

وقدم (الطائي، 1984) مبحثاً عن واقع التصحر في العراق وطرق مكافحته، معرّفاً مظاهر التصحر وشارحاً أسباب هذه الظاهرة في العراق ومدى المخاطر التي تسببها على البيئة عامة والتربة خاصة. كما أكد أثر العوامل الطبيعية والبشرية في انتشار هذه الظاهرة.

وأعدت (شاكر، 1985) دراسة تناولت فيها مظهراً واحداً من مظاهر التصحر، وهو موضوع الكتبان الرملية في المنطقة المحصورة بين الكوت والديوانية والناصرية، قدمت فيها صورة واضحة عن الكتبان الرملية من حيث التوزيع والامتداد علاوة على العوامل التي وقفت وراء وجود الكتبان الرملية وخاصة الطبيعية منها.

وقدم (الريحاني، 1986) دراسة شاملة لظاهرة التصحر في العراق، من خلال رسم خارطة الارض المتصحرة بحسب درجة التصحر، وتوزيعها جغرافياً بحسب الاسباب المكونه لها، لافتاً الى العوامل الطبيعية والبشرية التي تؤثر على التوسع في التصحر. كما تطرق إلى الحلول والأساليب الكفيلة بمكافحة ظاهرة التصحر.

وأشار (عبد الله، 1990) إلى مشكلة التصحر في محافظة الناصرية ضمن الحدود الإدارية الخاصة بها، ومن خلال دراسة العوامل الجيولوجية المسببة للتصحر تبين أن العوامل الطبيعية والبشرية تعمل معاً لتؤدي إلى ظهور هذه المشكلة. كما وزع مساحة التصحر بحسب عوامل التصحر من خلال الخريطة التي رسمها، وأشار إلى الأثر السلبي لهذا التوزيع على تدهور إنتاجية الأراضي الزراعية والرعية، وتأثير انجراف التربة بفعل الرياح. كما يشير إلى طرق الحد من هذه الظاهرة ومعالجتها.

دراسة (البطيحي، 1993) يتحدث عن مفهوم التصحر ، ويشرح الفرق بين التصحر والصحراء ، وضرورة لفت الانتباه إلى الموضوع.

وقد شارك (القشطيني، 1993) بموضوع حول تكثيف واستثمار النباتات الصحراوية بهدف مكافحة بعض مظاهر التصحر في البادية الشمالية. وقد قام الباحث بتصنيف تلك النباتات إلى ثلاثة أصناف بحسب الطبيعة المعدنية للصخور.

وقدم (العمرى، 1993) البحث في مخاطر التصحر في محافظة الأنبار بعد إعطاء الإطار النظري لمفهوم التصحر ، صنف أسبابه في إشارة إلى الأسباب الطبيعية والاصطناعية ، وأكد على ندرة الأبحاث حول المنطقة وقضاياها البيئية وأكد على أهمية توسعة البحث في هذا المجال.

وهناك دراسه اخرى عن مكافحة التصحر قام بها (الفراجي، 1996) وعرض فيها المناطق المتصحرة في العراق بحسب السبب المكون لها لافتاً إلى الآثار التي قد تتأثر بها الأراضي الزراعية التربة ومواردها الطبيعية ، فضلاً عن تأثير الكثبان الرملية في الأراضي والمنشآت من صنع الانسان زيادة على أثر التصحر السلبي في الأراضي الزراعية فهو يؤدي إلى تناقص انتاجية الأراضي، كما أشار إلى أهم السبل المتبعة للحد من أتساع هذه الظاهرة.

وأهتم (الخفاجي وصالح، 1999) بتحديد مستوى التلوث وتدهور الأراضي، بسبب هذه الظاهرة، فضلاً عن أثرها البيئي ودورها في تناقص انتاجية الأراضي الزراعية وأثر العوامل الطبيعية والبشرية الأثر الكبير في السنوات الأخيرة، بسبب الحصار الاقتصادي المفروض على العراق وأثره في منع وصول المستلزمات المادية والفنية للحد من هذه الظاهرة وآثارها السلبية في القطر اقتصادياً.

ويؤكد بعض الباحثين مثل (دوغرامه جي، 1999) فضلاً عن تفسير مظاهر التصحر ، فإنّ التأثير البشري الهائل على وجود ظاهرة التصحر نتيجة سوء إدارة الموارد الطبيعية..

وأشار (المصرف، 1999) إلى دراسة السيطرة على التصحر في مشروع ري وبزل الرمادي ودعت الدراسة إلى تخطيط إدارة الأراضي وإيجاد التوازن بين الحاجة والإمكانية المتوافرة وأهمية مسح التربة وتقويم الأراضي وتنفيذ شبكات الري والبزل واستصلاح التربة، كما أشار إلى أثر عاملي المناخ والري في هذا التخطيط.

وهناك دراسة عن مكافحة التصحر في العراق قدمها (الفراجي، 2000) أحاطت هذه الدراسة بالمعطيات الطبيعية كالموقع الجغرافي والمناخ والموارد الطبيعية علاوة على مظاهر

التصحّر من حيث التوزيع الجغرافي، موضحة على خرائط. كما بين أهم المشروعات التي اقيمت للحد من مشكلة التصحر ومنها الأراضي المحيطة بنهر المصب العام لحمايته من الرمال الزاحفة. ومن الدراسات الأخرى المعنية بموضوع التصحر هي دراسة (العقيلي، 2000) حول تجربة العراق في مكافحة التصحر في وسط وجنوب القطر، فقد أوضحت هذه الدراسة تفاعل العوامل الطبيعية والبشرية وتداخلها وأثرها عبر الزمن في تحويل نحو (20%) من الأراضي الزراعية إلى أرض بور هجرها مستثمروها وصاحب ذلك تناقص معدلات الانتاجية بمعدل يكون بين (20 - 50%).

واسهم (الجبوري، 2001) من خلال دراسة هذه الظاهرة في منطقة جغرافية معينة من العراق، يتم تمثيل حدودها المكانية بالحدود الإدارية لمحافظة صلاح الدين. إذ تم في هذه الدراسة توزيع التصحر على هيئة جغرافية وتوضيح السبل اللازمة لمعالجة ظاهرة التصحر في المحافظة، وتوثيق هذه المظاهر صورياً.

ودرس (الصبيحي، 2002) التصحر في محافظة الأنبار وأثره في الأراضي الزراعية ومن الدراسات الأخرى المعنية بالموضوع هي دراسة (الاسدي، 2012) إذ قام بدراسة تباين الخصائص المورفومترية لوديان الهضبة الغربية في محافظة النجف وعلاقتها بالنشاط البشري. درس (الزبيدي، 2017) الخواص الهندسية للكتبان الرملية في منخفض بحر النجف كدراسة حالة تقع ضمن نطاق المناخ الجاف وشبه الجاف. واسهمت (حسن، 2010) بدراسة التصحر في منطقة بحيرة الدلمج في السهل الرسوبي باستعمال تقنيات التحسس النائي في جامعة بغداد. درس (عبدالامير، 2012) بدراسة جيومورفولوجية لحقول الكتبان الرملية وتأثيراتها البيئية في محافظة المثنى – العراق.

قدم (القريشي، 2015) بدراسة جيومورفولوجية الكتبان الرملية بمنطقة الشيخ سعد بمحافظة واسط. وقدم (الناجي، 2019) بدراسة الرواسب لحقل الكتبان الرملية بمحافظة النجف جنوب العراق. ومن الدراسات الحديثة المعنية بموضوع التصحر هي دراسة (المشهداني، 2022) بدراسة رسوبية ومورفولوجية لحقول الكتبان الرملية حول هور الدلمج بين محافظتي واسط والقادسية.

1-7-2 دراسات عربية (Arabic Studies):

إن أغلب الدول العربية تقع ضمن نطاق المناخ الجاف وشبه الجاف، أي أن نسبة التساقط أقل موازنة بالتبخر، وبفعل الاستغلال غير الرشيد لموارد الثروة الطبيعية مع قلة التساقط، فقد تعرضت مساحات شاسعة من الأراضي العربية إلى مخاطر التصحر. وكبقية الدول النامية، لم تلقَ هذه المشكلة عند الباحثين اهتماماً كبيراً إلا في مطلع النصف الثاني من القرن المنصرم. إذ نشرت بعض الدراسات التي عنيت بهذا الموضوع وسوف نوجز بعض تلك الدراسات.

ومن هذه الدراسات ما قدمه (غنيمي ، 1980) عن مشكلة التصحر في العالم الإسلامي ، والتي عدت التصحر نتيجة للتعامل غير العقلاني بين الانسان والبيئة وخاصة البيئة الجافة التي تتسم بنظم بيئية هشّة ، وقدرت هذه الدراسة مجموع الأراضي المتصحرة في العالم الإسلامي بنحو (26) مليون كم² ، أو ما يعادل (58%) من المناطق المتصحرة في العالم . كما أوضحت هذه الدراسة ابعاد مشكلة التصحر واسبابها ودور التخطيط في وضع الحلول المناسبة لوقف انتشار هذه الظاهرة، كما أشار إلى مظاهر التصحر المختلفة.

ودرس (الزوكة، 1981) مشكلات الأراضي الزراعية في مصر بما فيها التصحر وأثره في تناقض المساحات المزروعة. وأشار إلى عمليات جرف التربة وأنّ مشكلة التصحر تعود إلى الاسراف في استعمال مياه الري وضعف كفاءة شبكات الصرف وتلوث مياه الري وتغير صفاتها فضلاً عن عملية سفي الرمال.

وتناول (الشخاترة، 1982) دراسة الكثبان الرملية في الوطن العربي مشيراً إلى قدم هذه الظاهرة التي تعود إلى (3000) سنة ق.م. وربطت هذه الدراسة ظاهرة التصحر وقدمها بما جاءت به بعض الدراسات التي تذكر أنّ التغير في المناخ نحو الجفاف بدأ خلال الفترة الواقعة بين (3300 - 1950) ق. م، وأشارت هذه الدراسة إلى أنّ التصحر قد يمتد إلى الجهات الرطبة كذلك بسبب سوء تصرف الانسان الذي يؤدي إلى تدهور الأراضي المنتجة.

وقدمت (جامعة الدول العربية، 1985) دراسة انطلاقاً من أهمية ظاهرة التصحر وما افرزته من سلبيات ممثلة في زحف الرمال وتعرية التربة وتقليص الرقعة الزراعية وعدم المحافظة على استمرارية غطائها النباتي مؤخراً. وأظهرت هذه الدراسة تفاوت تأثير التصحر من قطر عربي إلى آخر نتيجة لطبيعة المناخ السائد وطوبوغرافية المنطقة ونمط استغلال الموارد.

وهناك دراسة شاملة لهذه الظاهرة في الوطن العربي قدمها (خولي، 1985) اشار فيها إلى اسباب التصحر ونتائجه وطرق مكافحته فكانت هذه الظاهرة المحور الرئيس التي أنتظمت حوله

محتويات الكتاب. كما أشار إلى المشروعات العربية القائمة على دراسة التصحر والطرق الكفيلة بمكافحته.

وحاول (القواسمة، 1986) الكشف عن مدى العلاقة بين المناخ والتصحر، مشيراً إلى أن التصحر حدث بفعل فترات جفاف تعد قصيرة من الناحية المناخية تعرضت لها بعض البلدان ادت إلى تدهور مساحات واسعة من الأراضي الزراعية وظهور المشاكلات الزراعية والأجتماعية مما يهدد مستقبل التقدم الزراعي والاجتماعي. فضلاً عن ازدياد أعداد السكان وازدياد طلبهم على الموارد الاقتصادية.

وهناك أيضاً دراسة (النحلاوي، 1987) عرض فيها مشروعاً يرمي إلى تنمية الموارد الطبيعية ومكافحة التصحر أدنى نهر عطبرة بالسودان، عدّ فيها دراسة المصادر المناخية قاعدة اساسية للدراسات المتعلقة بالمحافظة على الثروات الطبيعية من هواء وماء وتربة، وتسهم في مكافحة التصحر بالاستعمال الأمثل للمصادر المناخية المتاحة.

وعن التصحر في شمال افريقيا قدم (محمد عبد النبي بقي) دراسة ناقشت موضوع التصحر من حيث المناخ السائد في شمال افريقيا والنشاطات البشرية ومساهمتها في هذه الظاهرة، علاوة على آثار التصحر والتجارب المتخذة في الحد منه.

كما قدمت (جامعة الدول العربية، 1995) دراسة عن مكافحة التصحر في الجمهورية العربية السورية، تطلبت تكوين فريق عمل من المختصين، أطلع على البيانات والاجراءات المتخذة لمكافحة التصحر. تم الاتفاق على تكوين برنامج عمل وطني لمكافحة هذه الظاهرة وتخفيف آثار الجفاف.

ومن الذين درسوا التصحر في الوطن العربي (الحسن، 1995) فقد تناول هذه الظاهرة من حيث الاسباب والمظاهر وطرق المعالجة وذكرت هذه الدراسة أن من أهم سمات الفترة المناخية الحالية هو ارتفاع المدى الحراري اليومي والسنوي وارتفاع نسبة التبخر قياساً إلى كمية التساقط وندرة الأمطار وفجائيتها وتذبذبها. وطول مدة الجفاف وتكرارها، وهذه كلها ظروف طبيعية مهياة لانتشار ظاهرة التصحر فضلاً عن العوامل البشرية المساهمة، ووضحت أيضاً جميع مظاهر التصحر.

كما درس التصحر على نطاق الوطن العربي (حبيب، 1997) معرفاً التصحر واسبابه المتمثلة بالتغيرات المناخية طويلة المدى والتغيرات المناخية الحالية، والنشاط البشري غير الملائم المتمثل بالاستغلال غير الرشيد للغطاء النباتي كالرعي الجائر وقطع أشجار الغابات وغيرها.

وأشار (الجيلاني، 1997) إلى تدهور التربة والتصحر في الوطن العربي وعرضت هذه الدراسة الحضارات القديمة وحوادثها كانهيار سد مأرب. كما أشارت إلى أسباب تدهور التربة وتصحرها وأثر عامل المناخ في هذه الظاهرة علاوة على دور العامل البشري.

ودرس التصحر (لامه، 1997) وجعل التجربة الليبية في مكافحة التصحر مثلاً يحتذى به في مجال مكافحة التصحر في المناطق الجافة، وأشار إلى تأثير المناخ الجاف وشبه الجاف في حدوث هذه الظاهرة في ليبيا، مشيراً إلى نشاط هذه الظاهرة الفاعل في الإقليم الصحراوي الجاف، فضلاً عن مظاهر التصحر وأساليب مكافحته. كما أشار إلى مشروع النهر الصناعي العظيم ودوره في الحد من هذه الظاهرة فضلاً عن أثره التنموي.

وأشار (لولو، 1997) دراسة تطبيقات الاستشعار عن بعد في رصد والحد من التصحر وكيفية استخدام هذه التطبيقات، سواء من خلال التحليل المرئي لصور الأقمار الصناعية أو استعمال أجهزة الكمبيوتر لتحليل البيانات الرقمية لفهم أين ينتشر تدهور الأراضي والتصحر ورسم الخرائط اللازمة لها.

وقام (الرابطي، 1997) بتقويم دور مشروع النهر الصناعي العظيم في مكافحة التصحر في ليبيا الذي يروم توفير مصدر جديد من المياه العذبة عن طريق نقل (6.18) مليون م³ يومياً من هذه المياه في أعماق الصحراء إلى الجهات الساحلية الزراعية.

وقام (الطالبي، 1997) بمحاولة رصد التصحر ومتابعته في الجنوب التونسي في منطقة (الجفارة) وكانت محاولة لاستنباط الطريقة المثلى لتقويم التصحر ومتابعته وانجاز خرائط تستعمل لتهيئة المنطقة لهذه الدراسة.

كما أهتم (مؤتمر دبي العالمي للتصحر، 2000) بدراسة مشكلة التصحر من حيث المظاهر والاسباب، وقد شجع المؤتمر البحوث التي تقدم صيغاً علمية يمكن من خلالها إيقاف تأثير التصحر والحد منه.

وقدمت (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 2000) دراسة جعلت من مشكلة التصحر في الوطن العربي أساساً لها من حيث المفهوم والاسباب وطرق المعالجة والمراقبة فضلاً عن استعمال التقانات الحديثة والاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية.

وتناولت دراسة (للبناء، 2000)، أخذت من المشكلات البيئية موضوعاً لها ومن هذه المشكلات مشكلة التصحر التي أخذت تلتهم مساحات شاسعة من الأراضي الزراعية خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة وكذلك شبه الرطبة. واعطت هذه الدراسة أمثلة كثيرة عن الأضرار

الناجمة عن توسع هذه المشكلة في أقطار عربية وعالمية عديدة، وأوضحت أهم الوسائل التي يمكن اتباعها في معالجة مشكلة التصحر وأيقاف آثاره السلبية.

1-7-3 دراسات عالمية ((Interentional study)):

حظيت مشكلة التصحر باهتمام عدد كبير من الباحثين لما لها من آثار سلبية في الأراضي الزراعية ومن هذه الدراسات دراسة (Mabbut، 1976) الذي قام باعداد خرائط توضح المساحات المتأثرة بالتصحر حيث استخدمت بيانات نظم المعلومات الجغرافية وبيانات الاستشعار عن بعد في دراسة ظاهرة التصحر بشكل كبير، كما تضمنت ايضاح العوامل البيئية المساهمة في بروز هذه المشكلة. وقد تبين من خلال هذه الدراسة توسع المظاهر الصحراوية للصحراء الكبرى باتجاه الحدود الشمالية والجنوبية، فضلاً عن امتداد الجفاف الشديد في صحاري شبه الجزيرة العربية في الربع الخالي نحو الشمال على امتداد الحدود الغربية للخليج العربي وعبر صحراء النفوذ حتى الحدود الشمالية للسعودية مع العراق والأردن.

وأعطى (هندي، 1984) امثلة متعددة عن الصين فيما يخص تدهور اراضيها الزراعية التي تؤلف 10% من الأراضي القابلة للزراعة في العالم. وأشار إلى أثر العوامل الطبيعية والبشرية في تفاقم هذه المشكلة وخاصة أثر النمو العمراني والصناعي.

أما (مؤتمر التصحر، 1992) الذي عقد في نيروبي فقد قام بتعريف التصحر ومظاهره فضلاً عن دور الجمعية العامة للأمم المتحدة في مواجهة هذه المشكلة وتقديم المساعدة للتنمية الاقتصادية للمناطق المتأثرة.

ومن الدراسات العالمية الأخر حول مشكلة التصحر (دراسة كنه هير Kenneth Hare) عن تأثير عامل المناخ والاختلافات المناخية في حدوث هذه المشكلة، إذ قال: إنّ الأقاليم الجافة كانت بمثابة عملية اختبار بين قدرة الإنسان وقساوة الظروف المناخية لعدة قرون، ومن ذلك استطاع الانسان أن يخرج منتصراً عندما تمكن من اخضاع الظروف القاسية للبيئة التي يعيش فيها لخدمة حياته، ومن أفضل الأمثلة على ذلك ، الحضارات العربية التي قامت في المشرق العربي في شبه الجزيرة العربية وبلاد الرافدين والشام وهذه الأمكنة تقع ضمن المناطق الجافة وشبه الجافة .

واشار (بيري Barry) في دراسته التغيرات البيئية في العصر البرونزي (القرنين 13 - 12 قبل الميلاد)، إلى أن هناك خللاً في طبيعة العلاقة بين الانسان والتغيرات البيئية التي حدثت في الماضي وأدت إلى تدهور الاراضي الزراعية وتدهور الحضارات، فضلاً عن قلة الإنتاج الزراعي؛ بسبب الجفاف الطويل الذي مر على الكرة الأرضية في تلك المدة.

دراس (برايسون Reid Bryson)، فقد أكدت أن العالم يتجه نحو تغيرات مناخية في عدة مناطق من العالم وبشكل خاص دول جنوب شرق آسيا ومناطق أخرى في قارة أفريقيا، وستحصل تغيرات في النطاقات الموسمية في المناطق القطبية، وسوف تكون مسؤولة عن الجفاف، وتؤثر في إنتاج الحنطة في مناطق العروض العليا وقلتها، مع تزايد نمو السكان والحاجة إلى كميات إضافية من الغذاء، وان بيئة الكرة الأرضية بشكل عام تتجه نحو البرودة، كما أنّ الزيادة السكانية ستعمل على الاخلال بالتوازن البيئي للكرة الأرضية.

قوم من (توماس Thomas David)، فقد أكد العامل البشري كأساس في حدوث ظاهرة التصحر، إذ قال : إن العامل البشري يعد الأخطر في حصول عمليات التصحر، وأن اعتماد عنصر المناخ في تحديد صفة الجفاف ومايرافقها من نتائج أخر مستقبلية يكون غير صحيح إلى درجة كبيرة، إذ إنّ مساحات هذه المناطق يمكن أن تتغير من سنة إلى أخرى، يمكن أن تكون التأثيرات البشرية في بعض الأحيان أكثر خطورة من العوامل الطبيعية بسبب النشاط الصناعي للإنسان ، إذ تم تحويل العديد من المناطق غير القاحلة وجيدة زراعيًا إلى مناطق يسيطر عليها التصحر (Desertification) دون تدخل العوامل المناخية.

ومن الدراسات الحديثة حول مظاهر التصحر دراسة (مورتلوك و برودمان , Broadman , J , Favis – Mortlack) إذ اشارا فيها إلى أنّ الأراضي الزراعية في بريطانيا تتعرض إلى التعرية والتآكل؛ بسبب الظروف المناخية والاستعمال الزراعي الشديد صيفاً وشتاءً، مما يؤدي إلى إنهاك التربة، هذا فضلاً عن زيادة نظام الري الربيعي والخريفي، كما بينت الدراسة أنّ هناك محاصيل زراعية يمكن أن يكون لها أثر في تآكل التربة ومنها محصول الذرة، كما اشارت الدراسة إلى الفيضانات والتلوث الذي يحصل للتربة خارج الحقول الزراعية وهذا يرتبط بأثر الإنسان، أي أن ظاهرة التصحر هي ظاهرة تسببها تأثير العوامل الطبيعية مع تداخل أثر الإنسان السلبى في حدوثها .

ومن الدراسات الأخر التي تعنى بموضوع التصحر وآثاره السلبية في الأراضي الزراعية وامكانية السيطرة عليه ووقف زحف آثاره السلبية، مجلة مكافحة التصحر التي يصدرها برنامج الأمم المتحدة للبيئة (U.N,E.P) وهذه المجلة التي تصدر اعداداً مختلفة يشترك في اصدارها مختصون بموضوع البيئة ومشكلاتها، واحدى هذه المشكلات البيئية هو موضوع التصحر الذي لفتت اثاره السلبية في البيئة بصورة عامة وفي الأراضي الزراعية خاصة، أنظار الباحثين والمعنيين بهذا الموضوع فاخذوا يضعون افضل السبل والوسائل التي يمكن

8-1 المناخ climate

يعتبر المناخ عاملاً مهمًا في البيئة الطبيعية وله تأثير قوي على العناصر الأخرى، مثل الغطاء النباتي والجيومورفولوجيا والتربة. وهذا أيضًا سبب حدوث تغيرات محلية داخل البيئة المحلية بسبب تفاعلها مع حياة الكائنات الحية (شاكر، 1985). أهمية دراسة الظروف المناخية؛ لأنها من الأسس المهمة التي تؤلف الصورة الكاملة للطبيعة السائدة في المكان المراد دراسته دراسة علمية.

العوامل المناخية السائدة في منطقة الدراسة هي درجة الحرارة والرطوبة النسبية والتبخر وسرعة واتجاه الرياح و نسبة الأمطار، وفيما يأتي عرض لهذه العناصر من خلال التسجيلات بالهيئة العامة للأرصاد الجوية لمحافظة بابل، في الفترة (1986-2020 م) كما في الجدول (2-1). مناخ المنطقة قاري جاف حيث أنه مناخ القسم الأوسط من بلاد ما بين النهرين، حيث يتميز بدرجات حرارة مختلفة للغاية. تكون درجة الحرارة مرتفعة جدًا أثناء النهار في المناطق الجافة صيفا وتكون درجة الحرارة أثناء الليل منخفضة جدًا في فصل الشتاء.

جدول (2-1) المعدلات الشهرية للعناصر المناخية لمنطقة الدراسة خلال الفترة من 1986

إلى 2020 (من هيئة الانواء الجوية بابل)

Month	Rainfall mm	Relative Humidity%	Evaporation mm	Temp. c°	Sun Shine hour	Wind speed m/sec
OCT.	4	47.7	162.3	25.1	8.2	1.2
NOV.	21.7	62.6	82.7	16.8	7	1.1
DEC.	18.3	71.2	54.7	11.8	6.1	1.3
JAN.	21.5	72.9	52.9	10.2	6.1	1.3
FEB.	12.2	63.2	77.6	13.1	7.2	1.7
MAR.	13.9	53.5	135.9	17.3	7.7	2.1
APR.	12.2	46.2	188.7	23.6	8.4	1.9
MAY.	3.1	36.1	271.8	29.2	9.4	2
JUN.	0	31	334.4	33.1	11.4	2.4
JUL.	0	31	355.1	35.2	11.6	2.5
AUG.	0	33.4	317.9	34.6	11.2	1.9
SEP.	0.2	37.9	245.3	30.7	10	1.4
Mean	107.1	48.9	2279	23.4	8.7	1.7

1-8-1 درجات الحرارة (Temperature):

تقع منطقة الدراسة ضمن نطاق الأراضي الحارة الجافة، ومن تحليل الجدول (1-2) والشكل (1-5) نستنتج: - يبلغ المعدل السنوي للحرارة في محافظة بابل 23.4 % وهذا يدل على أن درجة الحرارة في منطقة الدراسة مرتفعة. معدل درجة الحرارة الشهرية في يوليو (تموز) هو الأعلى (35.2 درجة مئوية). وفي يناير كانت أقل من (10.2 درجة) ، وهو كانون الثاني . يمكن تلخيص العلاقة بين التأثيرات الحرارية على مدار العام على الكثبان الرملية على النحو التالي:

1- أي كمية من الأمطار أو أي رطوبة جوية تتكثف على سطح الكثبان الرملية أو تتسرب إليها تتبخر بسرعة ؛ فتظل الرمال مفككة ويمكن أن تتحرك مع الرياح.

2- بسبب ارتفاع درجة الحرارة في نصف السنة الصيفية في تدمير الإنزيمات ووقف عمليات الحياة للنباتات مما يؤدي إلى تدميرها (Ambabi and Ashour، 1983، p. 31)، بحيث تكون حركة الرمال أكثر حرية . ويتحرر من تمسك النباتات التي تقيد حركة الكثبان الرملية.

3- انخفاض درجة الحرارة في منتصف الشتاء ينتج عنه تبخر أقل ، ويؤدي الاحتفاظ برطوبة التربة إلى نمو بعض الحشائش على سطح الكثبان ، مما يؤدي إلى استقرار الكثبان وإعاقة حركة الكثبان الرملية.

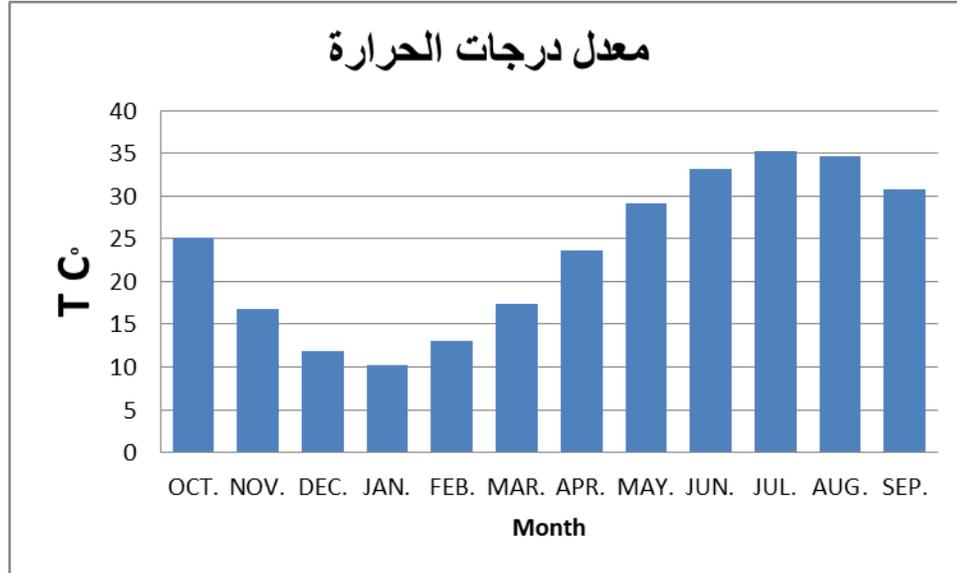
وهو ما يشير إلى ارتفاع درجة الحرارة في منطقة الدراسة. يبلغ المعدل الشهري لدرجة الحرارة أقصاه في شهر تموز وبمعدل (35.2 °) . بينما يبلغ أدناه (10.2 °) في شهر كانون الثاني، وذلك في شهر يناير.

ويمكن إجمال العلاقة بين المؤثرات الحرارية على مدار العام على الكثبان الرملية في النقاط الآتية:

1- تتعرض أية كمية تسقط من مياه الأمطار أو أية رطوبة جوية تتكاثف على أسطح الكثبان، أو تتسرب في الطبقة السطحية منها للتبخر بسرعة؛ لذلك تبقى الرمال في حالة مفككة يمكن أن تحركها الرياح.

2- يؤدي ارتفاع الحرارة خلال نصف السنة الصيفي إلى تكسر الإنزيمات، وتوقف العمليات الحيوية للنبات، ويؤدي ذلك إلى هلاكه (أمبابي وعاشور ، 1983) ، وبذلك تكون حركة الرمال أكثر تحرراً ، وتفلت من قبضة النباتات التي كانت تحد من حركتها .

3- يؤدي انخفاض درجة الحرارة خلال نصف السنة الشتوى إلى قلة التبخر ، يؤدي احتفاظ التربة برطوبتها إلى نمو بعض الأعشاب على أسطح الكثبان ، تعمل على تثبيت الكثبان وعرقلة حركتها (صابر دسوقي, 2000)



شكل رقم (1-5) المعدلات السنوية لدرجات الحرارة في محافظة بابل من (1986-2020)

2-8-1 سرعة واتجاه الرياح ((Wind speed and direction)):

الرياح هي أكثر عوامل المناخ حركة ، وهي تؤثر على جميع العوامل الأخر من خلالها ؛ فهي تؤثر على ارتفاع أو انخفاض درجة الحرارة ، وبالتالي تغير مركز الضغط الجوي ، وتؤثر في الرطوبة النسبية ، ونسبة التبخر ، وهطول الأمطار. وستدرس الرياح هنا من جانبين هما: السرعة والاتجاه.

أ - سرعة الرياح

تتضح من الجدول (2)، والشكل (1-6) عن المتوسطات الشهرية والمعدل السنوى لسرعة

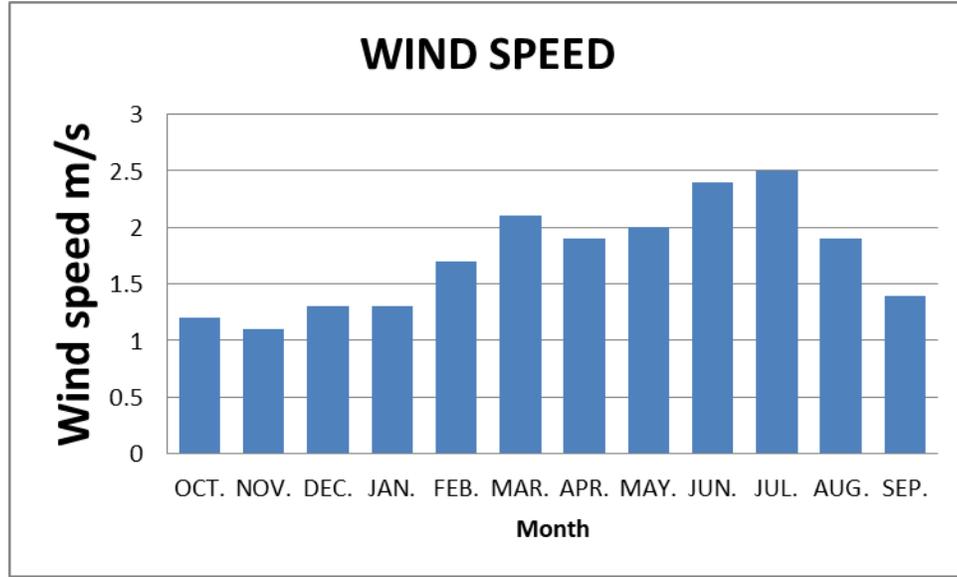
الرياح في منطقة الدراسة الحقائق الآتية:

- بلغ المعدل السنوى لسرعة الرياح في محافظة بابل 1.7 متر / ثانية.

- وبلغت أقصى سرعة للرياح في محافظة بابل في تشرين الاول ؛ إذ بلغت 2.5 م/ثا، وبلغ أدنى

معدل لسرعة الرياح خلال شهر تشرين الاول في محافظة بابل 1.1 م / ثا

وخلاصة ما سبق إن سرعة الرياح في الصيف أعلى منها في الشتاء في منطقة الدراسة مما يشير إلى أن معدل حركة الكتلان الرملية أعلى في فصل الصيف.

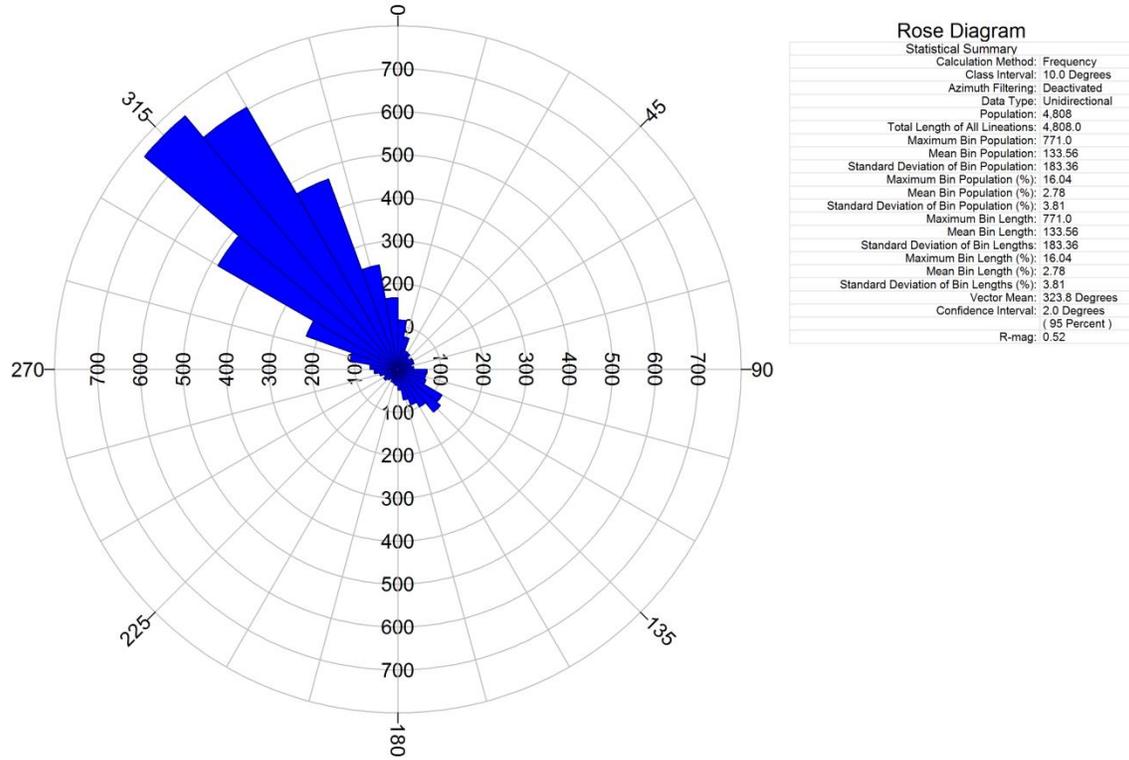


شكل (6-1) معدل سرعة الرياح الشهرية لسنوات 1986-2020

ب - اتجاه الرياح ((Wind direction))

- أعلى سرعة للرياح على مدار العام هي الرياح الشمالية الغربية ، وفي بابل تصل إلى 75% ، مما يدل على انتشار هيمنة الرياح الشمالية الغربية المختلفة ، وبالتالي ارتفعت نسبة الرياح الشمالية الغربية في المحافظة ، الشكل (7-1).

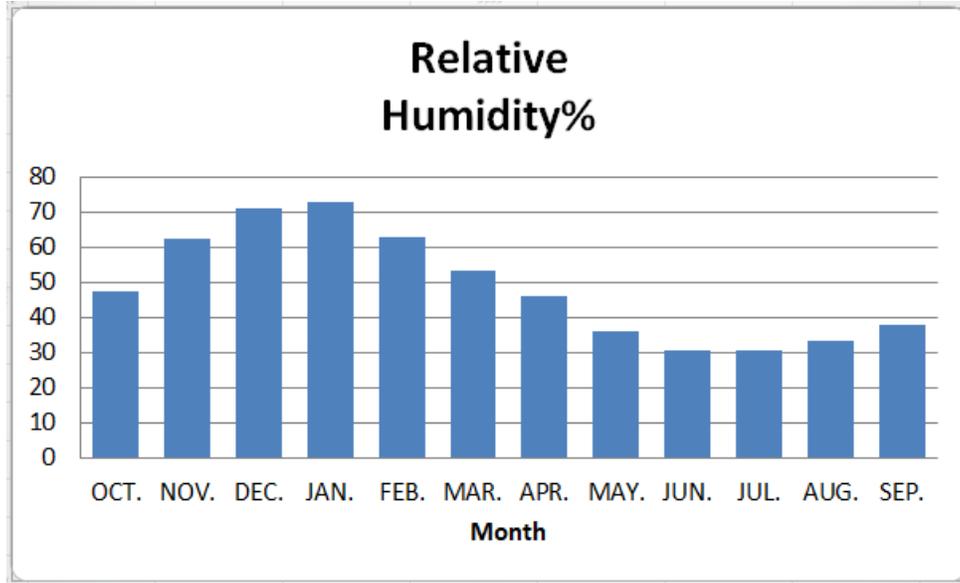
- فيما تصل نسبة الرياح ذات الاتجاه الجنوبية الشرقية بأنواعها إلى 10% في محافظة بابل، وبذلك ترتفع نسبة هبوب الرياح الشمالية الغربية في محافظة بابل بصورة عامة.
- أعلى نسبة سرعة للرياح طوال العام هي الرياح الشمالية الغربية في بابل.



شكل رقم (7-1) يوضح مخطط اتجاه الرياح (من عمل الباحث)

3-8-1 الرطوبة النسبية (Relative humidity):

الرطوبة النسبية هي عامل مهم في حركة الكتلان الرملية ؛ فهي تساعد الهواء على الاحتفاظ بالحرارة ، ونسبتها المنخفضة في الهواء تؤدي إلى فقد حرارة الهواء بسرعة ، فتكون حبيبات الرمل متبعثرة ومفككة . فإذا كانت الرطوبة النسبية للهواء أقل من 50٪ فيعتبر هواء جاف ، و 70.50٪ متوسط الجفاف ، و 70٪ هواء رطب و شديد الرطوبة (شرف ، 1986). ومن تحليل جدول (2-1) والشكل (8-1) يتبين ما يلي :

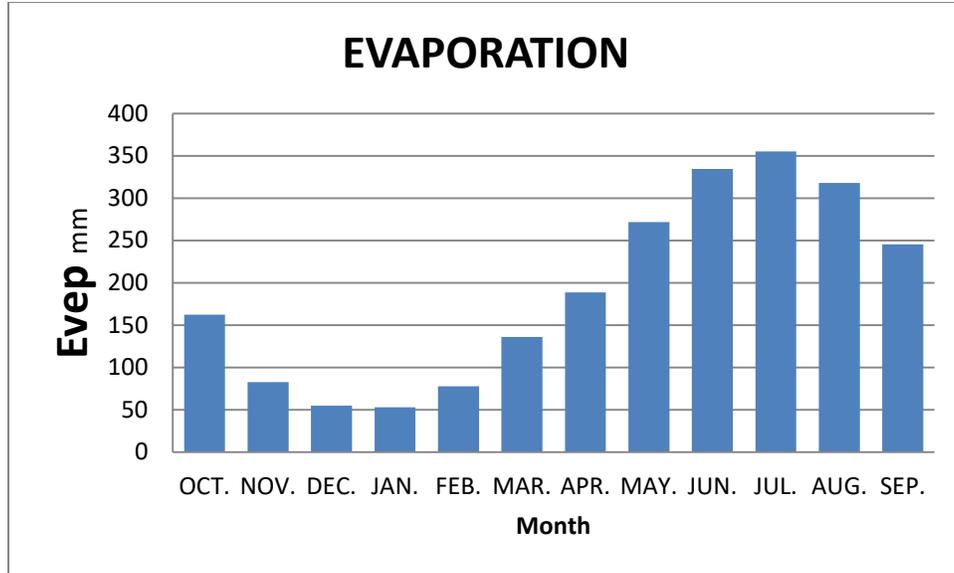


شكل(8-1): مخطط يوضح نسبة الرطوبة النسبية من 1986-2020(من عمل الباحث)

بلغ المتوسط السنوي العام للرطوبة النسبية في محافظة بابل 48.9 % ويتبين من خلال المخطط (8-1) ان فصل الشتاء هو الفصل الذي يتميز بأعلى نسبة رطوبة نسبية ، إذ إنه الموسم الأكثر عرضة لموجات البرد القارص ، بينما الربيع هو الموسم الأقل رطوبة نسبية ، حيث يشهد هذا الموسم من العام هبوب الرياح المحلية. يتضح ومن الجدول (1- 2) أن الرطوبة في شهر يناير (كانون الثاني) هي الأعلى (72.9%)، بينما شهد شهر يونيو ويوليو أقل معدل للرطوبة (31 %).

4-8-1 التبخر (Evaporation)

التبخر هو أحد العوامل المناخية الهامة وكان هدفًا للعديد من الدراسات. تكمن أهمية التبخر هنا في أنه يتجاوز هطول الأمطار بشكل كبير ، كما يحدث في المناطق القاحلة بشكل عام. تعتمد كمية التبخر على عدة عوامل أهمها: درجة الحرارة ، والرطوبة النسبية ، وسرعة الرياح ، والضغط الجوي. كما في الشكل (9-1).



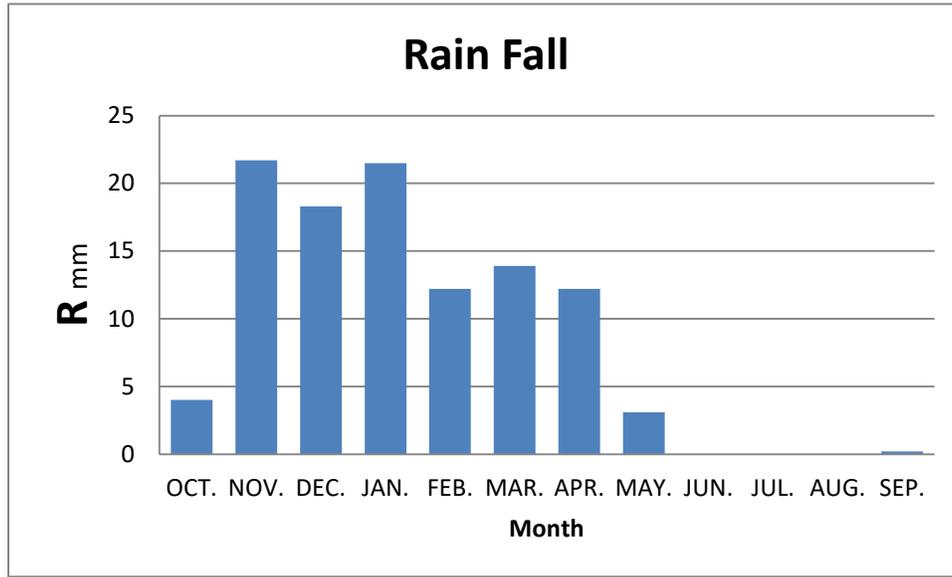
شكل (9-1) مخطط يوضح نسبة التبخر للفترة من 1986-2020

- معدل التبخر السنوي في منطقة الدراسة بشكل عام 189 ملم.
- معدلات التبخر ترتفع في اشهر الصيف والخريف في منطقة الدراسة، تصل اعلاها خلال شهر يوليو (تموز) ويبلغ (355.1 ملم)؛ بسبب ارتفاع درجة حرارة الهواء مما يسبب جفافة ، وتعرية السطح، وقلة النباتات الطبيعية .
- انخفضت معدلات التبخر في منطقة الدراسة خلال أشهر الشتاء لتصل إلى أدنى مستوياتها في شهري ديسمبر ويناير (54.7 ملم و 52.9 ملم على التوالي)، ارتفاع نسبة التبخر يسبب جفاف الرمال وتفكك اجزائها ، وبالنتيجة سهولة زحف وحركة الرمال.

5-8-1 الامطار (Rain fall)

من تحليل الجدول (2-1) وشكل (10-1) يستنتج ما يأتي:

- منطقة الدراسة بها كمية قليلة من الأمطار ، إذ لا يزيد متوسط هطول الأمطار عن 8.9 مم، وهذه الكمية القليلة من الأمطار مصحوبة بخصائص درجات الحرارة المرتفعة التي قدمناها سابقاً تجعل منطقة الدراسة من المناطق القاحلة والجافة .



شكل رقم (10-1) يوضح معدل تساقط الامطار للفترة من 1986-2020

9-1 النباتات الطبيعية (Natural plants)

للنبات الطبيعي أيضاً تأثير مهم على عمليات التذرية الهوائية ؛ إذ تحدد نسبة الغطاء النباتي إلى المساحة الكلية لمنطقة الدراسة مساحة المنطقة المعرضة لتذرية الرياح ؛ فكلما زادت هذه النسبة قلت المساحة المكشوفة المعرضة للرياح ، ويؤدي النبات الطبيعي أيضاً إلى خشونة السطح ، والتقليل من قدرة الرياح على النقل ، فيزداد تماسك جزيئات الرمل ، فضلاً عما تضيفه النباتات إلى التربة من مواد عضوية (فرغلي، 2007) كما أنّ للنبات الطبيعي دوراً أساسياً في تكوين الأشكال الرملية التي تشكلها الرياح ؛ يؤدي وجود النباتات الطبيعية في أجزاء من الكثبان الهلالية إلى تعديل الملامح المورفولوجية للشكل النموذجي للكثيب فيتحول إلى كثيب عرضي ، ويؤثر وجود النبات الطبيعي أيضاً في معدلات حركة الكثبان الرملية وهو ما سنعرض له بالتفصيل عند دراسة الحركة . ولتحديد تأثير النبات الطبيعي في التذرية الهوائية، يجدر أولاً عرض العناصر الطبيعية لمنطقة الدراسة؛ إذ هي المحددة لنمط الغطاء النباتي، ثم تأتي بعد ذلك دراسة شكل الغطاء النباتي وكثافته.

1-9-1 انواع الغطاء النباتي وكثافتها (Types of vegetation cover their density):

يمكن مما سبق ادراج الظروف الطبيعية المؤثرة في شكل الغطاء النباتي ، في أن منطقة الدراسة بيئة جافة ، ترتفع فيها درجة الحرارة ارتفاعاً كبيراً خلال شهور الصيف ، ومع وفرة في الرطوبة النسبية ، وسقوط أمطار محدودة ، وسيادة التكوينات الرملية. وتنعكس هذه الظروف على شكل الغطاء النباتي ، الذي يتكون من نباتات عشبية قصيرة ، تندر بينها الشجيرات ، ويتسم الغطاء النباتي أيضاً بسيادة النباتات التي تتحمل الجفاف ، وإن كانت تبدو ذابلة ، وبعض هذه النباتات من العصاريات التي تخزن المياه في الجذور والسيقان ، وتكون لنفسها لحاء سميكاً ، أو تكون ذات أوراق إبرية أو شوكية ، مثل التين الشوكي ، وقد تشغل هذه النباتات مناطق ما بين الكثبان أو أسطحها . وهناك أيضاً النباتات الحولية التي لا تتحمل الجفاف، وتتسم بقصر عمرها، ويتوقف ظهورها وكثافتها على كمية الأمطار (فرغلي، 2007)، ومن أهم النباتات الطبيعية الموجودة بمنطقة الدراسة :-

نبات الاثل او الطرفة : شجرة متوسطة الارتفاع دائمة الخضرة اوراقها صغيرة حشافية الشكل ازهارها بيضاء الى قرمزية ويوجد منها عدة انواع متوسط الحجم وسريعة النمو ويكثر نموها على الكثبان الرملية شكل (1-11).

نبات الصريم : هو من النباتات الصحراوية الرحيقية بامتياز ويتواجد بكثرة في محافظة النجف في العراق ، وهي شجرة ليس لها ساق وكثيرة الاشواك وتكثر في الاماكن الجافة . ويمكن من خلال العرض السابق للعوامل البيئية المؤثرة في النمو النباتي وشكل الغطاء النباتي وأهم أنواعه ، تحديد أهم ملامح الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة بما يأتي :

1- عدم تجانس الغطاء النباتي - بصفة عامة، بحيث يبدو كثيفاً في مناطق ونادراً في مناطق

أخرى

2- تشترك التضاريس وكمية الأمطار في تحديد درجة رطوبة التربة ؛ فعلى سطوح المرتفعات

تكون التربة أقل رطوبة من المناطق المنخفضة والمستوية ، وهذا يسبب عدم تجانس الغطاء

النباتي واختلافه على المستوى المحلي في المنطقة الواحدة

3- يظهر النبات الطبيعي فوق الأشكال الرملية ، إذ تتوافر الظروف المناسبة لنموه ، وأهمها

الرطوبة ؛ إذ تُعد الكثبان الرملية - وسائر الأشكال الرملية - مصائد لمياه الأمطار تمتص

ما تسقط عليها منها ، كما أن الخاصية الشعرية عندها ضعيفة ، ولهذا لا تجف إلى أعماق

كبيرة ، ويتكثف بخار الماء الموجود بين حبيبات الرمل عندما تنخفض درجة حرارة التربة مما يؤدي إلى زيادة رطوبتها

4- يتكون الغطاء النباتي في الغالب من نباتات عشبية قصيرة تندر بينها الشجيرات ، وتتكون نباتاته أساساً من نباتات معمرة متباعدة متناثرة ، تختلط معها أنواع من النباتات الحولية التي يتوقف عددها وكثافتها على كمية الأمطار التي تختلف من عام لآخر .



شكل (11-1) النباتات المتواجدة ضمن منطقة الدراسة

الفصل الثاني

الاطار النظري

1-2 التصحر

إن موضوع التصحر معروف منذ القدم. وهذا ما أشارت إليه لوائح حمورابي بين 1750-1792 قبل الميلاد، وأن التصحر بوصفه مشكلة جغرافية معروفة منذ القدم عند العراقيين القدماء قد جاء ذكره في زمن السومريين قبل أكثر من (4000) سنة ق.م إذ وصفوا تلك الظاهرة بعدة أقوال وهي: (الحقول السوداء أصبحت بيضاء) أو (السهل الواسع أكتسى بالملح) و (في الأعلى توقفت الأمطار من السماء). وأشارت لوائح حمورابي إلى ما يأتي (الفراجي، 2000):

- (إذا ترك أي شخص الماء ينساب من أرضه ويحمل تربة منجرفة إلى أرض غيره يُعْرَم).
- (إذا ترك أي شخص الماء ينساب من أرضه ودمر حقلاً غيره يغرم) (الفراجي، 2000).

وبهذه الحقائق التاريخية يظهر أن التصحر بمظاهره المعروفة من تعرية أو تملح وتغدق قديم قدم الأرض نفسها. ولكن دراسته العلمية وطرق مكافحته والتنبيه إلى خطورته التي جاءت بوقت حديث، وبالتحديد في عام (1949) حيث قام العالم الفرنسي أوبر فيل (El – hag Aubreville, 1984) إذ حدد مفهوم مصطلح التصحر بأنه تكون الصحاري بفعل عدة عوامل منها اقتصادية واجتماعية، فضلاً عن التغيرات في المناخ بمرور مدد زمنية طويلة. وتعددت بعد ذلك نظرة الباحثين حول التحديد العام لمفهوم التصحر وإن كانت لا تختلف كثيراً في أطارها و مفهوماها العام. فمنهم من يرى بأن التصحر (ظاهرة تنشأ تحت تأثير اختلال التوازن البيئي الناجم عن سوء استغلال العنصر البشري للموارد الطبيعية) (شبور، 1986) وبعضهم يرى أن التصحر هو (إفقار للنظام البيئي ECO – system Poverishment، أو إيجاد نظام بيئي جديد يسير نحو الصحراء) (المقصود، 1980)

وعرفه كل من الخفاجي (بأنه نتيجة للخلل غير المقصود في التوازن البيئي الزراعي الذي أوجده نشاط الإنسان غير المدروس. وفشل العلاقة الوثيقة بين الإنسان وبيئته وهو يحقق حاجاته ومتطلباته) (الخفاجي، 1999).

أما نجيب خروفة فإنه يرى أن التصحر كلمة تعني (إحداث تغيير في خصائص البيئة مما ينتج ظروف أكثر تصحر أو المزيد من جفافاً) (خروفة، 1984).

وعرفه مؤتمر الأمم المتحدة للتصحر بأنه (ضعف أو إنهاك الإنتاج البيولوجي للأرض والذي يقود بالنهاية إلى ظروف مشابهة للصحراء) (مؤتمر الأمم المتحدة، 1977).

ويرى (جاردينو) أن التصحر هو (ضعف الأنظمة البيئية الجافة وشبه الجافة ومن دون الرطوبة عن طريق أثر نشاطات الإنسان الناجمة عن سوء استعمال الأرض) (Gardino، 1977).

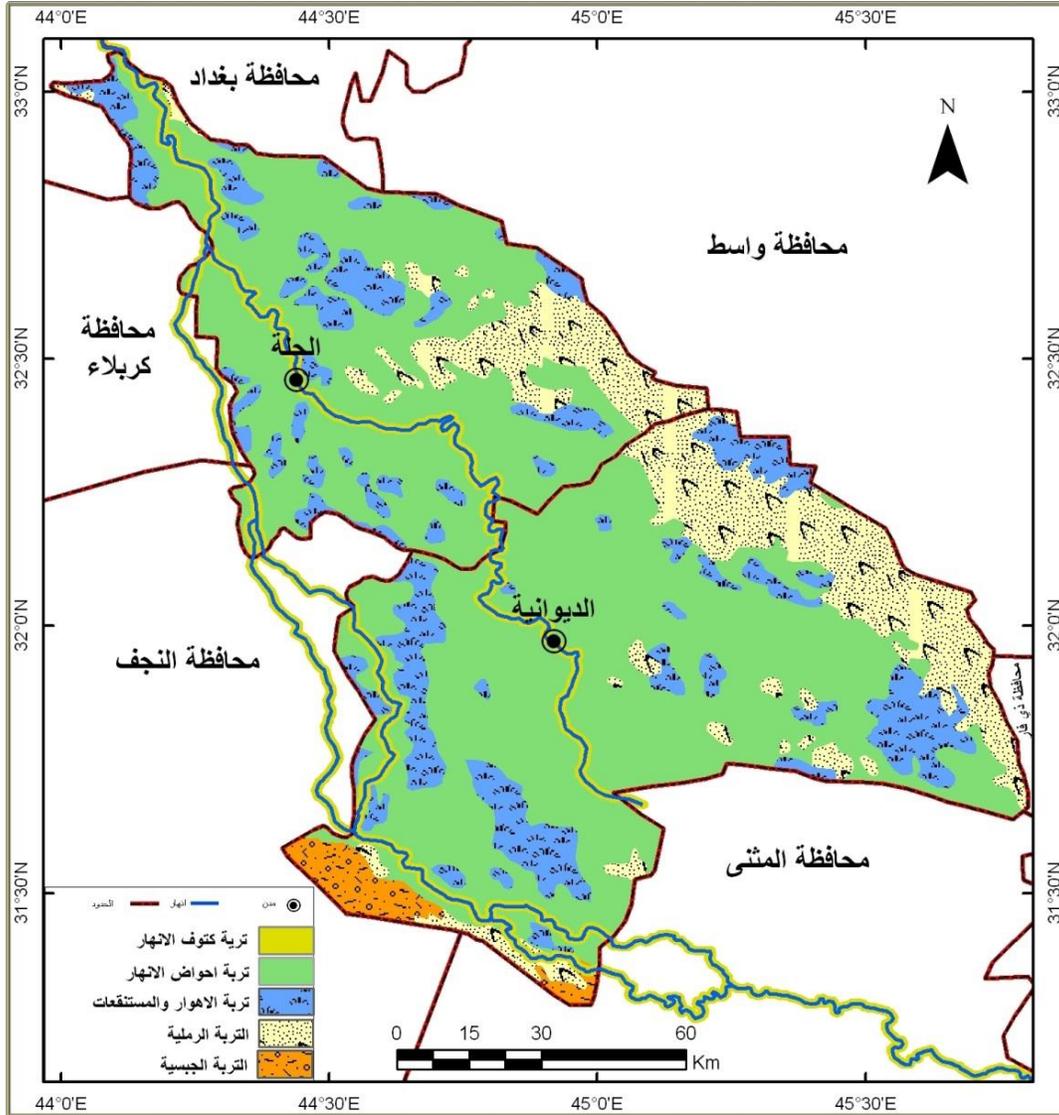
ويعرف التصحر أيضاً بأنه (تدهور الأراضي في المناطق القاحلة وشبه القاحلة ومن دون الرطوبة الجافة وهو في الغالب ناتج عن التأثير البشري المعاكس) (الطائي، 1984).

يُعرّف التصحر أيضاً بأنه تحويل الأراضي الزراعية والمراعي الطبيعية في المناطق شبه القاحلة إلى صحارى غير منتجة بسبب سنوات عديدة من الجفاف ، أو بسبب عدم استغلالها بصورة صحيحة ، أو تكوين الكثبان الرملية وتراكم الملح. (الريحاني، 1986).

وبحسب الريحاني ، يمكن أن يحدث التصحر في مناطق مناخية مختلفة ، ولأن العوامل البشرية تلعب دوراً مهماً في هذه الظاهرة ، فإن هذا لا يعني تجاهل دور العوامل الطبيعية التي تؤدي إلى مشاكل التصحر. (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 2000)

وقال آخرون: إن التصحر ظاهرة مصطنعة من لدن الإنسان والجفاف، تتحول فيها الأراضي القاحلة وشبه القاحلة إلى صحراء لانهايار التوازن البيئي؛ بسبب الاستعمال غير الصحيح والممارسات الخاطئة للموارد الطبيعية واستمرار دورات الجفاف(الجبوري، 2000) .

وفي ضوء ما تقدم يمكن أن نعرف التصحر هو (تدهور خصوبة التربة يأتي بسبب العوامل الطبيعية كارتفاع درجات الحرارة بصورة كبيرة وانخفاض هطول الأمطار التي تؤدي إلى انخفاض المواد العضوية في الارض، والعوامل البشرية الناجمة إساءة استخدام الإنسان للموارد الطبيعية والموارد الهامشية الأخر مثل الزراعة ، والرعي الجائر والزحف العمراني والصناعي باتجاه الأراضي الزراعية ، واستعمال مياه الري بعدم انتظام وبصورة فائضة عن الحاجة ، والتي تؤدي إلى انخفاض الطاقة الإنتاجية للأرض وتدهورها وبالتالي تهيئة الأرض للتحويل إلى صحراء) الشكل (2-1).



شكل (1-2) يوضح امتداد التصحر بين محافظتي بابل والديوانية (الجحيشي 2014)

2-2 خطورة التصحر (The danger of desertification)

يقصد بدرجات خطورة التصحر شدة بروزه في منطقة ما ومدى خطورته على موارد الثروة الطبيعية من تربة ومياه ونبات طبيعي، وتتحدد تلك الخطورة بحسب نوع المسببات كأن تكون عوامل طبيعية أو بشرية أو كليهما معاً وفي هذه الحالة تشدد خطورة التصحر ويكون من الصعب معالجته. لذلك نجد أن مؤتمر التصحر العالمي الذي أُنْعِد في نيروبي عام 1977 قد حدد أربع حالات للتصحر هي: (الجمعية الجغرافية الكويتية، 1990)

- 1 التصحر الخفيف: يشير إلى تضرر الغطاء النباتي والتربة أو تدميرهما بشكل طفيف للغاية ، مع عدم وجود تأثير واضح على القدرة الإنتاجية للأرض.
- 2- التصحر المعتدل: ويؤشر له بحدوث ضرر متوسط للغطاء النباتي وتكوين الكثبان الرملية الصغيرة أو أشكال صغيرة، وتشكيل البعض من النتوءات أو الروابي. فضلاً عن تملح واضح في التربة بما يقلل عائديه الانتاج بنسبة تصل إلى (25%). وهذه المرحلة يكون من السهل معالجتها إذا طبقت تدابير سريعة واقتصادية.
- 3- تصحر شديد: وتتمثل هذه المرحلة بتناقص واضح في نسبة النباتات المفيدة وتحل محلها نباتات أقل فائدة وأخرى ضارة تسيطر على الأرض مع زيادة في معدلات تعرية التربة وتناقص انتاجيتها بنسبة تصل إلى (50%) وارتفاع نسبة الملوحة إلى درجة تصبح عندها التربة غير صالحة للإنتاج الزراعي ويعد استصلاح الاراضي في هذه المرحلة عملية ممكنة، ولكنها بطيئة وتكاليفها عالية.
4. تصحر شديد جداً: وهي المرحلة القصوى للتدهور. تصبح فيها الأرض جرداء وتندعم قدرتها الإنتاجية، تكون عندها الأرض قد تحولت إلى كثبان رملية او مناطق صخرية عارية بفعل تعرية التربة. وخلوها تماماً من الغطاء النباتي فضلاً عن وجود الأخاديد والأودية العميقة، وتملح التربة بنسبة عالية جداً، وتصبح عملية استغلالها من دون نفع اقتصادي.

3-2 مظاهر التصحر (Manifestations of desertification):

- للتصحر مظاهر كثيرة ومتنوعة يمكن من خلالها التعرف ما إذا كانت البيئة تعاني مشكلة التصحر أم لا، وما درجة شدتها؟ وتتمثل هذه المظاهر بالآتي:
- أ - تعرية التربة (soil erosion):

يعد هذا من أخطر مظاهر التصحر ، خاصة عند تعرض التربة السطحية ، التي تحتوي على معظم العناصر الغذائية التي تحتاجها النباتات للنمو. تنشط هذه الظاهرة عندما يتدهور الغطاء النباتي ، خاصة في تربة سفوح التلال والمنحدرات ، مما يساعد على تفاقم الأنشطة مثل التعرية المائية والرياح. وقد اشارت بعض الدراسات إلى أن العالم يفقد سنوياً ما مقداره (64) مليون دونم من الأراضي الزراعية؛ بسبب تعرض تربتها للتعرية الريحية أو المائية ويقدر أن (20%) من الأراضي الزراعية في شمال العراق تتعرض للتعرية(خروفة واخرون، 1984) .

ب - عودة نشاط الكثبان الرملية (Sand dune activity is back):

إن إعادة تنشيط الكثبان الثابتة ، أو تكوين كثبان نشطة في المناطق التي لا تتناسب فيها الظروف البيولوجية مع تكون الكثبان الرملية ، هو أحد مظاهر التصحر الخطيرة ، وينشأ هذا الخطر بسبب ان الرمال يغمر العديد من الأراضي الزراعية والرعية ، مما يحولها إلى مناطق متصحرة بالكامل. (الحسن، 1995).

ج - تناقص الغطاء النباتي وتدهور نوعيته (Declining vegetation cover and (deteriorating) its quality

يعد تناقص الغطاء النباتي وتدهور نوعيته أحد مظاهر التصحر التي لاتقل خطورة عن المظاهر الأخرى، لأنه سيكون سبباً في الوقت نفسه لبروز مظاهر أخرى، وفيه تقل النباتات المفضلة وتسود الأنواع الأقل قيمة وغير المستساغة، اذا استمر هذا التدهور سنصل في النتيجة إلى بيئة خالية تماماً من أي نوع من النباتات الطبيعية (المقصود، 1980). أما العوامل التي اسهمت في تفاقم هذه المشكلة فتتمثل في الرعي الجائر وقطع الأشجار وقلعها وحرق النباتات وانتشار وسائط النقل والمنشآت الخدمية الأخرى. فضلاً عن زراعة المحاصيل الديمية في المناطق الحدية؛ مما يسبب خسارة كبيرة في النباتات الطبيعية.

د - تملح التربة وزيادة قلويتها (Soil salinization and increased alkalinity)

إن ارتفاع نسبة ملوحة التربة يعني فقدانها لقدرتها الإنتاجية بحيث تصبح تربة ليست بذى نفع اقتصادي في زراعتها على الرغم من أنها كانت تربة خصبة يزرع فيها مختلف المحاصيل الزراعية كما هو الحال في بعض مناطق سهل الرافدين وإقليم البنجاب في الباكستان (جامعة الدول العربية، 2000) أما أسباب التملح فتعود إلى الاسراف في استعمال مياه الري في الزراعة، فتتبخر المياه الفائضة عن حاجة النبات وتراكم الاملاح في التربة أو انتقالها إلى سطح التربة بواسطة الخاصية الشعرية، وعدم كفاية التصريف واستعمال المياه الجوفية عالية الملوحة أو استعمال مياه المبال في ري المحاصيل. أما حالة التغدق فانها تحدث في الترب التي توجد فيها طبقة صماء تمنع تصريف المياه داخل التربة وخاصة الترب الطينية، فضلاً عن سوء إدارة الترب المرورية. وخاصة اذا كانت تربة جبسية، وتبلغ المساحة المتغدقة في العراق (1504) الف دونم وفي مصر يتأثر 93% من الأراضي الزراعية القديمة والبالغة نحو (10) ملايين دونم بالتغدق وتوثر المشكلة في مساحة تصل إلى (336) الف دونم في القطر السوري (محمد، 1982).

هـ - العواصف الغبارية:

إن ارتفاع درجات الحرارة وقلة سقوط الأمطار وارتفاع معدلات التبخر وزيادة سرعة الرياح تعد من العوامل الطبيعية والمهمة التي إذا ما تزامنت في وقت معين كانت وراء ارتفاع نسبة الغبار في الجو، خاصة

إذا زادت سرعة الرياح عن (25) كم في الساعة (Shawma،1982). وفي حالة وجود المتغيرين الأخيرين تتشكل العواصف الترابية ويزداد هذا المظهر في حالة انبساط السطح وخلوه من الغطاء النباتي. إن من مميزات هذا المظهر أنه لا يقتصر على نطاق محلي ضيق وإنما يمكن للعواصف الترابية ان تنتقل عبر مسافات شاسعة قد تصل أحياناً إلى عدة آلاف من الكيلومترات، ومثال ذلك عواصف الغبار القادمة من الصحراء الإفريقية الكبرى والتي حملت إلى إيطاليا ما مقداره (1.314) مليون طن متري من الغبار عام (1901) فضلاً عن عواصف شبه الجزيرة العربية والعراق وإيران والقسم الداخلي من قارة آسيا (العسكري،2009)

4-2 الكثبان الرملية Sand Dunes:-

يُعد الرياح من أكثر العوامل الجيومورفولوجية تأثيراً أثناء تكوين الكثبان الرملية ، خاصة في منطقة الدراسة ، لذا فإن الرياح هي العامل الأول في إزالة الرواسب التي تتكسر؛ بسبب عمليات التجوية ونقلها إلى مكان آخر في سطح الأرض (أبو الخير،1993). ترتبط التعرية بوساطة الرياح بقلة الغطاء النباتي في منطقة الدراسة وهو مرتبط عكسياً بالرياح حيث تزداد سرعة الرياح مع ندرة الغطاء النباتي. تؤثر رطوبة الرياح والرياح الجافة على النحت والهدم أكثر من تأثير الرياح الرطبة (أبو العز،2001). ذلك يعتمد على سرعة الرياح واتجاهها. ، وتضخم ضرباتها ، ولكن بشكل عام ، تتميز الرياح في هذه المناطق بسرعات عالية في معظم الأحيان؛ بسبب السطح المستوي وقلة الارتفاع لإعاقة حركة الرياح. فبعضها يتكون بسبب تواجد النباتات ، وبعضها يتعلق بتكوينه باجزاء منخفضة نسبياً من السطح ، يتضح بأن المنطقة تعد مصدر للرمال المفككة والتي تزود الرياح بالرسوبيات والمواد المفككة لنقلها أو إعادة ترسيبها وبناء على هذه الفروقات يمكن تصنيف الكثبان الرملية بالاعتماد على شكلها الى:

1-4-2 الكثبان الهلالية Barchan Dunes:

هنالك نوعين من الكثبان الرملية الهلالية:

النوع الأول من الكثبان الرملية على شكل هلال ، مع وجود جناحين يشيران إلى الجانب المقابل لاتجاه الريح ، أما الجانب المقابل لاتجاه الرياح فيكون المنحدر أكثر انحداراً، فتسمى واجهة الانحدار (Slip face) وتكون زاوية هذا الجانب هي (35 °) تقريباً (السوداني، 2012). يتسبب ذلك في سقوط حبيبات الرمال أو انزلاقها الى الاسفل ، ويتواجد هذا النوع من الكثبان الهلالية في منطقة الدراسة بسبب الظروف اللازمة لتكوين هذه الكثبان ، بما في ذلك غلبة الرياح الشمالية الغربية خلال أشهر السنة وتكرارها خلال أشهر الجفاف. ، فضلاً عن تساوي السطح ووجود رواسب سطحية رخوة ، تحافظ كثبان الهلال عموماً على توازن المقاطع بحيث تعوض الرمال المتساقطة من فوقها بما تدرية الرياح من اطرافها. حيث تتناسب كمية ما

تخسر الكتبان الرملية الهلالية من رمال بالتذرية مع كمية ما تمتلكه الكتبان من رمال بالترسيب. يعتمد حجم الكتبان الهلالية البراخان من حيث الارتفاع والمساحة ، اعتماداً على وفرة الرمال أو عدم وجودها في المنطقة. يظهر هذا النوع بشكل وفير في منطقة الدراسة. لوحة (2-1)

اما النوع الثاني الكتبان الرملية الهلالية المركبة : والذي يوجد ضمن منطقة الدراسة فانه ينشأ عن اندماج كتيب رملي بكتيب رملي اخر ، أو عدد من الكتبان الرملية معاً ، وقد تكون بالعادة من كتيبان او ثلاثة كتيبات فأكثر ، وعادة ما يكون الاندماج عند أحد جناحي الكتيب الرملي ، إذ من المعروف أن رمال تنتقل من كتيب الى اخر تخرج من اجنحة الكتبان الرملية لا من الجانب المقابل للرياح ، ولذلك عندما يطول جناح الكتيب الرملي يكون أحدهما أول الأجزاء التي تندمج بالكتيب الرملي الآخر ، هناك العديد من العوامل التي تساهم في ظهور هذه الكتبان الهلالية ، ولكن أهمها هو التغير في سرعة الرياح التي تحرك الكتبان الرملية، والكتبان الصغيرة تلحق بالكتبان الكبيرة؛ لأنها تتحرك بشكل أسرع والعكس يمكن أن يحدث مع عوائق تقلل من حركة الكتبان الصغيرة ، اما التكوين الآخر يتم عندما يتركب من كتيب رملي كبير وعدد من الكتبان ذات الاحجام الصغيرة التي تقع أمام اجنحة الكتيب الرملي الكبير ، وفي هذا النوع تنعزل الكتبان الرملية ذات الاحجام الصغيرة عن الكتبان الرملية ذات الاحجام الكبيرة بواسطة نقل الرياح لكميات من رمال الكتبان الرملية وبالتحديد من جناحي الكتيب الرملي ، ويتم ترسيبها أمام الكتيب الرملي ذات الحجم الكبير على هيئة كتبان متعددة الاشكال منها كتبان قبابيه الشكل أو بيضاويه الشكل ، وبالتالي يتطور الى الثبان الهلالية الشكل (امباي واخرون، 1985) لوحة (2-2) . وأهم ما يتميز به هذه الكتبان الرملية أن ارتفاع قسم منها (٢٠) متراً، وتدل هذه المميزات على أن هذه الكتبان تكونت خلال وقت زمني طويل، مع حركة بطيئة نسبياً، ويمكن الاستنتاج بأن هذا الشكل يميز مرحلة الكتبان الهلالية المركبة تراكم الكميات الهائلة من حبيبات الرمل غير المتجانسة والمتجانسة (الفرغلي، ٢٠٠٧).



لوحة (1-2) الكثبان الهلالية ذات شكل هلامي وجناحين يشيران الى الجهة المعاكسة لاتجاه هبوب الرياح في منطقة البو راشد منطقة الدراسة الاولى

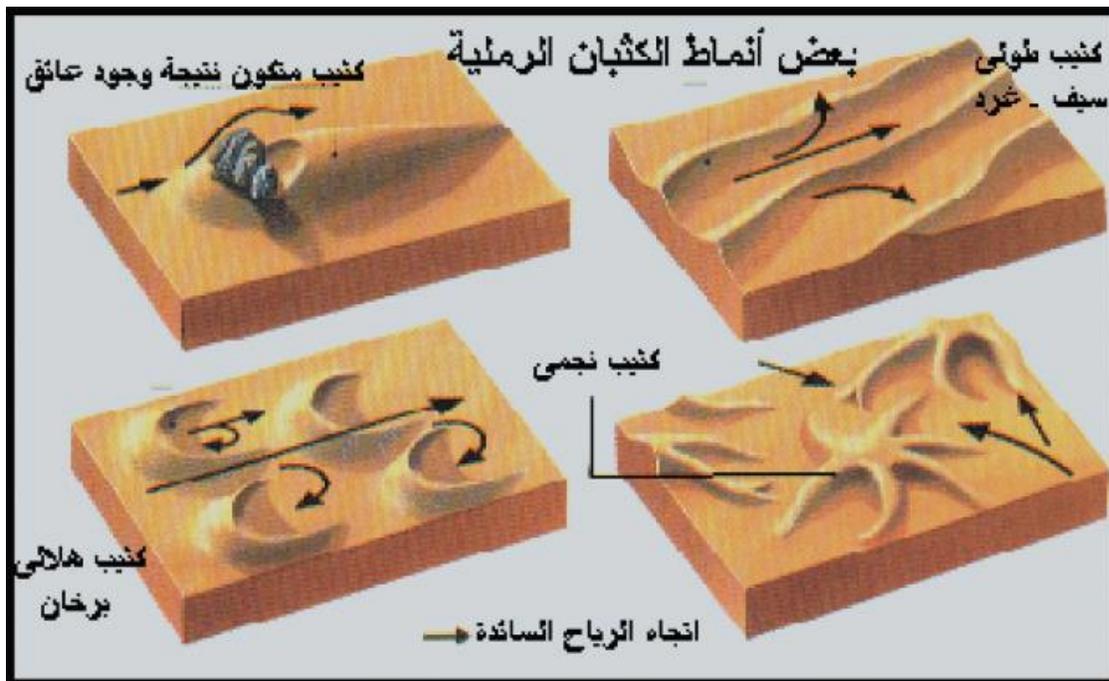


لوحة (2-2) صورة جوية مائلة ملتقطه من قبل الباحث توضح كثيب رملي هلامي مركب في الموقع الثاني للدراسة يتم وضع اتجاه الشمال

2-4-2 الكثبان الطولية Longitudinal Dunes

الكثبان الطولية ، بمحاورها الممتدة طولياً وبالتوازي مع اتجاه الرياح السائدة ، هي نتاج التغيرات في الكثبان الرملية الهلالية ، إذ تتعرض الكثبان للرياح المعاكسة ، ويتعرض أحد طرفيها لاجتثاث الرياح وتراكم الرواسب. ومن ناحية أخرى ، عندما تختلف شدة الرياح على الجانبين للكثبان الرملية (محمد، ١٩٨٧) ، تعرض معظم الكثبان الرملية الطولية لعوائق طبيعية أو اصطناعية تسد المسار ، وتحمل الرياح جزيئات

الرمل مسببة ترسب خلف العوائق مع اتجاه الرياح وباستمرار تلك العملية وتكرارها يؤدي الى زيادة تجمع الترسبات الرملية ومن ثم ازدياد في طول الكثبان الرملية بصورة متوازية مع اتجاه الرياح (المالكي، 1999)، تسمى هذه الكثبان أحياناً بالكثبان السيفية Seif Dunes اذا امتدت لمسافة طويلة على شكل سلاسل رملية متوازية ومستقيمة. أما عن تكون الكثبان الرملية من النوع الطولي، هناك العديد من العوامل التي تشكل هذه الظاهرة، منها كثرة حبيبات الرمل التي تكونت بفعل التعرية، وعامل آخر هو استواء المساحة السطحية الكبيرة لمنطقة الدراسة، فضلاً عن العامل الرئيس والمهم في تكوين الكثبان ذات النوع الطولي هي الرياح القوية الغير مستقرة قليلاً مع الاتجاه السائد للرياح، وجه الانحدار يتغير بتغير اتجاه الرياح وانحرافها (شاكر، 1985) شكل (2-2).



شكل (2-2) يوضح انواع الكثبان الرملية الموسوعة الجيومورفولوجية (تراب، 2011)

3-4-2 كثبان النبخة Nebkha Dunes

هي تجمعات من الرمل تتجمع حول الأعشاب والنباتات الصحراوية، وتزداد هذه الكثبان في الحجم مع نمو هذه الأعشاب والنباتات، وتتخذ أشكالاً مختلفة، خاصةً عند اقترابها من المثلث الذي تكون قاعدته عند الجبهه المواجهة للرياح (عند النباتات بصورة مباشرة) ورأسه عند الجبهه المقابلة الاخرى، ينتج عن

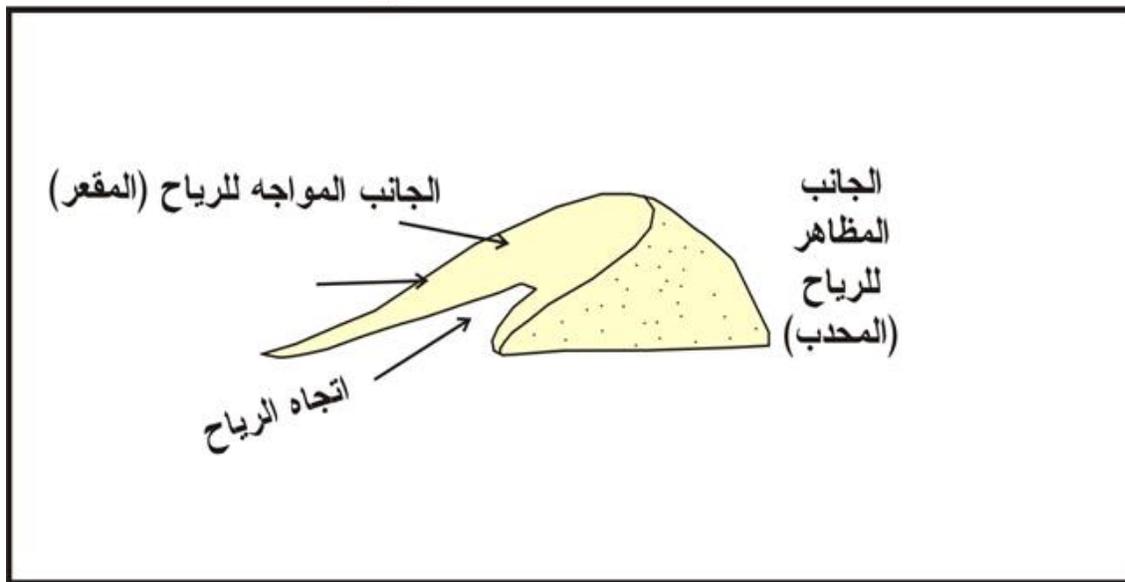
هذا انخفاض سرعة الرياح وقدرتها على حمل الجزيئات ، لذا فهي تبني حواجز مغذية خلفها ، مما يعني أن هناك علاقة مباشرة بين النباتات وحجم الكثبان الرملية. تؤدي المادة العضوية والرطوبة التي تضيفها إلى الرمال إلى تجمع الرمال ، فإذا ماتت تعمل جذورها بجد لتثبيت الرمال في مكانها ، وعندما تنمو في الموسم التالي تنمو وتنتشر سيقانها على الأرض. الكثبان الرملية لتكرار العملية مرة أخرى (Palmer,1965). وقد بلغ ارتفاع بعض انواع النباتات حوالي (1.5) متر لكن محتواها الخضري ضئيل ، ولذلك فالنبتك المرتبطة بهذه النباتات متوسط الحجم ، وهذا دليل على أنه كلما زادت حيوية النباتات واخضرارها زادت قدرتها على صيد دقائق الرمال فيزداد حجمها .. انّ أبعاد كثبان النبتكة تتباين تبايناً كبيراً من حيث الحجم في منطقة الدراسة ، إذ تبين من الجولات الحقلية ان كثبان النبتكة تنتشر بصورة متوسطة في منطقة الدراسة ، اذ كان ارتفاعها يتراوح بين (٣٠ سم و ٢ متر) ويتراوح عرضها بين (60 سنتمتر و 3 أمتار) ، والطول (٣ متر ، كما تبين من الجولات الحقلية سيادة الشكل الهلالي على هذه النبتك ، وقد يموت النبات بسبب الرعي الجائر ، أو عدم وصول جذور النبات إلى الماء الجوفي، او التحطيب ، تتحول فيها النبتك من مصائد للرمال إلى مصادر لها ، فتصبح النبتك عارية ، فيتقلص حجمها حتى تختفي تماماً ، لوحة(2-3)



لوحة (2- 3) كثبان النبتكة في منطقة رملة راشد ويمثل تواجد نبات الاثل

4-4-2 الكثبان الرملية المستعرضة Transverse Dunes :

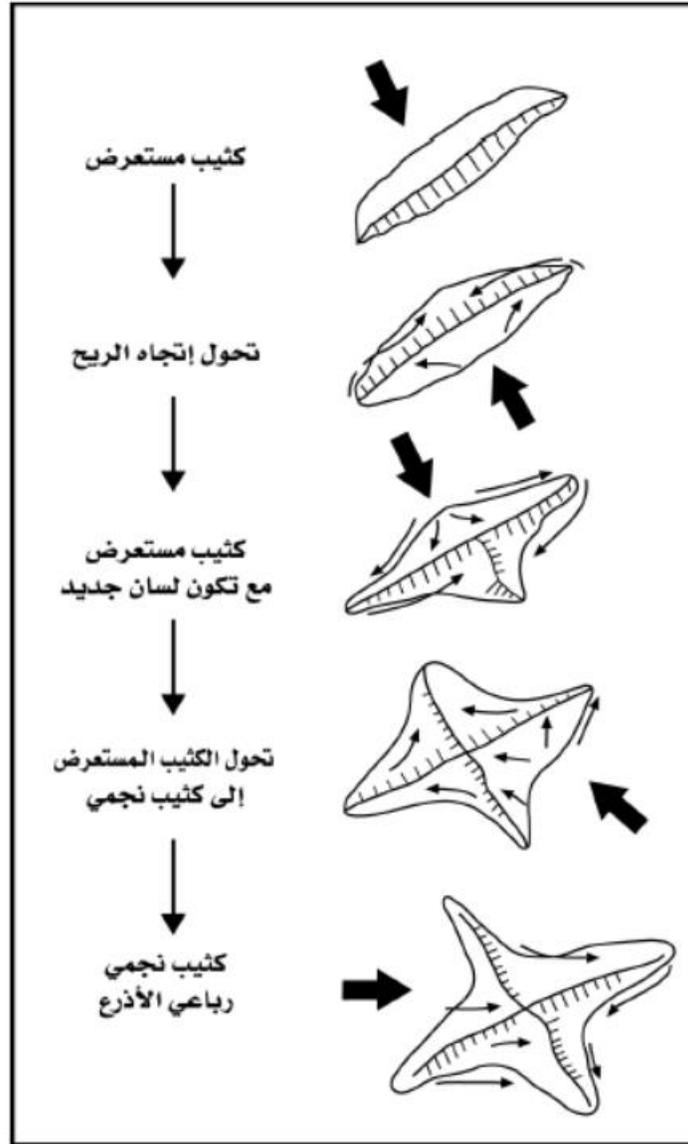
وهي كثبان رملية غير متناظرة معاكسة تماماً لحركة الرياح السائدة بل وتكون عمودياً على اتجاه الرياح السائد ، وتتكون هذا النوع من الكثبان الرملية عند وجود كمية كبيرة من الرمال والمنطقة خالية النباتات ، ويتكون هذا النوع من الكثبان من جناحين (كما في كثبان البراخان او الهلالي) ينحدران في اتجاهين متعاكسين الأول انحدار قليل ويتخذ شكلاً مقعراً بزواوية تتراوح بين (5- 12)°، أما جانبه المظاهر للرياح فإنه ينحدر بزواوية تتراوح بين (30-35)° شكل (2-3).



الشكل (2-3) كيفية تكون الكثيب العرضي (صبري، 1989)

5-4-2 كثيب نجمي Star Dune :

وهي تجمعات رملية كبيرة الحجم تخلو من الغطاء النباتي ، وهي تتشكل حينما تأتي الرياح في مناورات من عدة اتجاهات ويتناسب عدد أذرع النجوم الرملية ، وطول كل ذراع منها مع اتجاهات الرياح السائدة ، إذ تبدو أشكالها متوافقة إلى حد كبير مع ورياح لإقليم تشكيلها ، ويتراوح ارتفاعها بين 50 و 300 متراً فوق الأراضي المتاخمة لها ، وقد يتداخل أكثر من كثيب نجمي أو تتراكب فوق بعضها . وينتشر هذا النوع من الكثبان الرملية في التركستان ، وصحراء « ثار » شمال غرب الهند ، وبعض أجزاء الصحاري الاسترالية ، شكل (2- 4) (تراب، 2011).



شكل (2-4) مراحل تحول كثيب مستعرض إلى كثيب نجمي (تراب، 2011)

5-2 علامات النيم: Ripple Marks

وهي عبارة عن شكلٍ رمليٍّ متموج و متوازي و ذات منحنيات متناغمة في الخطوط الطولية وتتشكل هذه الظاهرة خلف كثبان النبكة او اعلى أسطح التجمعات الرملية الأكبر حجماً كالكثبان الرملية الهلالية والكثبان الرملية الطولية. وكذلك يمكن أن يظهر النيم أيضاً على الأسطح الرملية مع عدد قليل من الأسنان بسبب الاختلافات في خصائص السطح ، وكثافة الهواء ، وسرعة الرياح، حجم الرمال المترسبة ، وخصائص السطح ، والتي يصعب اكتشافها ومن الصعب رؤيتها حيث تنشأ هذه الظاهرة من عملية التعرية بفعل الرياح التي تشكل الكثبان الرملية، ظاهرة النيم هي ظاهرة تتكون عندما تزداد نسبة الطين بين الرمل

والطمي الذي يشكل الكثبان الرملية ، عندما تكون هناك نسبة معينة من الرطوبة في الهواء ، تلتصق جزيئات الطين ببعضها بسرعة ، وتشكل شيئاً مثل التموج ، حيث تكون الحبيبات ناعمة أو خشنة. يتجمع الرمل بسرعة في السطح المموج ، بسبب الرياح ، تنزلق الحبيبات على السطح المموج ، إذا زادت سرعة الرياح مع التجفيف في التربة ، فإن هذه التموجات سوف تنتشوه وتختفي بعد أن تنتشت بواسطة جزيئات الطين بسبب التعرية بواسطة الرياح. وتمتاز ظاهرة التموج في الكثبان الرملية أو الصفائح عموماً بسرعة نشئها وزوالها ، إذ نلاحظ ظهورها فوق أسطح كثبان النبكة الكبيرة على هيئة أسطح رملية متموجة متأثرة بعدة عوامل من أهمها سرعة الرياح واتجاهها ، وحجم الحبيبات الرملية ، والطرق التي تتحرك بها إما بالقفز أو الزحف السطحي ، ويتوقف الطول الموجي لعلامات النيم على سرعة الرياح ، التي تحدد المسافة التي تقطعها الدقائق الزاحفة أو القافزة فضلاً عن حجم الحبيبات الرملية ، إذ يزداد الارتفاع والطول الموجي بزيادة سرعة الرياح (الراوي، 1990)، لوحة (2-4).



لوحة (2-4) علامات النيم، في رملة راشد

6-2 حركة الكثبان الرملية:- Sand dune movement:

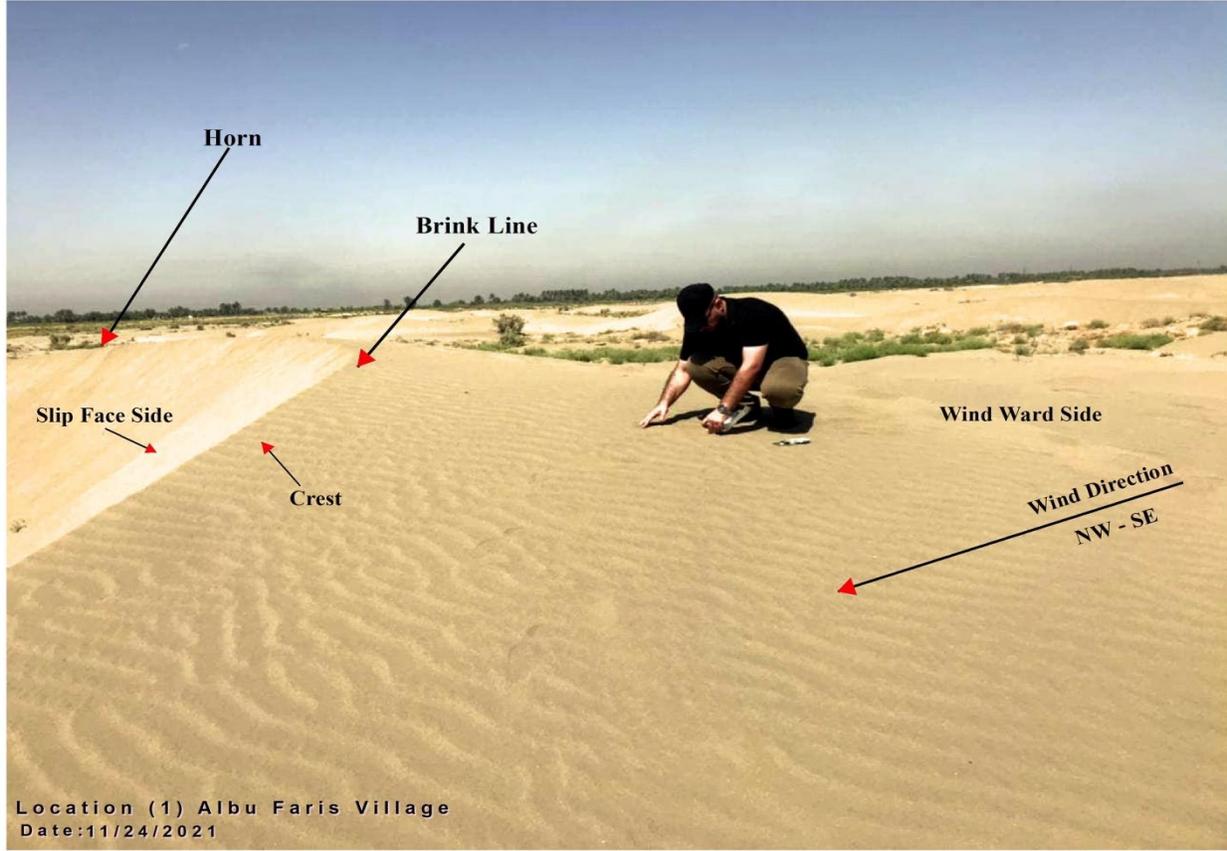
يتوقف تحرك الكثبان الرملية عندما يتعرض جسم الكثيب للانضغاط ويتماسك بأي مادة لاحمة بمساعدة المياه او جذور النباتات، وان لم يحصل ذلك فان الكثبان الرملية تكون غير مستقرة، وتعمل الرياح كعامل رئيسي لنقل الحبيبات الرملية المفتتة من الانحدارات المواجهة للرياح وترسيبها على القمم العليا للكثيب الرمي ، وبعدها تزحف تدريجياً نحو أقدام الانحدارات المعاكسة للرياح ، ومن ثم تتحرك هذه الكثبان حركة بصورة متدرجة مع اتجاه حركة الرياح ، مما تسبب مشاكل او أضرار على النشاط البشري في المناطق المجاورة لهذه الكثبان والواقعة في الاتجاهات المواجهة لحركتها . وبما أن الرياح هي المؤثر الأساسي في زحف الكثبان الرملية، إلا إن هذا المؤثر يتأثر بواقع رطوبة التربة في المنطقة فيزداد تأثيره في التربة الجافة ويقل في التربة الرطبة، لذلك لابد من بيان واقع رطوبة التربة في منطقة الدراسة، قبل دراسة تأثير الرياح(الخياط، 2002).

7-2 زحف الكثبان الرملية Sand dune crawling

يعد زحف الكثبان الرملية بفعل التذرية الريحية من المشاكل البيئية الخطيرة التي تهدد الأراضي الجافة وشبه الجافة في العالم، لما تسببه من اضرار تتمثل بفقدان جزء من الطبقة السطحية للتربة من جهة وبالزحف على الأراضي الزراعية المجاورة وتحويلها الى أراضي متصحرة بفعل تغطيتها بالرمال فضلاً عن الأضرار التي تسببها للمنشآت التي تعترضها. ان هدف الدراسة هو معرفة واقع هذه الكثبان واتجاهات حركتها ومقدار هذه الحركة من خلال وضع فرضية، ان هذه الكثبان غير ثابتة بفعل عوامل التذرية الريحية وتباين هذه الحركة بين فصول السنة(الخياط، 2002).

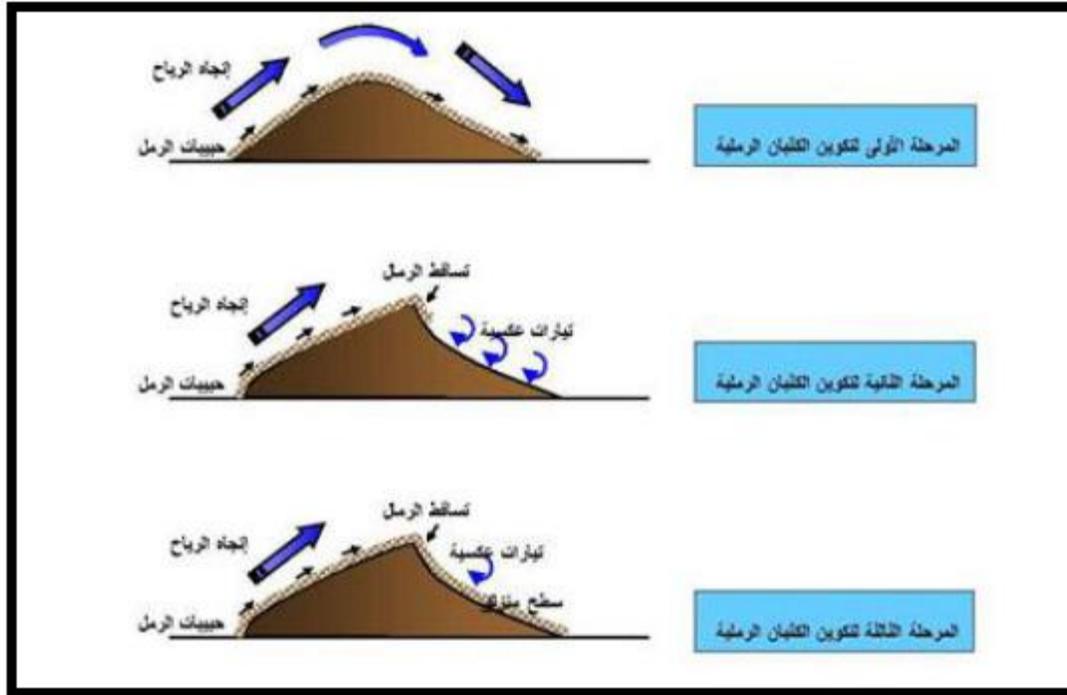
8-2 مراحل تكون وتطور الكثبان الرملية The stages of formation and evolution of sand dunes

عندما تقل سرعة الرياح تضعف قوتها في حمل المفتتات المختلفة وترسيبها على شكل ظاهرات جيومرفولوجية متنوعة، وأهمها الكثبان الرملية بأشكالها المختلفة، إذ تتساقط الرمال المتجمعه فوق بعضها بعض الاخر من الجانب المواجهة لاتجاه الرياح Wind ward - slope وقد يبقى قسم منها في أعالي الكثبان Crest ويتم ازراحة بعضها الآخر على الجانب المظاهر للرياح lee ward- slope وتتشكل عملية انزلاق ذرات الرمال وتزحلقها Creeping and Rolling بفعل جاذبية الارض، وبالتالي تقوم الرياح على مساواة الجانب المواجه لمهب الرياح، (الخياط، 2002) لوحة (2- 5).



لوحة (2-5) يوضح اجزاء كئبان البراخان (رملة فارس)

يتراوح ميلان انحدار الجانب المقابل للرياح بين (10-20 درجة)، ومن خلال ذلك فإن أول مراحل تكوين الكئبان الرملية هو تجمع الرواسب المفتتة على الجانب المواجه للرياح أكثر منه فوق الجانب المظاهر لها، وبالتالي يزداد ارتفاع الكئبان الرملية تدريجياً خلال مرحلة تكوينها الأولى. أما في المرحلة الثانية، فتتساقط الرمال من أعلى الكئبان الرملية على الجانب المواجه للرياح بفعل الجاذبية لتتكون انحداراً شديداً إذا ما قورن بدرجة انحدار السطح المواجه لاتجاه الرياح السائدة ويقدر انحدار المنحدر بين (30-40 درجة). وفي المرحلة الثالثة، يظهر الاختلاف واضحاً بين كل من الانحدار البسيط المواجه للرياح والانحدار الشديد المظاهر لها، إذ تتجمع الرمال على الجانب الأول وفوق أعاليه، بينما في الجانب الآخر تتساقط تدريجياً بسبب الجاذبية الذي يتميز بتأثره



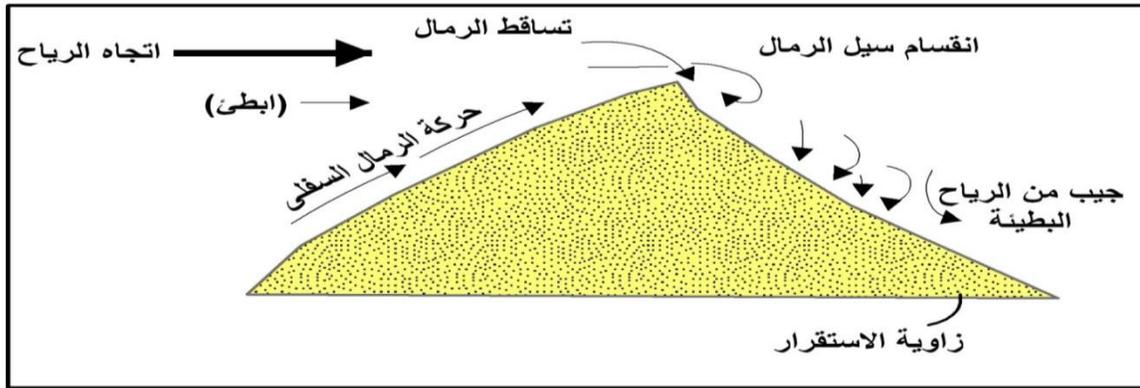
شكل (5-2) مراحل تكون الكثبان الرملية (الخياط، 2002)

بفعل الدوامات الهوائية العكسية التي تشارك بدورها في تثبيت بعض حبيبات الرمال فوق قمم الكثبان الرملية ، شكل (5-2)، وتؤدي دون انحدارها تحت أقدام المنحدر المواجه لاتجاه الرياح، فإنّ طاقة الرياح تساعد على انتاج فجوة عميقة في ظهر الانحدار، وبذلك يظهر الأخير مقعر الشكل، ويعمل لنفسه جناحين يمتدان باتجاه الرياح و تعمل الرياح على حركة جانبي الكثيب بدرجة أسرع منها بالنسبة للقسم الوسطي منه، و ثم يتخذ الكثيب شكلاً برخان او هلالياً، يعرف باسم الكثيب الهلالي أو برخان Barchan Dune يتشكل هذا النوع من الكثبان في مناطق تتميز بهبوب رياح في اتجاه محدد وثابت. تتميز أسطح هذه الكثبان بتموجات مميزة ، تشبه تقلبات وانعطافات الأمواج على الخط الساحلي ، والتي تشير إلى تأثير حركة الرياح على سطح الكثبان الرملية ، والمعروفة باسم إشارات حركة الرياح او علامات النيم Ripple Marks. ولكن إذا كان اتجاه الرياح يختلف من موسم لآخر ، فهذا لا يساعد في تكوين كثبان هلالية ، ولكن غالباً ما يبدو أن حبيبات الرمال تتقاطع مع الريح بزوايا مختلفة وتأخذ أيضاً شكل سيوف طويلة ذات ارتفاعات عالية فوق سطح الأرض المجاور لها وتمتد لمسافات تصل الى عدة كيلومترات. تغير شكل الكثبان الرملية باستمرار بناءً على عوامل مختلفة تؤثر على نموها وتطورها. على سبيل المثال ، تتشكل الكثبان العرضية Transverse Dunes بشكل عمودي على اتجاه الرياح ، مما يؤدي إلى تراكمها ، لذلك تظهر هذه الرواسب كحواجز رملية واسعة ، وتأثير الرياح هو نقل الجزء الأكبر من الرمال المجمعة على جانبي الكثبان العرضية ،

تتشكل كثبان شبة هلالية منتقلة Parabolic Dunes ، كما تقوم الرياح تنقل كميات كبيرة من الرمال التي تراكمت فوق هذه الكثبان الهلالية وتدفعها أمامها مكونة كثباناً طويلة أو سيفية مرة أخرى.

9-2 نمو الكثبان الرملية (sand dune growth):

تنمو الكثبان الرملية عندما تكون في الرمال موجات من النيم والتي تمثل تموجات رملية متوازية تنتج عن التموجات التي تحدث في الهواء نتيجة للاختلاف في طبيعة سطح الأرض وكثافة الهواء وسرعة الرياح وحجم الرمال المتوضعة بحيث يؤدي ذلك إلى نقل حبيبات الرمل بالقفز بشكل رئيس وبالزحف بالنسبة للحبيبات الخشنة من السطح المواجه للرياح إلى موقع ظل الرياح. إذ تبدأ الدوامات الهوائية المختلفة القوة في النشاط بجوانبها المواجهة للريح وينمو الكتيب من ترسب الرمال المناسبة مع الهواء على جانبه المقابل للريح، الشكل (6-2) . ويكون انحدار سطح الكتيب على جانبه المقابل للريح انحداراً خفيفاً لا يزيد على (10) (حسن وآخرون ، 1983)

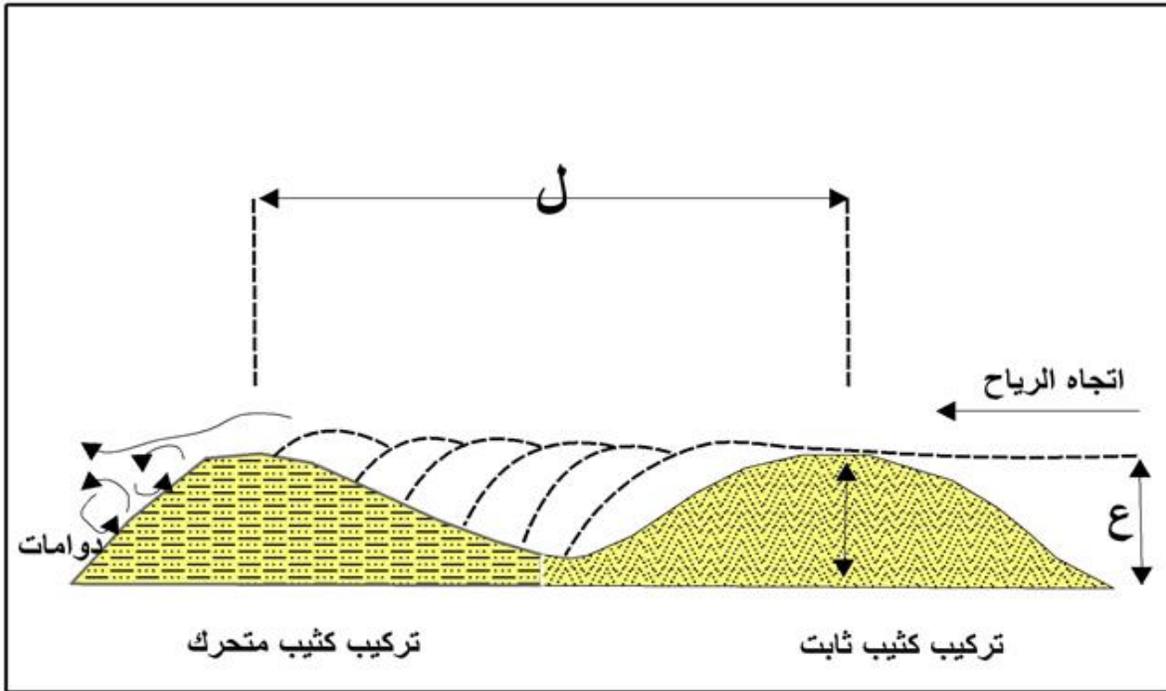


شكل (6-2) يبين حركة الكثبان الرملية

أما المواد التي لا يجذبها ذلك الجانب والتي تنساب مع الرياح فتنهار على الوجه المعاكس للرياح وتترسب عليه مكونة منحدرًا شديدًا يساوي زاوية الاستقرار الطبيعي للرمال والتي تتراوح ما بين (30 – 35) (حسن وآخرون، 1983).

وتعمل الدوامات في الجانب المواجه للرياح من الكتيب على عدم تجاوز الرمال المتطايرة لقمة الكتيب الناشئ ، وبهذا ترتفع القمة ويستطيل الكتيب في الناحية المقابلة للرياح على هيئة منحدر طويل لطيف ، ولكن هذا لا يمنع بعد درجة معينة من النمو من تدرج حبيبات الرمل إلى أعلى المنحدر اللطيف المقابل للرياح بفعل دفع قوة الرياح حتى تصل هذه الحبيبات إلى قمة الكتيب وهناك تسقط على المنحدر الشديد

للجانِب المعاكس لاتجاه الرياح . وباستمرار هذه العملية يتقدم الوجه المدابر للرياح من الكثيب على حساب الرمال المكونة للجانِب المقابل للرياح لنفس الكثيب ، وبهذه الطريقة يتقدم الكثيب كله في الاتجاه المدابر للرياح ، الشكل (2-7). وإذا استمرت هذه العملية الى دون إمداد رملي جديد فإن الكثيب يتوقف عن النمو ، وترتفع الرمال المكوّنة لجانِبِه المواجه للرياح تدريجياً إلى الجانِب الآخر على حساب ارتفاع الكثيب ، وبذلك يقل هذه الارتفاع تدريجياً . أما إذا كان هناك إمداد رملي فإن الكثيب ينمو باستمرار ويزداد الكثيب في النمو إلى ارتفاع يتوقف على طول الموجة في علامات النيم الأصلية .



شكل (2-7) يبين حركة الحبيبات للكثبان الرملية (النقاش و الصحاف، 1989)

وقد وجد العلماء من خلال ملاحظات وقياسات حقلية عديدة ان هناك علاقة ثابتة بين طول موجة الكثبان الرملية وارتفاعها ، وتمثل هذه العلاقة بالصيغة الرياضية التاليه (النقاش و الصحاف، 1989) :

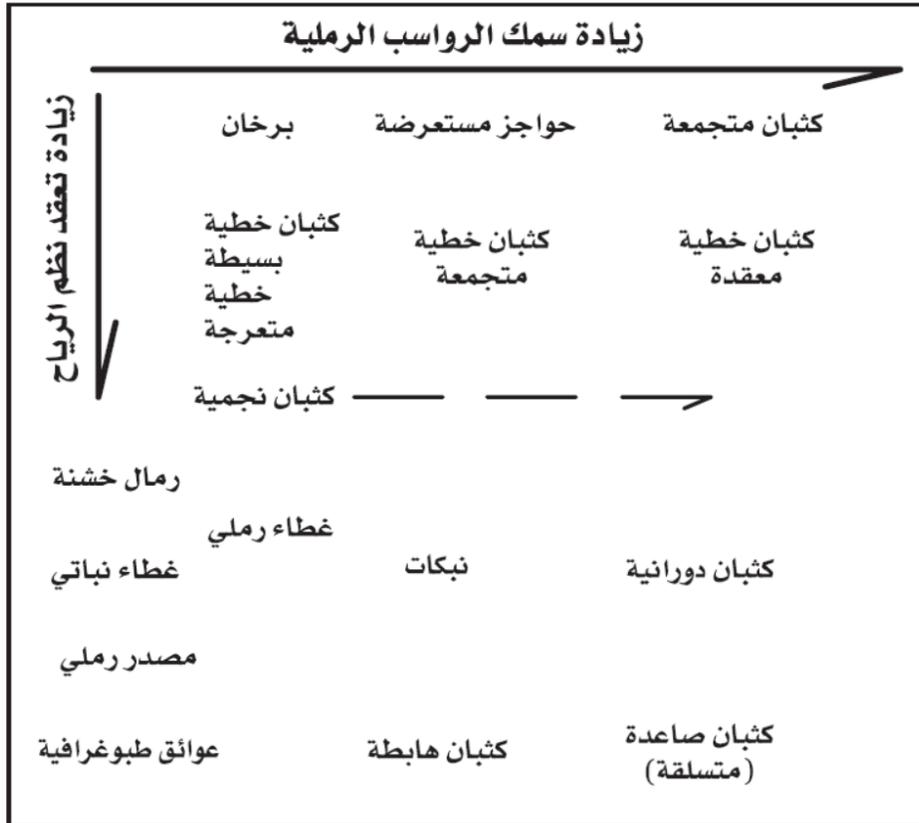
$$\text{نسبة النضوج} = \frac{ع}{ل}$$

إذ إنّ :

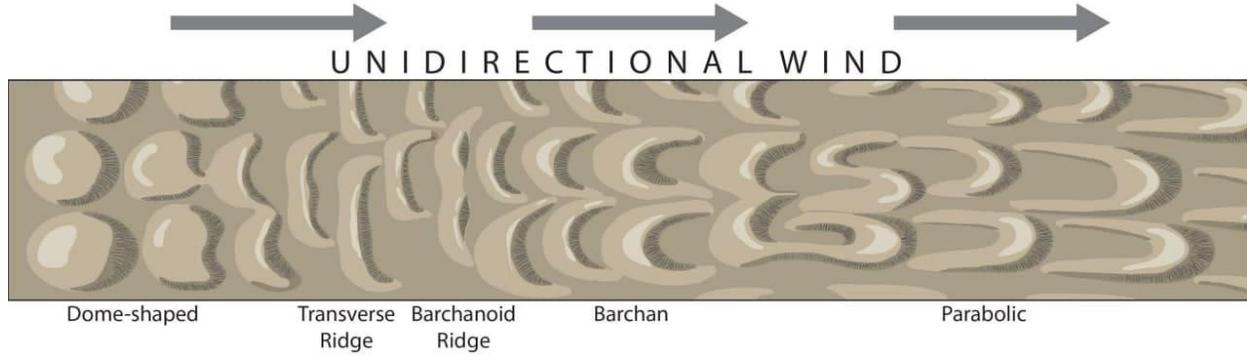
ل = طول الموجة متر.

ع = ارتفاع الموجة متر.

وتسمى هذه النسبة بنسبة النضج ، إذ ينمو الكثيب الرملي في الارتفاع حتى يصل إلى هذه النسبة .
وتؤدي الرمال التي تحملها الرياح إلى الكثيب إلى نمو هذا الكثيب الذي لا يبدأ في الحركة إلا عندما تتحقق نسبة النضج المبينة أعلاه ، وعندما تتحقق هذه النسبة يتوقف الكثيب عن النمو ويبدأ في الحركة بفعل طاقة الرياح التي لا تمده بعد ذلك برمال تزيد من نموه ، إذ تتحرك الرمال الزائدة التي يمكن ان تحملها الرياح إلى مسافات أبعد وإلى كثبان أخر لم يكتمل نموها بعد ، وتستمر حركة الكثبان الناضجة هذه مادام لا يعترض طريقها نبات أو أي عائق آخر . الشكل (8-2) وشكل (9-2).



شكل 8-2 يبين عوامل تشكيل الانواع الرئيسية للكثبان الرملية (تراب، 2011)



شكل (9-2) مراحل تكون الانواع الرئيسية للكثبان الرملية

10-2 طرق تثبيت الكثبان الرملية Sand dune fixing methods

مما لا شك فيه ، مع تحرك الرمال وتتشكل الكثبان الرملية التي تعد خطراً على النشاط الزراعي و البشري في منطقة الدراسة ، مما يهدد بزحفها على الاراضي الزراعية المجاورة و تهدد استصلاح الأراضي الزراعية. وردم الآبار المحفورة والخزانات في الاراضي المجاورة ، مما جذب الانتباه الى ضرورة ايجاد حلول لهذه المشكلة في البلدان التي تتواجد فيها هذه الكثبان الرملية للحد من أضرارها والاستفادة من المساحة التي تشغلها. لهذا السبب لا بد من إيجاد الطريقة الأنسب لتثبيت الكثبان الرملية من أجل تجنب أو على الأقل تقليل حدة المشاكل التي تنشأ عنها. إذ تُعد الجمهورية العراقية اول من بدأت في تثبيت الكثبان الرملية في عام 1947 و تم إنشاء محطتين لهذا الغرض إحداها في منطقة بيجي والأخرى في محطة النعمانية ثم تم إنشاء محطة ثالثة في منطقة الفجر عام 1987 بسلسلة من الأنشطة وإجراءات تثبيت الكثبان الرملية (الولي ، 1994)، ومن وأهمها الطرق :

1-10-2 التغطية بالطرق التقليدية Coverage using traditional methods .:

وقد تم اتباع طرق عدة تقليدية في هذا المجال مثل الرصف بالحجارة وجريد النخيل والخشب ، فهذه المواد تقلل من حركة الرمال ، وإذا كان قطرها أكبر من (2 ملم) فإن عامل التعرية يكون له تأثير ضئيل. لتوفير الحماية المناسبة بهذه الطريقة فإن الكميات المطلوبة (20 طنًا / بالدونم من الحصى الناعم ، و (50) طنًا / بالدونم من الحصى والحجر المتوسط ، و (100) طن / بالدونم من الصخور المكسرة والحصى الخشن ، ومخلفات نباتية تتكون من سعف النخيل ، بالإضافة إلى الفروع والأعشاب ، يمكن استعمالها جنبًا إلى جنب في شكل محدد بعرض حوالي 1.5 متر ، وهي على شكل أرجل ، مرسومة لبعضها البعض من أجل زيادة مقاومة الحاجز ، يتم تثبيته في صفين: واحد عمودي والآخر أفقي ، ثم يتم ربطه بحبال من الألياف ، وجزء من سعف النخيل مدفون في الرمل على عمق 30 سم ، ويحتاج السياج إلى 10 من سعف النخيل

لكل متر طولي ، ويكون الطول بين 3 أمتار و 17 سم ، الأوراق الجافة والطازجة هي الأفضل لتقوية التشابك لأنه ينكمش مع جفافه ويقال من سعة الفجوة ، وإذا لزم الأمر يقوي السور عن طريق طرق العديد من الاوتداد ، فالمسافة بين كل وتدد 2.5 و 3 أمتار. لذلك فإن هذه العملية مرتبطة باتجاه الرياح السائد وحجم التصحر المتواجد فلذلك تعتبر من الطرق التقليدية والقديمة ولا ينصح استخدامها في منطقة الدراسة .

2-10-2 استخدام الماء (water use) :-

يعتبر الماء عامل استقرار مناسب إذا ما دامت التربة رطبة ، ولكن معدل التبخر في المناطق الجافة يمكن أن يتسبب في جفاف الأسطح المثبتة بالمياه بسرعة ، ومرة أخرى عرضة لعوامل التآكل. إذا كانت المياه غنية بالكربونات ، فإن المعادن المترسبة تساعد على الالتصاق بالطبقة الرملية العلوية ، مما يوفر بعض المقاومة للرياح ، لكن هذه العملية تواجه العديد من العقبات ، بما في ذلك الكثبان الرملية التي يصعب الوصول إليها لشاحنات المياه، فيما تُعد مفيدة إذ ما تم إيجاد بدائل مناسبة لنقل المياه بالشاحنات مثل حفر الابار واستخدام وسائل الري الحديثة (فرغلي، 2007).

3-10-2 استخدام الطين (clay use)

يستعمل الطين لتغطية سطح الكثبان الرملية ، وهذه الطريقة منخفضة التكلفة ويمكن أن تحقق الغرض المقصود ، حتى لو لم تكن مناسبة لمنطقة الدراسة بسبب ارتفاع معدل التبخر ، ولكن يمكن استعمالها بشكل غير مباشر من خلال الري باستخدام المياه الجوفية وزراعة الأشجار التي تنمو عليها . أساس هذه الطريقة هو وضع طبقة من الطين الثقيل حول الكثبان بواسطة الآلات (بلدوزر ، شغل) ثم تغطية الكثبان بسمك (20-30 سم) ، فهي عبارة عن تربة ثقيلة ويصعب على الرياح تعريتها ونقلها ويزداد تماسكها تحت المطر ، لذا فهو يمنع حركة الرمال تمامًا. بالإضافة ترتبط حبيبات الطين ببعضها بعض الآخر وتعمل على حماية الكثبان الرملية من الحركة ويعزز ذلك الضغط الناتج أثناء عملية التغطية بسبب تحرك الآلات الثقيلة عليها ، ومن مميزاتا سهولة وسرعة إنجازها ولا تتطلب خبرة واسعة وتكلفة منخفضة مقارنة بالطرق الأخر لأنها تعطي نتائج جيدة ، وتساعد في نمو الغطاء النباتي الطبيعي وإعادة التشجير للاحتفاظ بالرطوبة ، إذ يمكن أن يساعد في تطوير النباتات وتحويلها من مناطق يغلب عليها الرمل الزاحف إلى أراضٍ زراعية منتجة ذي نتائج جيدة (فرغلي، 2007) (لوحة (2 - 6).



لوحة (2-6) تثبيت الكثبان الرملية بواسطة المادة الطينية، (فرغلي، 2007)

4-10-2 المثبتات الكيميائية والمواد البترولية (Chemical stabilizers and petroleum materials)

تستعمل بعض المواد الكيميائية لتثبيت الكثبان الرملية مؤقتاً ، إذ يتم خلط هذه المواد بالماء بنسبة معينة ، ثم يتم رش المحلول على سطح الكثبان الرملية ، مما يجعل المادة طبقة موحدة تغطي سطح الكثبان الرملية. تتصلب الكثبان تدريجياً وتحافظ على الكثبان الرملية ثابتة الحركة لعدة سنوات ، وخلال هذه الفترة يمكن أن تجد غطاءً نباتياً يحد الكثبان الرملية ويمنع زحفة بفعل الرياح ، على الرغم من استعمال هذه الطريقة بشكل محدود اقتصر في عامي 1977-1987 في تثبيت وتغطية الكثبان الرملية في بيجي والنعمانية وعدد من المدن الأخرى بعد تغطية الكثبان بمادة الكيروسول المخلوطة بنسبة مع الماء (٨ : ١ كيروسول الى ماء) ، وبعد عملية رش هذه المادة ، تشكلت طبقة لزجة قوية على سطح الكثبان الرملية ، مما يجعل حبيبات الرمل متماسكة ومقاومة للتآكل بفعل الرياح لمدة ثلاثة سنوات، ومن مميزات هذه المادة بانها ذات نفاذية جيدة وتسمح لمياة الامطار بالتغلغل وتحافظ على رطوبة الكثبان الرملية من خلال تقليل التبخر للمياة . ، مما ظهرت بض انواع النباتات على الكثبان الرملية خلال فترة التغطية (محمد ، 2010)

أما بالنسبة لمادة البولي اكرل امايد المستخدم في بعض الدراسات ، تبين أن المادة فعالة جداً في تثبيت الكثبان الرملية؛ لأنها تم تخفيفها بالماء (38: 1) ورشها على سطح الكثبان الرملية يقلل بشكل فعال لتقليل تأثير التعرية بفعل الرياح ، فضلاً على انها تسمح لمياه الأمطار بالنفاذ من خلالها ،وتساعد على زيادة المحتوى الرطوبي للكثبان الرملية ، مع تحسين خصائص تربة الكثبان الرملية من خلال إمدادها بالنيتروجين من تلك المادة المضافة ، وبالتالي زيادة خصوبتها ، الأمر الذي ينعكس إيجاباً بزيادة وكثافة نمو النباتات المزروعة أثناء تحرك الكثبان الرملية (المالكي، 1990). على الرغم من أن هاتين المادتين ذات كفاءة عالية في تثبيت الكثبان الرملية ، إلا أن عدم توفرها محلياً وارتفاع تكلفة الاستيراد من الخارج يجعلها غير مناسبة لتثبيت الكثبان الرملية ما لم يتم تخصيص التمويل لدعم القطاع الزراعي المتخصص في استيراد هاتين المادتين.

أما المنتجات البترولية فتستخدم في مناطق مختلفة وخاصة في الدول المنتجة للنفط المتأثرة بالكثبان الرملية ، وذلك لقلّة تكلفتها مقارنة بالطرق الأخر وكفاءتها العالية في تثبيت الكثبان الرملية والحد من حركتها.

وتتماز هذه الطريقة بالسرعة وتغطية مساحة كبيرة من الكثبان الرملية في فترة زمنية قصيرة ، ويعتبر أحد المثبتات هو البيتومين. أثبتت المادة نجاحها في تثبيت الكثبان الرملية بعد تخفيفها بالماء من دون تسخين المادة. استعملت لتثبيت السطوح الكثبان في منطقة الشيخ سعد ، إذ شكل المحلول طبقة لزجة زادت فيها نسبة الرمال الغير قابل للتآكل او التعرية بواسطة الرياح وسمح لمياه الأمطار بالتسرب خلال فصل الشتاء مما زاد من رطوبة التربة وتحسين خصائصها .

بينما يتم استخدام النفط الخام والزيوت الأسود لتثبيت الكثبان الرملية بالقرب من طرق النقل البري لتقليل حركة وانتقال الرمال على الطرق. يمكن أيضاً رش الكثبان الرملية بهذه المواد إذا تم إزالتها من الطريق وتجميعها في مكان واحد ، مما يؤدي إلى عدم وجود تعريتها ونقلها مجدداً بواسطة الرياح. والسبب أن عدم استخدام هذه المادة يمنع بشكل كبير تغلغل مياه الأمطار ولا يسمح بنمو النباتات الطبيعية على سطح الكثبان الرملية المرشوشة بالنفوط الخام والزيوت الاسود(فرغلي، 2007) .

5-10-2 السداد الترابية. Earthen repayment.

السدود الترابية عبارة عن حواجز وخطوط يتم بناؤها بشكل متعامد مع اتجاه الرياح السائدة في المنطقة لعرقلة مسارها وتقليل سرعة الرياح وتجميع الرمال على الجانب المواجه للرياح من السد. حيث تبعد السدود الترابية عن اقرب تجمع للكثبان الرملية بمسافة (2-3) كم و ان ارتفاع السدود الترابية بين (3-4) امتار ، الغرض من بناء السدود الترابية هو تشكيل حواجز وخطوط دفاع لمنع تسرب الرمال إلى المرافق التي تحتاج إلى الحماية ، مثل أعمال الري والطرق والمدن والأراضي الزراعية ، إلخ. الرمال التي تتراكم على الجانب المواجه للرياح ، تتراكم بمرور الوقت ، ثم تمر فوقها الرمال إلى الجانب الآخر ، ويفضل عمل سدين او ثلاثة سدود تفصلهما مسافة معينة مناسبة ، وذلك لان انشاء سد واحد من السداد الترابية يؤدي السرعة امتلاءه بالرمال المتحركة ، فضلاً عن استعمال التربة المختلطة بالقرب من الكثبان الرملية ، والتي تحتوي على نسبة معينة من الطين والطيني ، تخلق الظروف المناخية لنمو النباتات الطبيعية ، خاصة في فصل الشتاء عند هطول الأمطار ، مما يساعد على تماسك جزيئات مواد السدود الترابية .

6-10-2 التثبيت الدائم (استخدام الوسائل الزراعية) (permanent fixation (use of agricultural means)

تعتبر الطرق المذكورة أعلاه لتثبيت الكثبان الرملية هي من الحلول المؤقتة ولكنها ليست دائمة ، وسرعان ما تفقد قيمتها في مواجهة حركة الكثبان وقوة الحركة للرمال بفعل الرياح ، ويقتصر استخدامها على المساحات الصغيرة وليس الكبيرة. وتتمثل الطريقة في عملية زراعة النباتات الصحراوية على سطحه ، وذلك من خلال عملية تماسك وتكثف الرمال مما يؤدي إعادة تشجير المناطق المتضررة من ظاهرة التصحر وتوجد الكثبان الرملية . فهي تتطلب تنبعاً وصيانة مستمرة ودائمة للحفاظ على استدامتها ، وتتطلب قدرة مالية كبيرة ، خاصة في البيئات الصحراوية. أما بالنسبة للطرق الدائمة فهي تهدف إلى إيجاد غطاء نباتي من الأشجار والشجيرات والأعشاب على أسطح الكثبان والأراضي المجاورة مما يؤدي إلى مصدات الرياح وأحزمة الأمان لتقليل سرعة الرياح.

تعتبر هذه الطريقة وسيلة فعالة لتماسك وتكثف حبيبات سطوح الكثبان الرملية ، وزيادة نسبة المواد التي تقاوم التعرية بواسطة الرياح ، ووقف تآكل الكثبان بشكل دائم ، ولكن ليست كل الأشجار مناسبة لمصدات الرياح ومناطق الحماية ، بل يجب أن تكون مناسبة لظروف البيئة. ، ولها شروط ومواصفات معينة للتطبيق. معرفة مناخ المنطقة والتربة الخاصة بها وتضاريسها والمعلومات كافة المتعلقة بالرياح من قوتها واتجاهاتها وفصولها ونسبة الرطوبة وكمية الرمال التي تحملها. يجب ان تكون الاشجار المختارة للتثبيت ملائمة للظروف المناخية ونوع التربة التي تمت معرفتها عن المنطقة وأن تزرع على مسافة (30-45) متر

من الحقل وبنفس مسافة طريق النقل العام وطرق المواصلات ، ويجب أن تزرع هندسيًا على طول المنطقة ، ويجب أن تزرع خطوط الأشجار في حدود (60-90). متر لبعضها بعض الآخر (مولي،1994) ، بالإضافة إلى الاهتمام بتأمين مياه الري خاصة خلال موسم النمو لاستمرار نموها وديموميتها . لهذا السبب ، يمكن تزويد النباتات المراد زراعتها بمياه الري من المياه الجوفية عن طريق حفر الابار اللازمة لذلك كما في منطقة الدراسة الثالثة (منطقة بيرمانه)، ومن بين الشجيرات الطبيعية الصالحة لتثبيت الرمال هي الصريم والائل التي تتواجدن في كل مناطق الدراسة ، والتي تزرع على سطح الكثبان بالطرق الجافة (مولي ،1994).

وتعتبر هذه الطريقة من افضل طرق المعالجة للكثبان الرملية في مناطق الدراسة ، حيث تم المباشرة بهذه الطريقة في منطقة بيرمانه (الموقع الثالث) وتم رفع الكثبان الرملية لمساحة 8 كم² عن طريق الاليات الثقيلة وتم تجهيزها بمنظومة للري الحديث وتجهيز بالمياة عن طريق حفر الابار للوصول للمياة الجوفية . حيث تم زراعة اشجار النخيل وبمسافة 10 أمتار عن الشجرة الأخر وبمختلف انواع النخيل فيما تم زراعة الجزء الثاني بالمحاصيل الاستراتيجية كالحنطة والشعير والذرة الصفراء وجميع المحاصيل نجحت زراعتها في هذا الموقع بنجاح (وزارة الزراعة ،مديرية زراعة بابل،2021)

إن عملية تثبيت الكثبان الرملية بشكل دائم ليست مهمة فقط للحد من زحف الكثبان الرملية ، ولكنها مهمة أيضًا في الاستفادة من المساحات التي كانت المغطاة بالكثبان الرملية التي يمكن الاستثمار فيها زراعيًا لولا تواجد هذه الكثبان ، فضلاً عن إنشاء بيئة جميلة مليئة بالغابات والشجيرات ، وهي واحدة من المناطق الأكثر جذبًا للإنسان .

الفصل الثالث

النمذجة وطرق العمل

1-3 مقدمة Preface

يتناول هذا الفصل الطرائق المتبعة في هذه الدراسة والنمذجة واخذ النماذج وفحوصات الخواص الجيوتكنيكية للكثبان الرملية (الفيزيائية والكيميائية والهندسية) لجميع العينات بحسب الجمعية الامريكية للفحص والمواد ASTM ، كما تم عمل مقاطع رقيقة ونشر على شرائح المجهر للكشف عن نوع واشكال المعادن الثقيلة والخفيفة الموجودة في هذه العينات، كما اجريت عدد من الفحوصات للكشف عن ماهية هذه العينات مثل فحص حيود الاشعة السينية XRD وفحص الاشعة السينية الفلورسينية XRF و التحليل المنخلي (Sieve analyzing) الكثافة الكلية الموقعية (site total density) و فحص القص المباشر Direct Shear Test للعينات واستعمال التقنيات الرقمية لاستخراج سمات التصحر لانتاج خرائط موضوعية نقطية والتي سوف يتم استعمالها كنظام معلومات جغرافية ومراقبة التصحر.

تم انجاز العمل على عدة مراحل وهي :

2-3 المرحلة الاولى – جمع البيانات -collection of data first stage

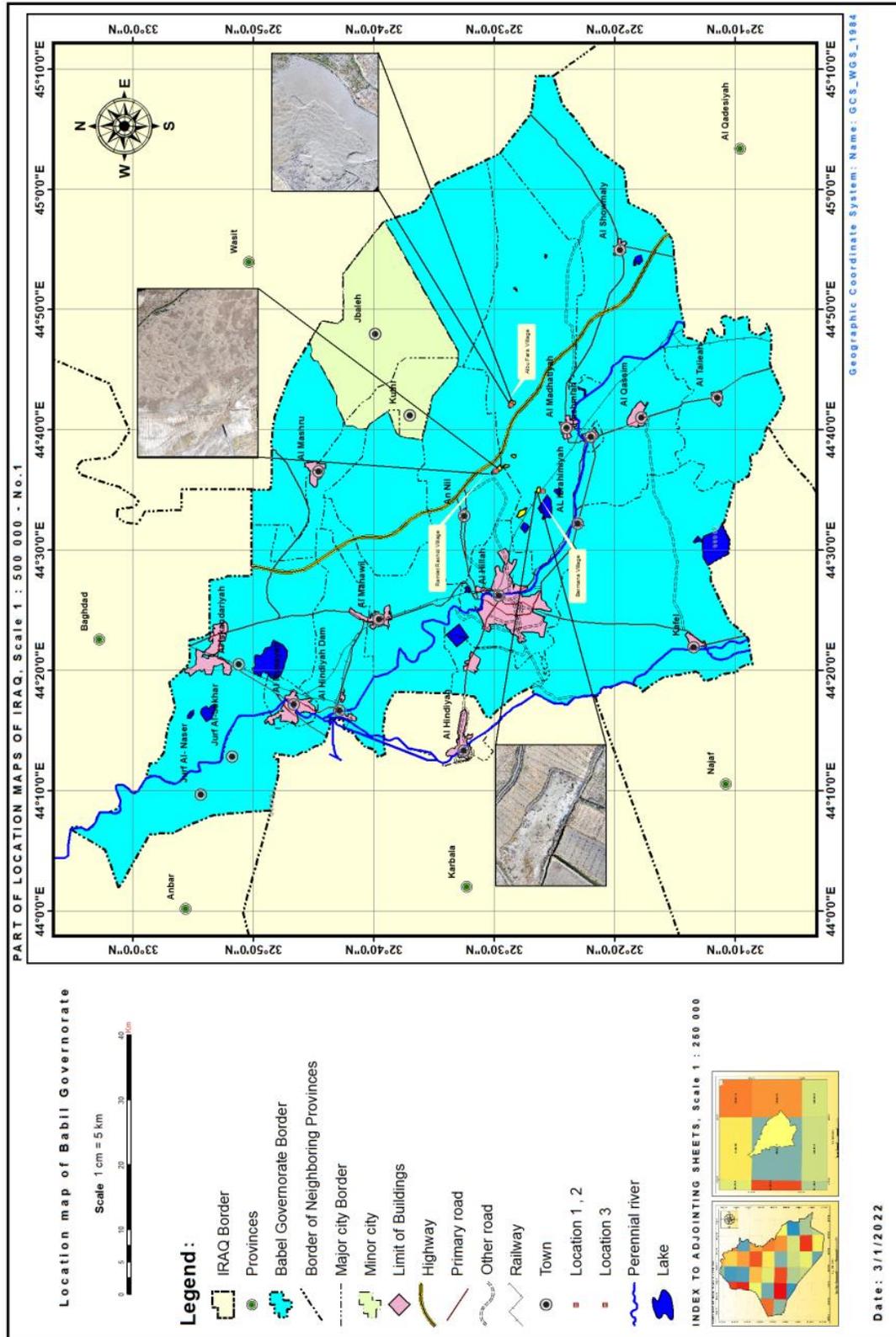
تضمن المرحلة الاولى جمع البيانات والمعلومات من الكتب والبحوث المحلية والعالمية والمتمثلة في المصادر والمراجع المكتبية والرسائل والأطاريح والبحوث الجامعية التي ركزت على مختلف الجوانب المناخية والجيولوجية والجيومورفولوجية والهندسية والتي لها علاقة بموضوع الدراسة فضلا عن البيانات والمعلومات من الدوائر والمؤسسات الحكومية وغير الحكومية.

3-3 المرحلة الثانية-مرحلة العمل الحقلية Second stage - the field work stage

تم انجاز العمل الحقلية على عدة مراحل وهي

1-3-3 الجولات الاستطلاعية (Tours stage).

حيث تم عمل جولات ميدانية بتاريخ 2021/6/1 و 2021/11/11 و 2021/11/23 لاستطلاع مواقع تواجد الكثبان الرملية والمناطق المحيطة بها وتسجيل إحداثياتها وذلك باستعمال جهاز (GPS) وكذلك الأراضي الزراعية ومجاري الأنهار والمبازل والجداول ومشاريع الري وغيرها ومدى سهولة الوصول إليها، حيث تم اختيار 3 محطات للدراسة مبينة في خارطة (1-3) .



خارطة (1-3) يوضح المحطات المدروسة

3-3-2 بيانات الاستشعار عن بعد (Remote Sensing Data)

إذ تضمنت اجراء المسح الجوي و قد تم جمع المعلومات الخاصة بالمسح الجوي بواسطة استخدام الطرق الحديثة الخاصة بالطيران المسير (DRONES) نوع (DJI – MAVIC AIR – MODEL FC – 31702) لإنتاج صور حديثة لسنة 2021 و على ارتفاع يتراوح من 300 م – 500 م لتغطية مكان المظهر الجيولوجي للكثبان الرملية ومعرفة امتدادها ومساحتها وبدقة مكانية تتراوح من 0.10 سم الى 0.30 سم ودمجها بواسطة برنامج 2020 ARC GIS MAP وتصحيحها ومن ثم عمل الارجاع الجغرافي للتعامل معها بشكل بيانات صورية Raster ومن ثم لكي يتم بعد ذلك تصديرها على شكل خرائط .

3-3-3 جمع العينات Sample Collection

إذ تم جمع 13 عينة وبواقع 8 عينات من الموقع الاول و 4 عينات من الموقع الثاني وعينة واحدة من الموقع الثالث (المستلح زراعي) حيث تم اجراء التحاليل الكيميائية والفيزيائية والهندسية والمعدنية عليها والمتمثلة بفحص حيود الاشعة السينية XRD وفحص الاشعة الفلورية XRF وكذلك نشر نموذج من العينات على شرائح زجاجية وتثبيتها بواسطة مادة الكندا بلسم (Canada Balsm) ومن ثم دراستها بواسطة المجهر المستقطب لمعرفة انواع المعادن واشكالها واستدارتها وكذلك الفحوصات الهندسية والمتمثلة بالتحليل المنخلي (Sieve analyzing) والكثافة الكلية الموقعية ((site total density) وفحص القص المباشر Direct Shear Test للعينات .

4-3-3 جمع البيانات الحقلية Field Data Collection

تم اخذ القياسات الميدانية لأبعاد الكثبان الرملية هي (الطول ، العرض ، الارتفاع) تظهر نطاقات من 2-9.5 م في الارتفاع ، 20-50 م في العرض ، و 30-70 م في الطول الجدول (1-3) واللوحه (1-3)، كما تم تحديد الكثبان الرملية من النوع المتناظر ام من غير المتناظر. وفقاً لشكل وأبعاد هذه الكثبان الرملية، يكون اتجاه الرياح السائدة في المنطقة في -NW SE مع تغيرات محلية في الاتجاه، وهذا يتوافق مع اتجاه الرياح السائد الذي تم الحصول عليه من هيئة الأرصاد الجوية العراقية.



لوحة (1-3) توضيح اخذ قراءات لابعاد الكثبان الرملية (رملة فارس)

متوسط اتجاه محاور الكثبان الرملية في اتجاه الرياح هو (42 شمال غرب). أظهرت قياسات زوايا الانحدار (slope angle) المقابلة لرياح الكثبان الرملية في منطقة الدراسة (الاولى) رملة راشد تغيرات طفيفة بين القيم التي تم قياسها من بعضها بعض الآخر ، إذ إن القيم المتوسطة لزوايا الانحدار بالاتجاه المعاكس للرياح هو (40 درجة) الجدول (1-3) يمكن أن يُعزى وجود زوايا منحدرات واحدة في الجانب المواجه للرياح والقيم المنخفضة لمتوسطات زوايا ميل الرياح إلى الاتجاه الرئيسي للرياح (التي تهب عادةً من شمال غرب). لوحة (3-3)(2-3)(4-3).

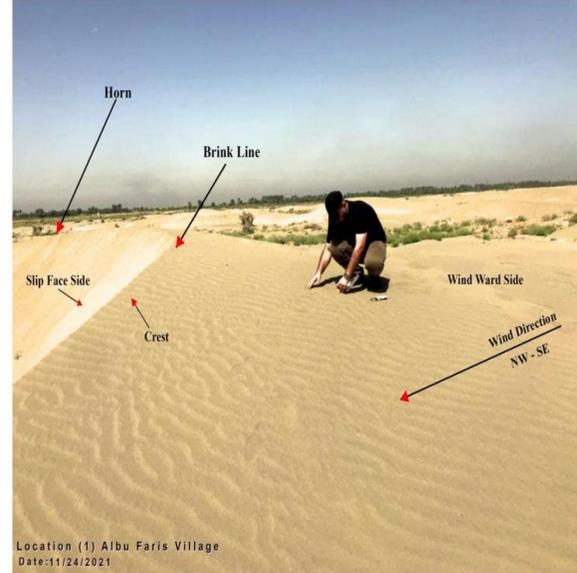


لوحة (2-3) تمثل قياس زوايا الانحدار (slope angle) للكثبان الرملية (رملة فارس)

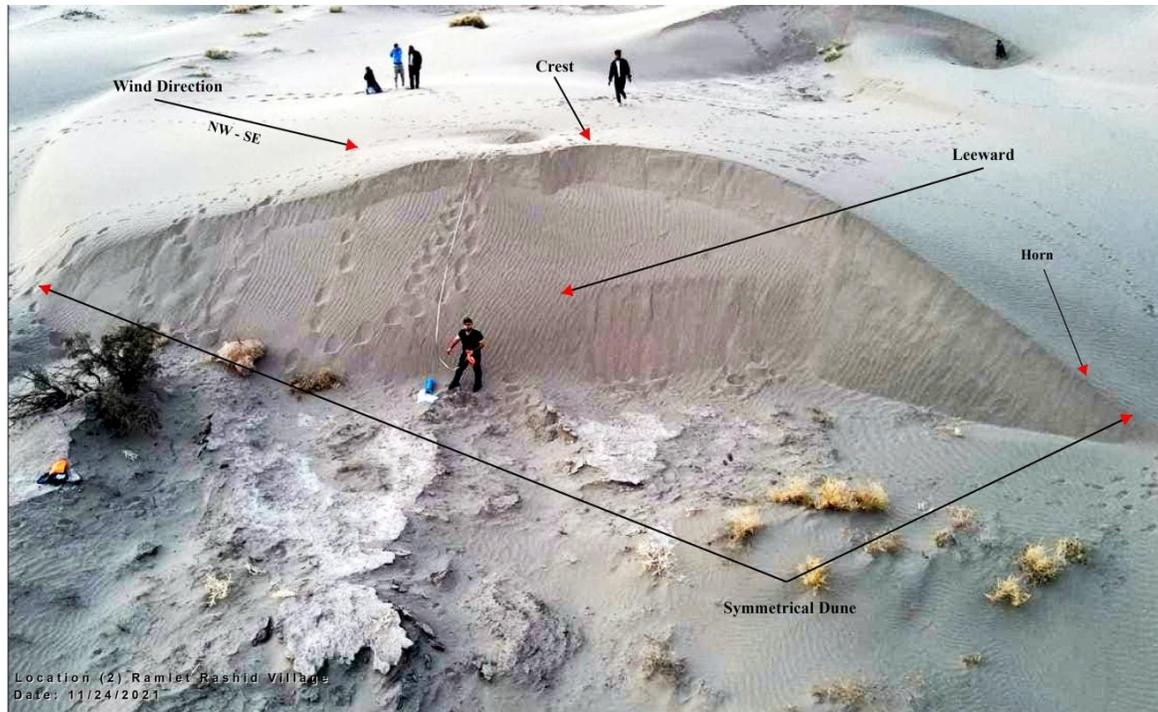
جدول (1-3) الخصائص الهندسية للكثبان الرملية في المنطقة الدراسة

area	Dune No	Length M	Width M	Elevation m	Dip angle Wind word	Dip direction Wind word	Dip angle lee word	Dip direction lee word
Ramlet	1	34	28	6	16	300	40	140
Rashid	2	30	29	4	14	310	40	150
area	Average	32	28.5	5	15	305	40	145
Ramlet	1	60	20	6	12	330	40	190
Albbu	2	50	24	4	10	350	30	140
Faris	Average	55	22	5	11	340	35	165

اما المنطقة الثانية رملة البو فارس تتراوح أبعاد كثبان النبخة بين 50-60 م في الطول، 2-6 م في الارتفاع، والعرض 20-30 متر جدول (1-3) وتتكون كثبان النبخة الصغيرة من العديد من الشجيرات في منطقة الاولى وسط العديد من الكثبان الرملية التي تكون على شكل البراخان، بينما تشكلت كثبان النبخة الكبير وعلى شكل سلاسل متعددة بحسب الحجم للأشجار في المنطقة الثانية والمسماة رملة البو فارس..



لوحة (3-3) تمثل اجزاء الكثبان الرملية واتجاه الرياح (رملة راشد)



لوحة (3-4) صورة جوية مائلة توضح اجزاء الكثيب الرملي (رملة راشد)

4-3 المرحلة الثالثة : العمل المختبري 3rd stage-laboratory work

Grain Size Analysis

1-4-3 التحليل الحجمي الحبيبي

تتكون التربة بصورة عامة من حبيبات ذات أحجام مختلفة ومن الممكن إيجاد النسب المئوية لهذه الأحجام بواسطة التحليل الحجمي الحبيبي اي فصل الترسبات الى مجموعات حجمية خشنة متمثلة بالحصى والرمل ومجموعات ناعمة تمثل الطين والغرين ويتم ذلك بمرحلتين (علي، 1991). وهي كالآتي :

1- التحليل المنخلي Sieving Analysis تتضمن هذه المرحلة وضع عدد من المناخل القياسية الواحد فوق الآخر بحسب أقطار فتحاتها الاخشن من الاعلى يليه الاقل خشونة، جدول (2-3) ويستعمل هذا الفحص لفصل الحبيبات ذات الأقطار الأكبر من (0.075) ملم لوحة (3-5).



لوحة (3-5) تبين اجراء التحليل الحبيبي لتركيب التربة الكثبان الرملية

جدول (3-2) يوضح ارقام المناخل واقطار الفتحات للمناخل المستخدمة مع الاوزان التي تم اخذها

للفحص حسب (ASTM-D-422-63,2014)

رقم المنخل	القطر (ملم)	نوع التربة	الاوزان المطلوبة (غرام)
In3/8	9.5	Gravel	500
No. 4	4.75	Gravel	500
No.10	2.00	Sand	500
No.40	0.425	Sand	500
No.100	0.150	Sand	500
No.200	0.075	Sand	500
Passing From sieve No. 200	<0.075	Silt & Clay	200

إذ تم العمل بنظام تصنيف التربة الموحد Unified Soil Classification System هو نظام تصنيف للتربة يستخدم في الهندسة والجيولوجيا لوصف نسيج وحجم حبيبات التربة، يمكن تطبيق نظام التربة هذا لمعظم المواد المفككة، ويتم تمثيله برمز من حرفين، حيث يتضمن الجدول (3-3) (4-3) تعريفاً لهم.

جدول (3-3) التصنيف الموحد للتربة

الرمز	التعريف	الرمز	المادة
P	متدرج بشكل سيئ (احجام جسيمات موحدة)	G	حصى
W	متدرج جيداً (أحجام جسيمات متنوعة)	S	رمل
H	لدونة عالية	M	غرين
L	لدونة منخفضة	C	طين
		O	مواد عضوية

جدول (4-3) التصنيف الموحد للتربة (KOLOSKI et al.,1989)

الأقسام الرئيسية		رمز المجموعة	اسم المجموعة
التربة الخشنة الحبيبات أكثر من 50% إعادة ملطخ فوق او اعلى رقم 200 ملم مسح 0.075	خردة من الكسر الخشن المحتفظ به في منخل رقم 4 (4.75) $\geq 50\%$ ملم غربال	حصى نظيف أصغر من 5% smaller than No. 200 Sieve	حصى متدرج جيداً، ناعم الى حصى خشن
			حصى متدرج بشكل سيئ
		حصى طيني	حصى طيني
		حصى مع 12% غرامه	حصى طيني
	الرمل من الكسر الخشن يمر رقم 4 (4.75) ملم $\leq 50\%$ غربال	رمل نظيف	رمل جيد التدرج، ناعم الى رمل خشن
			رمل متدرج بشكل سيئ
		رمل مع 12% غرامه	الرمل الغريني
			الرمل الطيني
التربة الحبيبية الدقيقة او أكثر تمر بالمنخل رقم 200 0.075 ملم 50%	طمي وطين حد السائل أصغر من 50	غير عضوي	طمي
			طين منخفض اللدونة، طين خفيف
		عضوي	طمي عضوي
			طمي عالي اللدونة، مرونة طمي
	طمي وطين حد السائل أكبر او يساوي 50 يساوي	غير عضوي	طين عالي اللدونة، طين دهني
			طين عضوي
		عضوي	
			حث

إذ تم تحليل 13 نموذج تم اخذها من موقع الدراسة وبواقع أربعة نماذج من كل كثيب وهي من جوانب الكثيب ومن قمة وقعر الكثيب وتقسمت حسب الجدول (3-5)

جدول (3-5) يوضح عدد النماذج من كل منطقة في مواقع الدراسة

تسلسل	اسم الموقع	عدد المواقع التي تم نمذجتها	عدد النماذج
1	رملة راشد	2	8
2	رملة البو فارس	1	4
3	منطقة بيرمانة	تم استصلاحها	1

2-4-3 الكثافة الكلية الموقعية (site total density)

تعد هذه الطريقة من الطرق السريعة لتحديد الكثافة الموقعية لترب الكثبان الرملية ، وخصوصًا في الموقع، عندما تكون هناك ضرورة لمعرفة الكثافة (Russian GOST, 5182 (Standard)). وتتلخص خطوات هذه الطريقة بما يلي:

- 1- يتم ملئ الاسطوانة بالتربة.
 - 2- يتم قياس حجم الاسطوانة وذلك من خلال قياس نصف القطر وتربيعها وقياس ارتفاع الاسطوانة مضروباً في النسبة الثابتة
 - 3- يتم قياس وزن التربة من خلال ميزان حساس
 - 4- تحسب الكثافة من خلال قسمة الوزن على الحجم لاستخراج الكثافة.
- إذ تم قياس الكثافة الموقعية للكثبان الرملية من الجبهه المعاكسة للرياح والجبهه المقابلة للرياح من كل كثيب في موقع الدراسة جدول (3-6) لوحة (3-6).

جدول (3-6) مواقع والقراءات الموقعية للنماذج المأخوذة من منطقة الدراسة

No	الموقع	جهة اخذ النموذج	حجم الوعاء سم ³	الوزن الصافي للعينه - غم
1	رملة راشد/الموقع الاول	الجهة المعاكسة للرياح	2682	3603
2	رملة راشد/الموقع الاول	الجهة المقابلة للرياح	2682	3693
3	البو فارس/ الموقع الثاني	الجهة المعاكسة للرياح	2682	3500
4	البو فارس/ الموقع الثاني	الجهة المقابلة للرياح	2682	3525
5	منطقة بيرمانة / الموقع الثالث	ارض منبسطة / مستصلحة	2682	3453



لوحة (3-6) توضح نمذجة الكثبان الرملية لقياس الكثافة الموقعية موقع رقم 1 (رملة راشد)

3-4-3 فحص القص المباشر للتربة (Direct Shear Test of Soil)

يعد اختبار القص المباشر أحد أقدم اختبارات القوة للتربة، ويتم استعمال جهاز القص المباشر للتربة لتحديد قوة القص للتربة الغير متماسكة (أي زاوية الاحتكاك الداخلي \emptyset) من مخطط إجهاد القص مقابل الإزاحة الأفقية، يتم الحصول على أقصى إجهاد قص للإجهاد العمودي المحدد. بعد تشغيل التجربة عدة مرات لمختلف اجهادات الانضغاط الرأسي، يتم رسم مخطط لأقصى إجهادات القص مقابل اجهادات الانضغاط العمودية لكل اختبار. من المخطط، يمكن تقريب منحنى الفشل لخط مستقيم (دائرة مور)، بالنسبة للتربة غير المتماسكة (كالرمل) ($c=0$).

التكوين العام لجهاز فحص القص المباشر للتربة:

يظهر في لوحة (3-7) صورة لجهاز فحص القص المباشر النموذجي. تحتوي عينة التربة على حجر مسامي في أعلى وأسفل للسماح بتصريف حر. وفوق الحجر العلوي يوجد غطاء تحميل معدني يخضع بدوره لقوة عموديه ثابتة المقدار طول زمن الفحص وتكون فائدة هذا الغطاء لتوزيع

القوة العمودية على كل مساحة مقطع التربة بشكل متساوي وكذلك لتثبيت نموذج التربة بشكل مرصوص وثابت في مكانه دون ان يتحرك.



لوحة (7-3) جهاز فحص القص المباشر (مختبر بابل الانشائي)

نقوم بوضع اولاً الحجر المسامي السفلي ويجب ان يكون حجمه مناسب للقالب (بنفس ابعاد قالب الفحص) ثم توضع العينه المراد فحصها بالتدرج مع الرص المستمر ثم يوضع الحجر المسامي العلوي. يتم إجراء معظم اختبارات القص المباشر المختبرية على عينات بابعاد (6*6*3) سم. ومع ذلك، قد نحتاج الى استخدام عينات بابعاد أكبر من ذلك في التربة التي تحتوي على جزيئات بحجم أكبر مثل الحصى. حيث تم اخذ نماذج عدد 4 وتم اجراء الفحوصات للنماذج وحسب المواصفة الامريكية (ASTM-D-3080-11,2014) ومن نوع فحص القص المباشر السريع (Quick Direct Shear) كما موضح في الجدول (7-3).

جدول (7-3) يبين عدد النماذج من كل منطقة في مواقع الدراسة

اتسلسل	اسم الموقع	عدد الكثيبات التي تم نمذجتها	عدد النماذج
1	رملة راشد	2	2
2	رملة البو فارس	1	1
3	منطقة بيرمانة	تم استصلاحها	1

5-4-3 فحص الأشعة السينية الفلورسينية XRF

ان الأشعة السينية المستخدمة في التحليلات الكيميائية الروتينية هي غير مدمرة نسبياً للصخور والمعادن والرواسب والسوائل.

تجعل التكلفة السهلة والمنخفضة لتحضير العينة، والاستقرار وسهولة استعمال أجهزة قياس طيف الأشعة السينية، هذه إحدى الطرق الرئيسية المستعملة لتحليل العناصر الرئيسية والتتبع في الصخور والمعادن والرواسب .

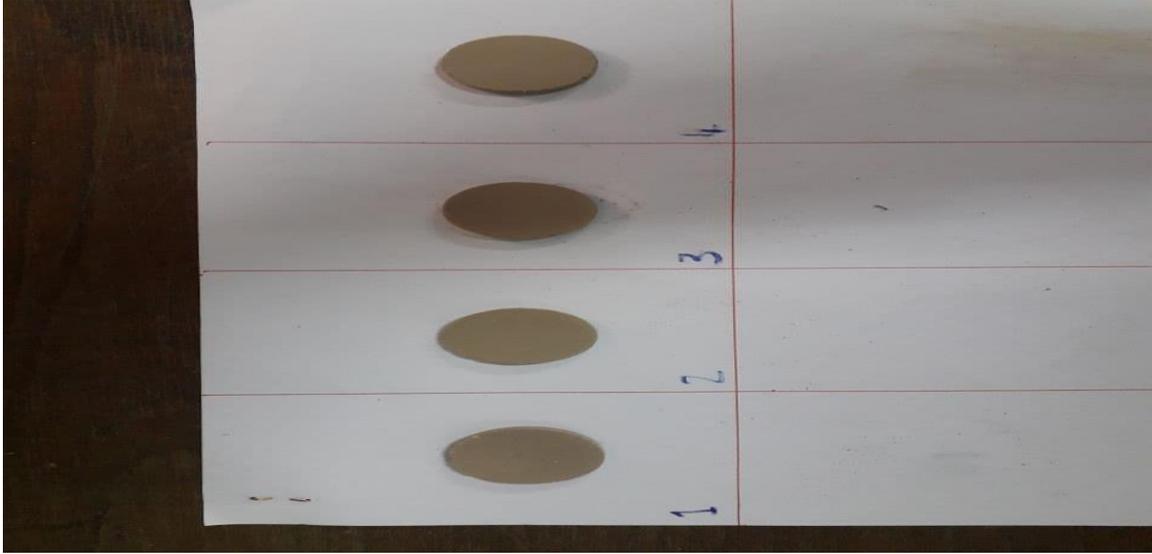
بعد أخذ النماذج من منطقة الدراسة، تم وضع عينات النماذج في المختبر وتجفيفها في الفرن بدرجة حرارة 60 درجة مئوية، وتم إزالة الحصى والنباتات ومواد الشوائب الأخرى من العينات، وطحن عينات الرواسب المتبقية إلى درجة 0.075 مم وتم استعمال جهاز **spectro xepos** لتحليل العينات في قسم الجيولوجيا، كلية العلوم، جامعة بغداد لوحة (8-3)

- تحضير العينة

قبل التحليل، يجب أن تكون المادة جافة ومتجانسة. يجب تجفيف العينة بأكملها إلى وزن ثابت، ثم يتم نخلها لإزالة الحصى والحطام، وطحنها إلى مسحوق ناعم. نجف العينة إذا كانت مبللة ومتماسكة. يمكن تجفيف العينة بأي طريقة من الطرق المتعددة، وتجفيفها طوال الليل في درجة حرارة الغرفة في الوعاء. يستقبل الجهاز عينات بهيئة مسحوق باودر ومن أجل الحصول على دقة عالية للتحليل يتم ضغط المسحوق وتحويله إلى قرص **Pellets** ويتم هذا العمل من خلال استعمال مكبس خاص وبضغط عالي الشكل (9-3).



لوحة (8-3) جهاز التحليل **spectro xepos** الذي تم استخدامه لقياسات XRF



لوحة (9-3) يوضح العينات المدروسة لل XRD و XRF.

6-4-3 فحص الاشعة السينية الحائدة (XRD)

هي أداة تحليلية حيث يمكن تحديد كمية المركبات البلورية وتحديد حجمها داخل خليط أو طور نقي. النتائج التي تم الحصول عليها هي معقد أو اسم المعادن على عكس قائمة العناصر كما هو الحال في طريقة تحليلية أخرى. يمكن تحليل العينة الصلبة والمسحوقة ومطابقتها مع (70000) مرحلة مسجلة، من خلال تحديد المراحل غير المعروفة المتضمنة في العينة هذه الطريقة هي تقنية تحليلية غير مدمرة، (Bouma, 1964).

استعمل جهاز فحص الاشعة السينية الحائدة من نوع (shimadzo 6000 xrd) في وزارة العلوم والتكنولوجيا – دائرة بحوث المواد – مختبر الاشعة السينية لوحة (3-10).

2- العينات المدروسة

تم وضع أربع عينات من النماذج في المختبر وتجفيفها في الفرن بدرجة حرارة 60 درجة مئوية، وتم إزالة الحجر والنباتات ومواد الشوائب الأخرى من العينات، وتم طحن عينات النماذج المتبقية إلى 0.075 مم وإجراء الاختبار من أجل تحديد الوفرة النسبية للمعادن الطينية والمعادن الأخرى.

الطريقة ونوع العينة

بالنسبة لهذه التقنية، يجب أن تكون العينات صلبة وبلورية. يتم سحق العينة وتعبئتها في حامل ألومنيوم. ثم يتم وضعها في حامل عينة مقياس الزوايا ويتم قصفها بالأشعة السينية المتولدة من الحوض النحاسي. يتم جمع الأشعة المنعرجة بواسطة كاشف ويتم نقل المعلومات إلى جهاز كمبيوتر (Jenkins,1974).



لوحة (10-3) جهاز حيود الأشعة السينية- shimadzu 6000 xrd

5-3 العمل المكتبي : Office work

تضمنت استنباط معلومات عن منطقة الدراسة، وإجراءات العمل من الدراسات والتقارير السابقة، واستعملت العديد من برامج وبرامج الكمبيوتر خاصة نظم المعلومات الجغرافية لإنشاء قاعدة بيانات ، كما تم استخدام برنامج Excel لحساب البيانات الإحصائية. وتم استخدمت مجموعه من البيانات في الدراسة اختلفت بين بيانات تتمثل بالخرائط والصور الفضائية فضلاً عن الصور الجوية التي تم الحصول عليها باستعمال طائرة مسيرة وباستعمال الآتي

3-5-1 الأقمار الاصطناعية والصور الفضائية

لاندسات (Landsat) هي مجموعة من أقمار الاصطناعية التي أطلقتها ناسا بصورة متتالية منذ عام 1972 و لحد الآن، وتم اعطائها تسميات :لاندسات 1 و لاندسات 2 ، ...و حاليا واخرهم لاندسات 8 .

أطلق لاندسات 8 في 11 فبراير 2013 علي رأس صاروخ حامل من نوع أطلس 5. وهي مجموعة أقمار صناعية بغرض استكشاف بقاع الأرض وللأغراض المدنية، وكذلك مراقبة حركة القارات والشواطئ. وتستخدم صورها في مسح المصادر الطبيعية في البلدان وقياس التغييرات الأرضية التي قد تنشأ عن طرق تعرية طبيعية أو يكون سببها النشاط الإنساني. أطلقت ناسا منذ عام 1972 سبعة أقمار صناعية، من ضمنهم إطلاق فاشل،

يُعرف في الأصل باسم القمر الصناعي لتكنولوجيا موارد الأرض 1 ، أُطلق لاندسات 1 في عام 1972 وأوقف في عام 1978. تم استخدام بيانات Landsat 1 لتحديد جزيرة جديدة قبالة ساحل كندا في عام 1976 ، والتي سميت فيما بعد جزيرة لاندسات.

تم إطلاق مركبة لاندسات 2 في عام 1975 وتم إبطال مفعولها في عام 1982. تم إطلاق لاندسات 3 في عام 1987 وتم إبطال مفعولها في عام 1983. تم إطلاق لاندسات 4 في عام 1982 وتوقفت عن إرسال البيانات في عام 1993

أطلق القمر لاندسات 5 في عام 1984 ويحمل الرقم القياسي العالمي لكونه أطول سائل رصد للأرض يعمل منذ أكثر من 29 عامًا حتى 2013. تم استخدام لاندسات 5 لفترة أطول من المتوقع لأن القمر لاندسات 6 لم يتمكن من الوصول إلى مداره بعد إطلاقه في عام 1993. كان Landsat 6 هو Landsat الوحيد الذي فشل قبل إرسال البيانات إلى الأرض. ظل لاندسات 7 في مداره بعد إطلاقه في 15 أبريل 1999. لاندسات 8 ، أحدث لاندسات، تم إطلاقه في 11 فبراير 2013 ومستمر لهذه اللحظة. (NASA,website2021)

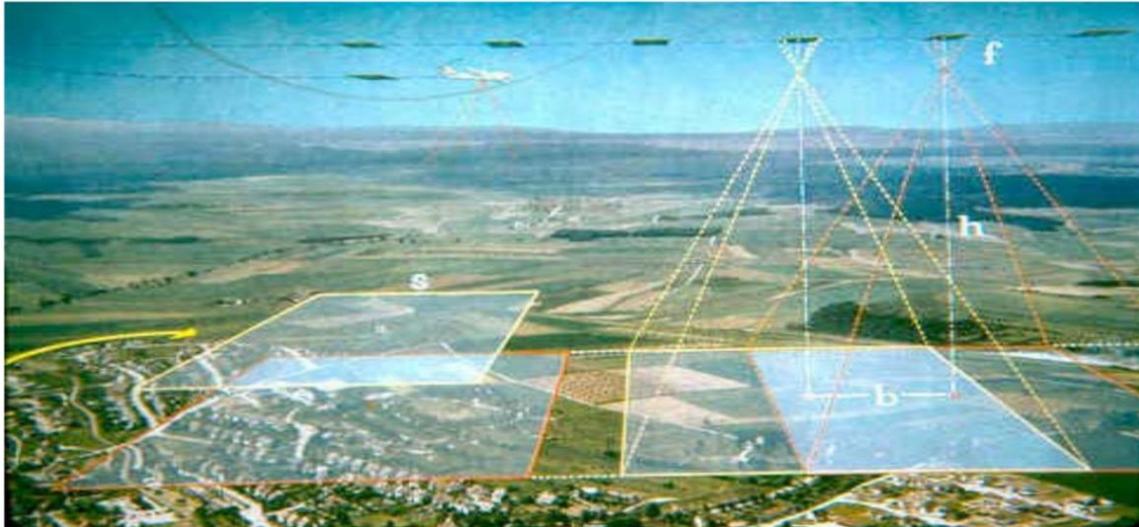
تم استخدام صور الأقمار الصناعية التابعة للقمر الصناعي – LANDSAT 8 SENTINEL 2 ,2021 & BASECAMP HIGH RESOLUTION IMAGERY 2019. تصل دقتها الى 0.50 م ، المقياس المستعمل 1:500000 و كذلك 1:250000 لغرض جمع واستحصال المعلومات من اجل انتاج الخرائط الموضوعية

2-5-3 الصور الجوية

يعتبر المسح الجوي من العمليات الأساسية والضرورية للحصول على صور جوية عالية الدقة تفي بالغرض المطلوب وبأقل تكلفة ممكنة، فالتخطيط لإنتاج صور تستعمل لإنتاج الخرائط الغرضية الدقيقة (Thomas M. Lillesand, 2008).

أ- الأسلوب المستخدم في التصوير الجوي:

لإعداد الخرائط التفصيلية والطبوغرافية لمنطقة ما باستعمال الصور الجوية على أساس تطبيق نظرية الرؤية المجسمة ، يجب أن يتم تصوير المنطقة بحيث يكون لكل جزء من المنطقة صورتان يمكن الحصول منهما على النموذج المجسم لهذا الجزء ، ولتغطية المنطقة بشكل كامل يتم التصوير على شكل شرائح متداخلة **STRIPS** لوحة (3-11)، إذ إن الشريحة هي المساحة من الأرض التي تقوم طائرة تسير بخط طيران محدد و بسرعة محددة وبارتفاع محدد وباستخدام آلة تصوير محددة بالنقاط صور بفارق زمني محسوب بحيث تغطي كل الصورة من الصورة التي تليها نسبة لا تقل عن 55 % وهو ما بالتداخل الأمامي **End Overlap** ، ثم تكرر العملية لشريحة أخرى بحيث تتداخل مع الشريحة التي سبقتها بنسبة لا تقل عن 10 % وهو ما يسمى بالتداخل الجانبي (**Side Overlap**) و يتم تغطية كامل المنطقة بهذا الأسلوب مع أخذ الاحتياطات لضمان عدم حدوث فجوات في التصوير لوحة (3-12).



لوحة (3-11) الأسلوب المتبع في التصوير الجوي (المساحة التصويرية - المملكة العربية

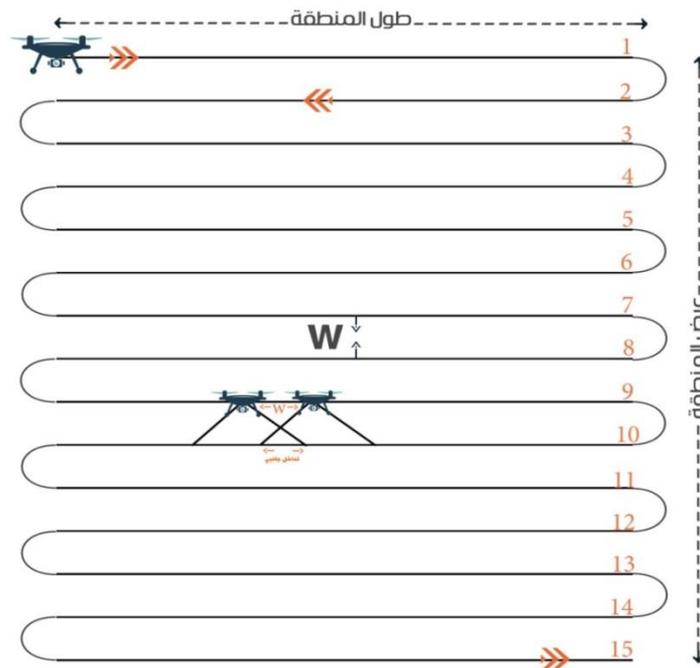
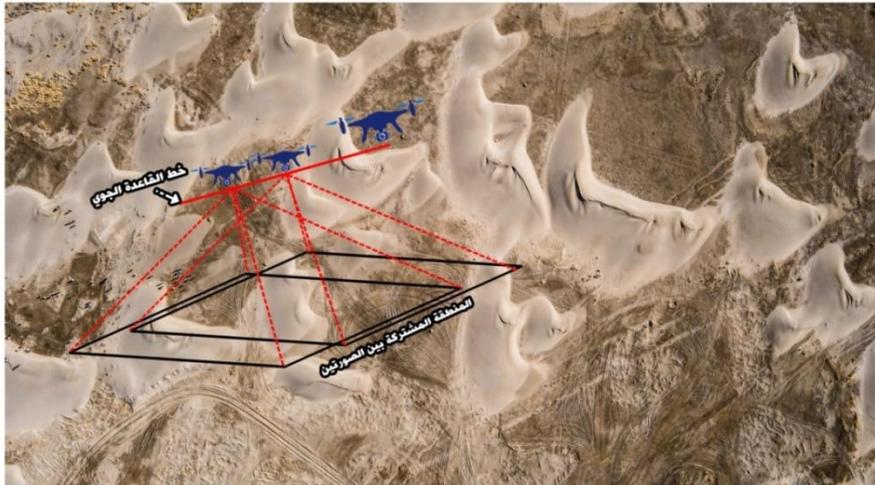
السعودية، 2004)

ب - الخطوات المتبعة في تخطيط رحلات التصوير الجوي

لكي تتم عملية التصوير بنجاح بحيث نحصل على صور بالمواصفات المطلوبة وبأقل تكلفة

ممكنة يجب إتباع الخطوات الآتية (مياس، 2013):

- 1 (جمع المعلومات عن المنطقة المطلوب تصويرها .
- 2 (تحديد مقياس الصورة .
- 3 (اختيار آلة التصوير .
- 4 (تحديد ارتفاع الطيران فوق سطح المقارنة.
- 5 (تحديد اتجاه خطوط الطيران
- 6 (تحديد قيمة التداخل الطولي والجانبي .
- 7 (تحديد عدد الشرائح (خطوط الطيران) .
- 8 (تحديد عدد الصور في الشريحة الواحدة .
- 9 (رسم خريطة الطيران .
- 10 (تحديد الوقت المناسب لعملية التصوير .



لوحة (3-12) اسلوب التقاط الصور الجوية (من اعداد الباحث لمنطقة الدراسة)

ج- أجهزة التجسيم:

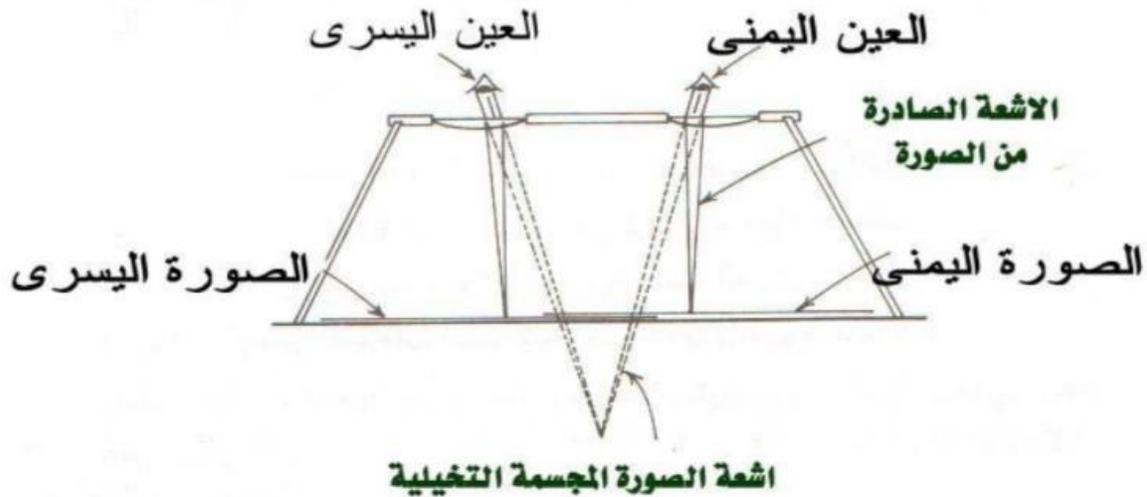
لغرض الاستفادة من الصور الجوية والحصول على الرؤية المجسمة تم ابتكار تقنيات كثيرة وأجهزة تعمل اعتمادا على إحدى هاتين الطريقتين، إما تلاقي محوري النظر باستعمال الألوان المتكاملة، والضوء المستقطب، والرؤية التبادلية وكان ذلك من خلال أجهزة الإسقاط الضوئي وشاشات العرض الإلكترونية، أو اعتمادا على طريقة توازي محوري النظر عن طريق استخدام

البصريات الضوئية مثل المرايا والعدسات والمواشير تنتقل الصورة إلى العين الخاصة بها من دون أن تتأثر بها العين الأخرى وتسمى هذه الأجهزة بالاستريوسكوب لوحة (3-13) . (المساحة التصويرية - المملكة العربية السعودية، 2004)

الإستريوسكوب :

ان فكرة عمل الاستريوسكوب تعتمد على نقل كل صورة إلى العين الخاصة بها عن طريق استخدام عدسات محدبة توضع الصورة في بؤرتها وبذلك تكون الأشعة الصادرة من الصورة متوازية فتري كل عين الصورة الخاصة بها.

T;VM



لوحة (3-13) فكرة عمل الاستريوسكوب

- أنواع أجهزة الاستريوسكوب:

يتم تصنيف أجهزة الاستريوسكوب بناء على مقياس الصور التي يمكن استخدامها معه

إلى (صيام، 1994):

1) استريوسكوب جيبى (للصور الصغيرة)

2) استريوسكوب (للصور الكبيرة)

1) جهاز الاستريوسكوب الجيبى :

وهو صغير الحجم لدرجة أنه يمكن أن يطوى ويوضع بالجيب ويوجد منه تصميمان:

أ) استريوسكوب جيبى ذو عدسات : وهو تطبيق مباشر لفكرة الاستريوسكوب ، كما في لوحة

(3-14) ، حيث يتكون من عدستين صغيرتين محدبتين مثبتتين في إطار معدني على مسافة تساوي متوسط قاعدة الإبصار عند الإنسان لوحة (3-15).



لوحة (3-14)ستريو سكوب جيبي ذو عدسات

ب (استريوسكوب جيبي ذو عدسات ومرايا :

يعمل بنفس مبدأ الاستريوسكوب ذي العدسات إلا أن الصورة تنتقل عن طريق مجموعة من المرايا ، لوحة (3-15)، والهدف من ذلك زيادة مقاس الصور التي يمكن العمل بها باستعماله.



لوحة (3-15)ستريو سكوب ذو العدسات والمرايا

من عيوب هذا النوع أنّ الجهاز لا يصلح للصور الجوية الكبيرة الشائعة؛ لأنّ المسافة بين النقاط المتناظرة في هذا الجهاز أقل من المسافة بين النقاط المتناظرة على الصورة. (مسافة الاندماج الاستريوسكوبي) و قوة التكبير لعدساته محدودة لا تتجاوز 2.5 مرة.

2) استريو سكوب للصور الكبيرة :

في هذا النوع يمكن العمل مع الصور الكبيرة عن طريق استعمال مجموعة من المرايا أو المواشير لتحويل المسافة بين النقاط المتناظرة للصور الكبيرة إلى ما يناسب القاعدة العينية للمشاهد، وتم أيضاً إضافة عدسات مكبرة. ويوجد من هذا النوع عدة أشكال أهمها:

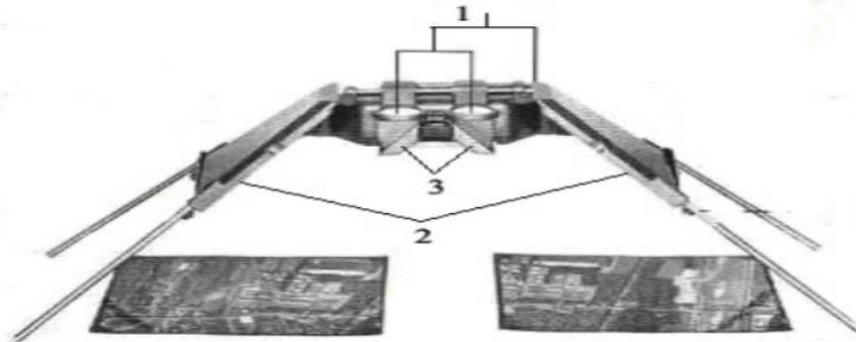
أ) الاستريوسكوب ذو المرايا : Mirror Stereoscope :

تم استخدام سطوح عاكسة من المرايا أو المواشير في هذا الجهاز لزيادة المسافة بين الصورتين عند تثبيتهما تحت الجهاز مما يسمح لنا بزيادة مجال الرؤية فنرى مساحة أكبر من منطقة التداخل بين الصورتين والتي سنراها مجسمة باستعمال هذا الجهاز و أيضا مكبرة بنسبة 3.5 مرة .

الأجزاء الرئيسية في الاستريوسكوب ذي المرايا :

يتكون الاستريوسكوب ذو المرايا ، لوحة (3-16)، من الأجزاء الرئيسية التالية :

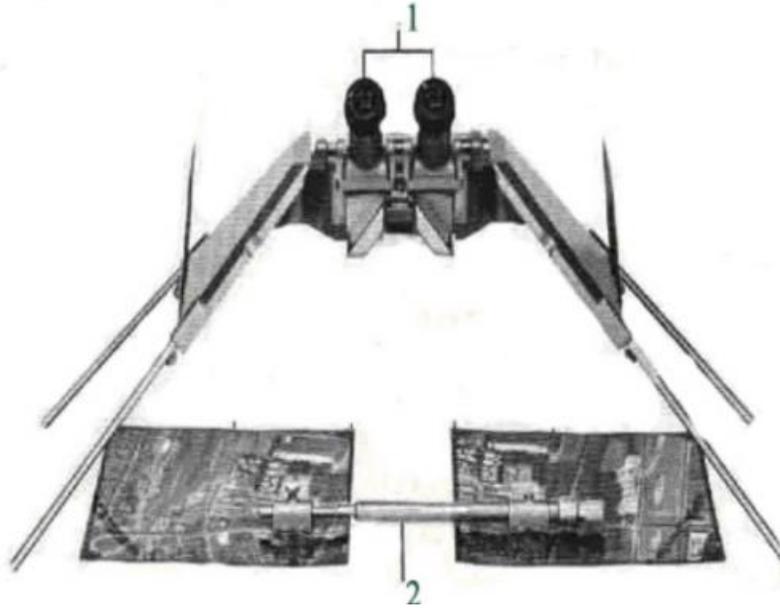
- 1 (عدستان محدبتان مكبرتان بينهما مسافة يمكن تغييرها لتلائم القاعدة العينية لمستخدم الجهاز .
- 2 (مرأتان خارجيتان كبيرتان مثبتتان في هيكل الجهاز .
- 3 (مرأتان صغيرتان داخليتان وأحياناً يستبدلان بموشورين .

**لوحة (3-16) الأجزاء الرئيسية في الاستريوسكوب ذو المرايا**

تضاف للاستريوسكوب بعض الملحقات لزيادة كفاءته وأيضاً لزيادة مدى استعماله، لوحة

(3-17)، وهي :

- 1 (منظار ذو عدستين للتكبير بنسبة تصل إلى 8 مرات .
- 2 (الاستريومترو هو ما يعرف بذراع البارالكس و يستعمل في أخذ القياسات من على الصور .



لوحة (3-17) الاجزاء الرئيسية في الستيريو سكوب ذو المرايا مع ملحقاته

ب) الستيريو سكوب الزووم : يعد الستيريو سكوب الزووم ، لوحة (3-18)، مرحلة أكثر تقدماً من الستيريو سكوب ذي المرايا أو ذو المواشير ، ويختلف هذا الجهاز عن الستيريو سكوب ذي المرايا بشكل واضح في أن فحص الصور في الستيريو سكوب ذو المرايا يتم بتحريك الستيريو سكوب كاملاً ، أما في الستيريو سكوب الزووم فإنّ الجهاز مزود بمنضدة توضع عليها الصور و تتحرك في الاتجاهين x و y ، كما يوجد حامل لذراع البارلاكس



لوحة (3-18) الستيريو سكوب الزووم

يمكن باستعمال هذا الجهاز التكبير إلى 15.5 مرة ، وكذلك يمكن تركيب وحدة رؤية إضافية وتوجد في هذا الجهاز إمكانية رسم خرائط تقريبية بطريقة التتبع ، وفي الوقت الحالي توجد أنواع من هذه الأجهزة مزودة بحاسب آلي ، يمكن من خلاله رسم الخرائط التقريبية لوحة (3-19).



الستريوسكوب الحديث

ستريوسكوب الزووم بالملحقات

لوحة (3-19) ستريوسكوب الزووم بالملحقات و الستريوسكوب الحديث

- الرؤية المجسمة باستخدام الاستريوسكوب :

للحصول على منظر مجسم يمكن الحصول منه على قياسات دقيقة يجب أن تنطبق على الصورتين عدة شروط منها، إلى تصحيح الصور من خطأ الميل والعدسة والفلم والتقوس الأرضي، و يمكن الحصول على قياسات أقل دقة تفي ببعض الأغراض من صور قريبة من الرأسية Tilted Photograph لم يتم تصحيحها بشكل كامل (المساحة التصويرية - المملكة العربية السعودية، 2004)

3-5-3 التحليل واخراج المعلومات النموذجية للمنطقة :

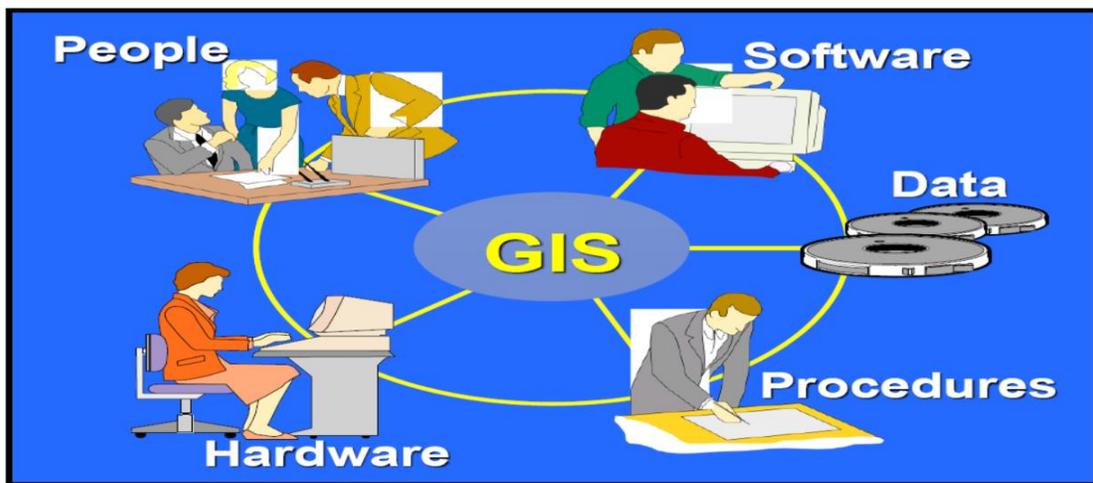
Analysis and production of typical information for the region

لغرض تحليل الصور الفضائية والجوية واستحصال المعلومات منها التي يتم من خلالها معرفة ومقارنة المظاهر على فترات زمنية تم استخدام البرامج الخاصة بالتحليل والتمييز بين معلومة واخرى ، برنامج ENVI 5.3 , ERDAS IMAGINE 8.4 (معالجة و تحليل المعلومة وعمل تحسين لها لتغطية المنطقة المدروسة للكثبان الرملية) إذ تم مطابقتها مع الخرائط الموضوعية و التي تم تصحيحها وتم اشتقاق مكان الكثبان و معرفة نوع واتجاه وميل ومساحة والكمية الخاصة بكل موقع ومقدار القوى الطبيعية عليها كما موضح بالرسالة .

3-5-4 نظام المعلومات الجغرافية GIS

هو أداة حاسوبية لرسم خرائط وتحليل البيانات المكانية. تدمج تقنية نظم المعلومات الجغرافية عمليات قاعدة البيانات المشتركة مثل الاستعلامات والتحليل الإحصائي مع التصور الفريد ومزايا التحليل الجغرافي التي تقدمها الخرائط، لوحة (3-20).

تميز هذه القدرات نظم المعلومات الجغرافية عن أنظمة المعلومات الأخرى وتجعلها ذات قيمة لمجموعة واسعة من المؤسسات العامة والخاصة لشرح الأحداث والتنبؤ بالنتائج واستراتيجيات التخطيط. تعتبر نظم المعلومات الجغرافية واحدة من أهم التقنيات الجديدة ، مع إمكانية إحداث ثورة في العديد من جوانب المجتمع من خلال زيادة القدرة على اتخاذ القرارات وحل المشكلات(حسن،2010).



لوحة (3-20)المكونات الاساسية لنظم المعلومات الجغرافية (حسن،2010)

يمكن عرض نظام المعلومات الجغرافية بثلاث طرق:

1. عرض قاعدة البيانات: نظام المعلومات الجغرافية هو نوع فريد من قواعد البيانات لقاعدة البيانات الجغرافية العالمية (قاعدة البيانات الجغرافية).
إنه "نظام معلومات للجغرافيا". أساسًا ، يعتمد نظام المعلومات الجغرافية على قاعدة بيانات منظمة تصف العالم من الناحية الجغرافية.
 2. عرض الخريطة: نظام المعلومات الجغرافية عبارة عن مجموعة من الخرائط الذكية وغيرها من العروض التي تُظهر المعالم وعلاقات السمات على سطح الأرض. يمكن إنشاء خرائط المعلومات الجغرافية الأساسية واستخدامها "كنوافذ في قاعدة البيانات" لدعم الاستعلامات والتحليل وتحرير المعلومات. وهذا ما يسمى تحديد الموقع الجغرافي
 3. عرض النموذج: نظام المعلومات الجغرافية عبارة عن مجموعة من أدوات تحويل المعلومات التي تشتق مجموعات بيانات جغرافية جديدة من مجموعات البيانات الموجودة.
تأخذ وظائف المعالجة الجغرافية هذه المعلومات من مجموعات البيانات الحالية، وتطبق وظائف تحليلية، وتكتب النتائج في مجموعات بيانات مشتقة جديدة. يتضمن تكامل البيانات بشكل أساسي دمج البيانات من مصادر متعددة في محاولة لاستخراج معلومات أفضل أو أكثر. قد يشمل ذلك البيانات ذات الطبيعة المتعددة التوقيت أو متعددة الحلول أو أجهزة الاستشعار المتعددة أو البيانات المتعددة (حسن، 2010).
- قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافي (GIS) هي أي مصدر بيانات يمكن الرجوع إليه مكانيا ويمكن استخدامه في البيئة
- عندما تتكامل نظم المعلومات الجغرافية مع الاستشعار عن بعد، فإنها تجعل من الممكن دراسة نظام إدارة الموارد والبيئة في الوقت الحقيقي. سيكون هذا التكامل مفيدًا بشكل أفضل لاكتشاف التغيير ومراقبة الموارد ونمذجة البيئة.
- تصبح البيانات المستشعرة عن بعد أكثر فائدة عندما يتم دمجها في نظام دعم القرار مع نظم المعلومات الجغرافية. ستوفر البيانات المكانية من فائدة كبيرة لمعالجة صور الاستشعار عن بعد من خلال اقتراح التقسيم الطبقي للموجة بالخرائط، وتعزيز دقة وكفاءة التصنيف التلقائي.
- معظم البيانات المكانية في نظام المعلومات الجغرافية إما قائمة على الميزات أو قائمة على الصور، وغالبًا ما يشار إليها باسم المتجه أو النقطية، على التوالي. يتم تمثيل بيانات المتجه من

خلال أنواع الميزات التي تشبه الطريقة التي نتصور بها الخرائط ونرسمها يدويًا - عن طريق استخدام

1- نقطة، موقع اكس وواي مفرد على سبيل المثال محل إقامة او موقع عمل

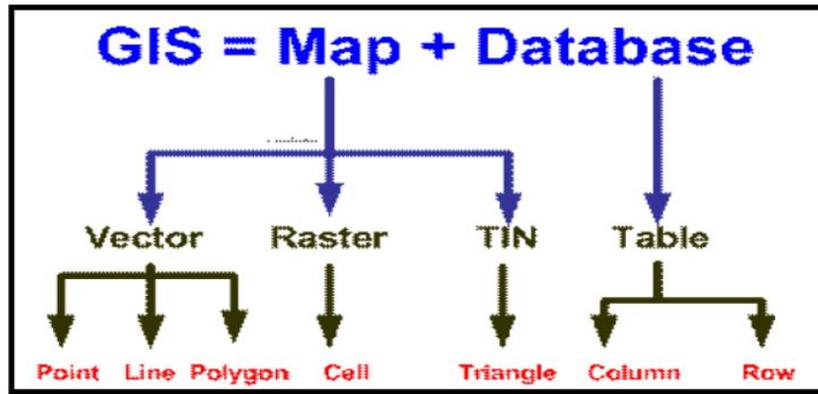
2-خط، سلسلة احداثيات وعلى سبيل المثال طريق

3-مضلع ، سلسلة احداثيات تحدد المنطقة على سبيل المثال حدود دولة

موقع صور الأقمار الصناعية والتصوير الجوي الرقمي والأشكال الأخرى من بيانات الاستشعار عن بعد هي البيانات النقطية الأكثر استعمالاً.

يتم تخزين هذه البيانات، ليس كميزات، ولكن كسلسلة من وحدات البكسل أو خلايا الشبكة.

يمكن (ويجب) تسجيل كلا النوعين من البيانات في نظام إحداثيات حقيقي للعرض والتحليل .



لوحة (21-3) نموذج بيانات لنظم المعلومات الجغرافية (esri)

يقوم نظام المعلومات الجغرافية بتخزين المعلومات كمجموعة من الطبقات المواضيعية التي يمكن ربطها معًا بحسب المنطقة الجغرافية. أثبت هذا المفهوم البسيط والقوي للغاية والمتعدد الاستعمالات أنه لا يقدر بثمن في حل العديد من مشاكل العالم الحقيقي من نمذجة دوران الغلاف الجوي العالمي، إلى التنبؤ باستعمال الأراضي الريفية، ومراقبة التغيرات في النظم البيئية للغابات تُستخدم أدواتها التحليلية العديدة القوية لفحص العلاقات المكانية من خلال تحديد علاقة القرب بين الميزات، (CCRS, 2000)، لوحة (21-3).

الفصل الرابع

النتائج والمناقشة

الفصل الرابع النتائج والمناقشة

1-4 المقدمة

يتناول هذا الفصل عرض نتائج هذه الدراسة من النمذجة ونتائج فحوصات الخواص الجيوتكنيكية للتربة (الفيزيائية والكيميائية والهندسية) لجميع العينات ومن ثم مقارنتها مع المواصفات القياسية المعمول بها وتفسير النتائج لاعطاء قيم عن واقع ونمط الكثبان الرملية في منطقة الدراسة.

2-4 الخواص الفيزيائية للكثبان الرملية :- Physical properties of sand dunes

4-2-1 التحليل المنخلي Sieve analysis

تعتمد نسب التوزيع الحبيبي الحجمي لترب الكثبان الرملية على ديناميكيات النقل والمصدر المجهز للرواسب على نطاق واسع فضلا عن آليات الانتقاء الريحية والبحرية وبمواد المصدر وتوافر الرمال ومسافات النقل. (Folk, 1971 Bagnold and Barndorff-Nielsen, 1980; Pye and Tsoar, 2009; Lancaster, 1925a, 1995; Livingstone et al., 1999; Abuodha, 2003).

ترتبط التغييرات في خصائص التوزيع الحبيبي الحجمي لرمال الكثبان ارتباطاً وثيقاً بمورفولوجية وهندسة الكثبان الرملية .

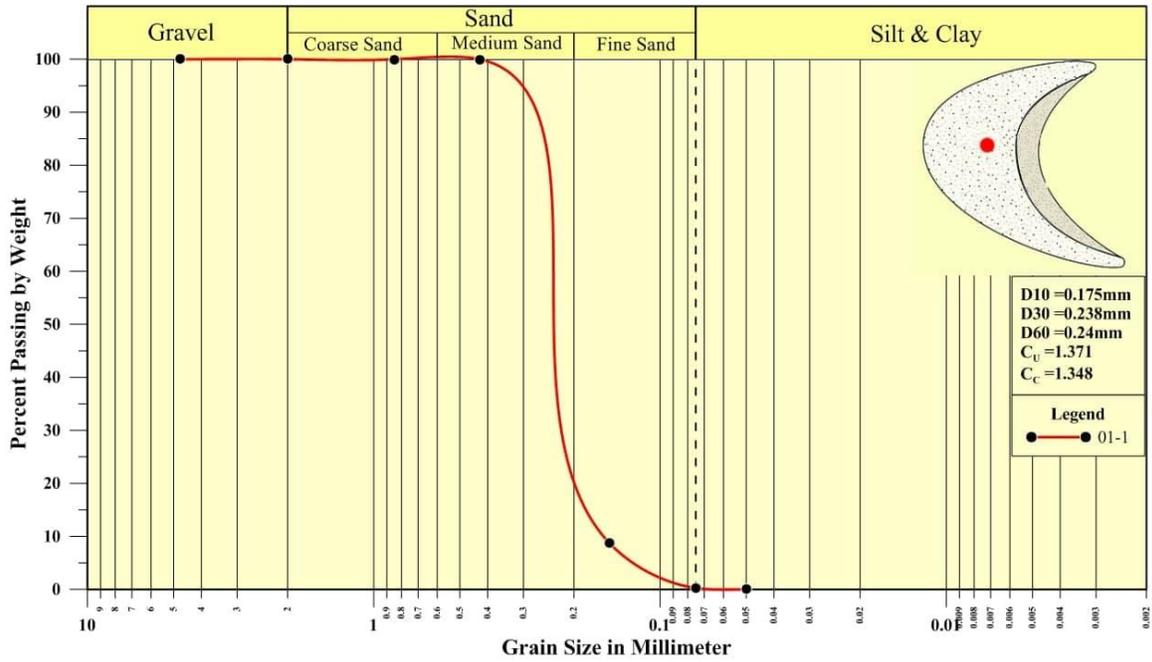
(waston, 1956; Thomas, 2008; Wiggs, 1997- Honda, 1998; Muhs, 2004).، 2003

تسعمل نتائج هذا التوزيع الحبيبي الحجمي لإنشاء قاعدة بيانات رقمية حول أحجام الحبيبات لترب الكثبان الرملية كما في الجدول رقم (1-4) حيث تم تحليل 13 نموذج من ترب الكثبان الرملية وتم تصنيف ترب الكثبان الرملية بالاعتماد على نظام التصنيف الموحد للتربة (USCS)

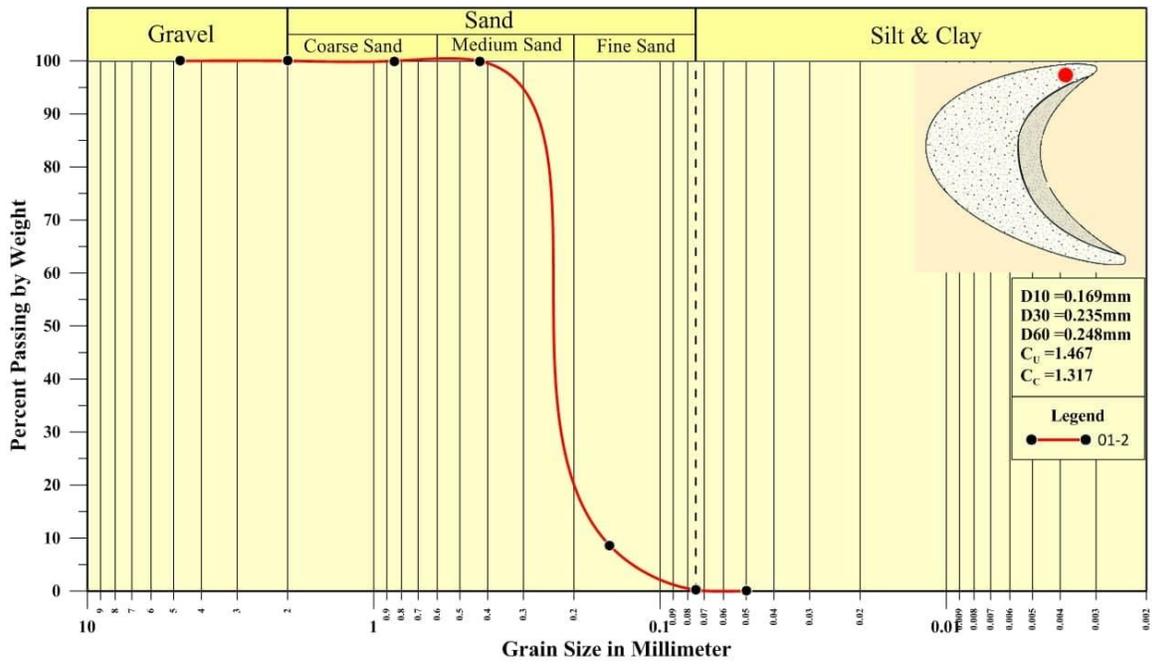
جدول (1-4) يمثل رموز وحجم حبيبات الكثبان وتصنيف وموقع النماذج في منطقة الدراسة

رمز النموذج	الموقع	رمل خشن %	رمل متوسط %	رمل ناعم %	المجموع %	تصنيف ترب الكثبان حسب التصنيف الموحد للتربة USCS
01-1	الموقع الاول/قمة	0	79	21	100	SP
01-2	الموقع الاول /جانب 1	0	80	20	100	SP
01-3	الموقع الاول / جانب 2	0	78	22	100	SP
01-4	الموقع الاول /داخل	0	75	25	100	SP
02-1	الموقع الثاني/قمة	0	75	25	100	SP
02-2	الموقع الثاني/جانب 1	0	83	17	100	SP
02-3	الموقع الثاني/جانب 2	0	80	20	100	SP
02-4	الموقع الثاني/داخل	0	70	30	100	SP
03-1	الموقع الثالث/قمة	0	90	10	100	SP
03-2	الموقع الثالث/جانب 1	0	85	15	100	SP
03-3	الموقع الثالث/جانب 2	0	88	12	100	SP
03-4	الموقع الثالث/داخل	0	92	8	100	SP
04-1	ارض منبسطة	0	94	6	100	SP

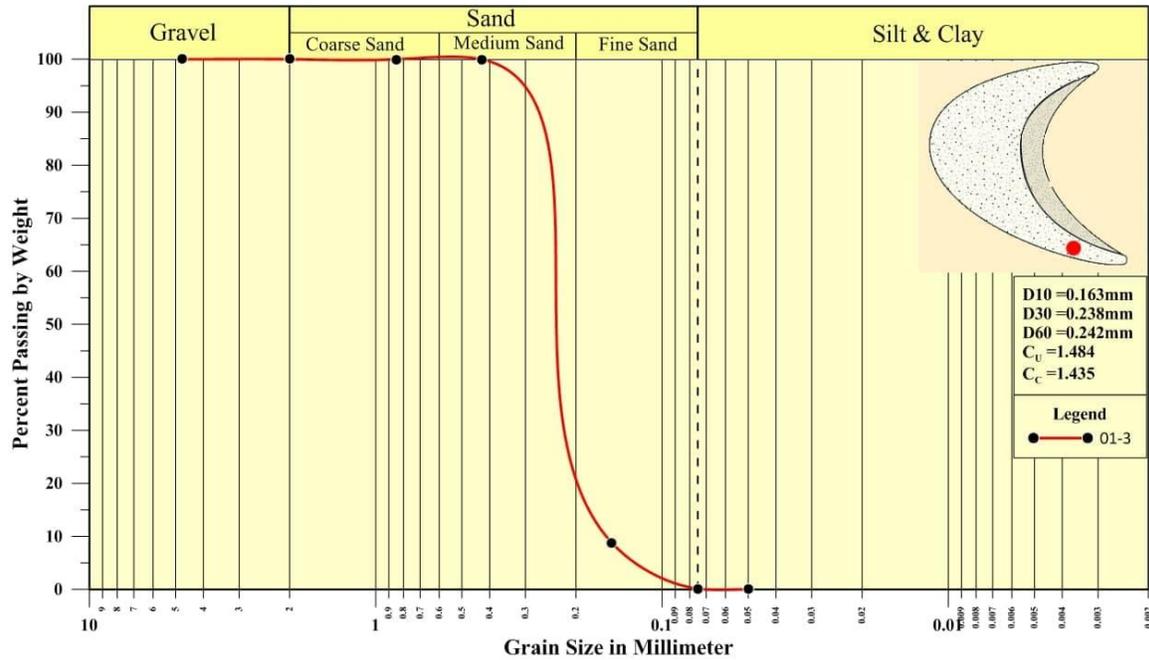
وتم عمل الحسابات الخاصة بها وتمثيلها بالاشكال الآتية:



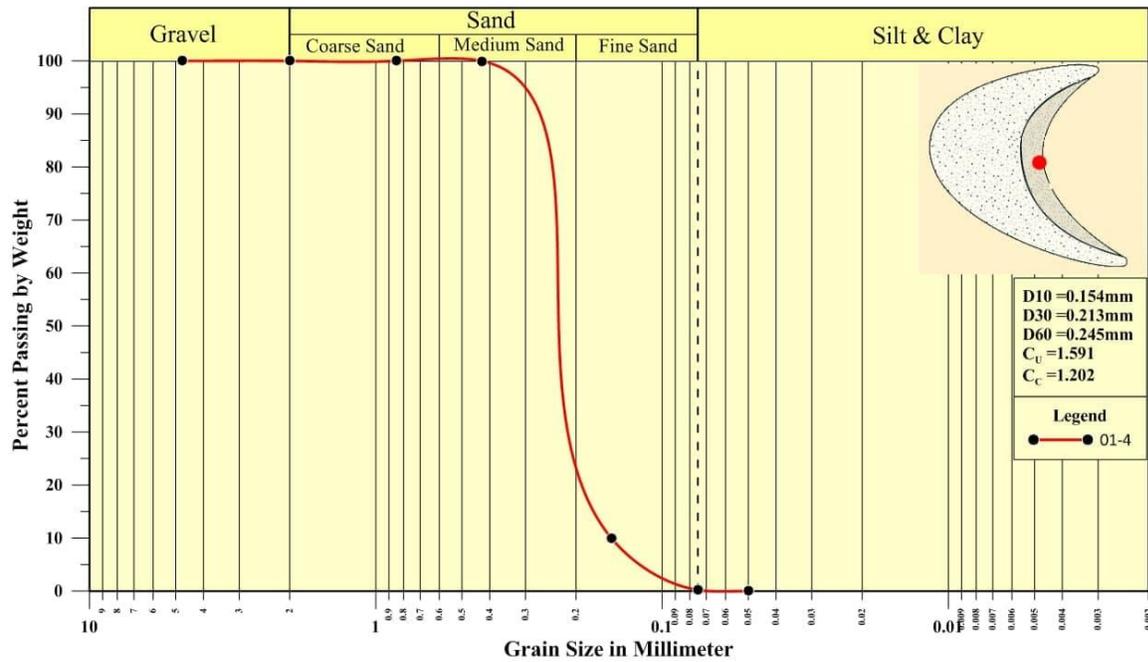
شكل رقم (1-4) يمثل منحنيات التوزيع الحجمي الحبيبي للموقع الاول (01-1)



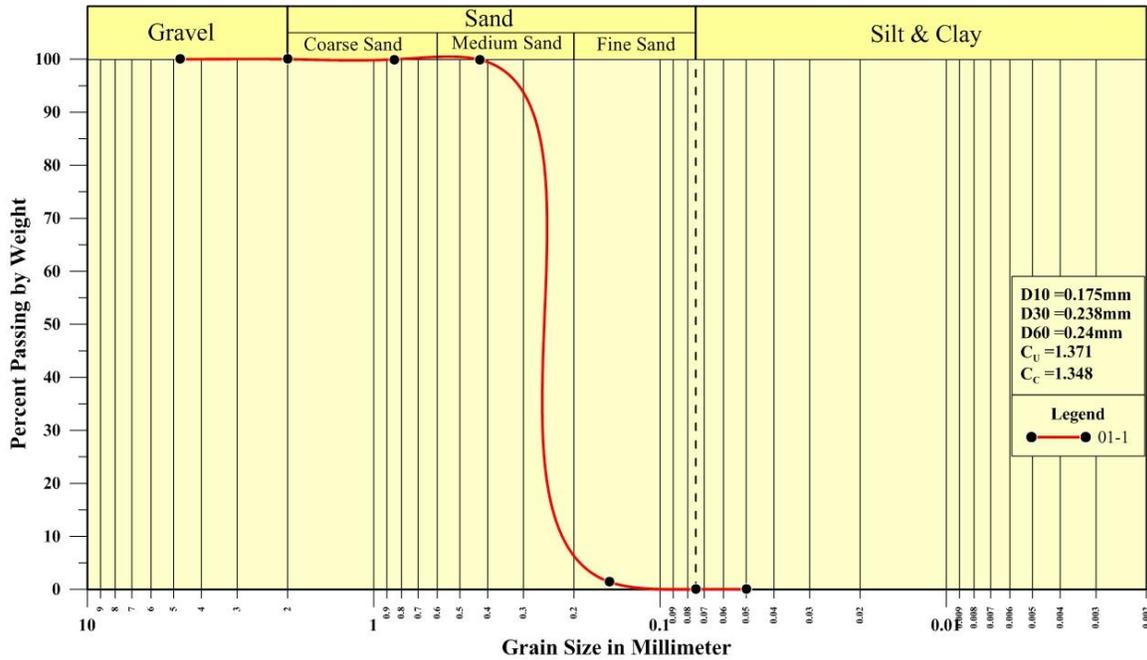
شكل رقم (2-4) يمثل منحنيات التوزيع الحجمي الحبيبي للموقع الاول (01-2)



شكل رقم (3-4) يمثل منحنيات التوزيع الحجمي الحبيبي للموقع الاول (01-3)



شكل رقم (4-4) يمثل منحنيات التوزيع الحجمي الحبيبي للموقع الاول (01-4)



شكل رقم (4-13) يمثل منحنيات التوزيع الحجمي الحبيبي للموقع الرابع ارض منبسطة (1-04)

اظهرت نتائج التوزيع الحبيبي الحجمي جدول (4-1) والاشكال من (4-1) الى (4-13) ان ترب الكثبان الرملية لمواقع منطقة الدراسة تراوحت قيم نسبة الرمل المتوسط بين 70 – 92 % حيث كان الحد الادنى 70% في الموقع الثاني لمنطقة الدراسة / داخل الكثيب .بينما كان الحد الاعلى 92% في الموقع الثالث / داخل الكثيب وبمعدل 81%.

نلاحظ من الاشكال اعلاة بان قيم النسب المئوية لرمال الكثبان الرملية هي متقاربة نوعا ما لمواقع منطقة الدراسة وهذا يعتمد على طبيعة العامل الناقل والبيئة الترسيبية وانسجة الرسوبيات .

2-2-4 الكثافة الكلية الموقعية للكثبان الرملية:- Bulk density of sand dunes

تعد هذه الطريقة من الطرق السريعة لتحديد كثافة التربة، وخصوصاً في الموقع، عندما تكون هناك ضرورة لمعرفة الكثافة

إذ تم اخذ الكثافة الموقعية للنماذج البالغ عددها (4) وبواقع نموذجين لكل من الموقع الاول والثاني ، نموذج من الجهة المقابلة للرياح ونموذج من الجهة المعاكسة للرياح . ونموذج واحد من الموقع الثالث (منطقة بيرماننة) ارض مستصلحة زراعيًا (تم رفع الكثبان الرملية عنها) جدول (4-2)

جدول (2-4) مواقع والكثافة الموقعية للنماذج المأخوذة من منطقة الدراسة

No	الموقع	جهة اخذ النموذج	حجم الوعاء سم ³	الوزن الصافي للعينة - غم	الكثافة غم / سم ³
1	رملة راشد/الموقع الاول	الجهة المعاكسة للرياح	2682	3603	1.343
2	رملة راشد/الموقع الاول	الجهة المقابلة للرياح	2682	3693	1.376
3	البو فارس/ الموقع الثاني	الجهة المعاكسة للرياح	2682	3500	1.304
4	البو فارس/ الموقع الثاني	الجهة المقابلة للرياح	2682	3525	1.314
5	منطقة بيرمانة / الموقع الثالث	ارض منبسطة / مستصلحة	2682	3453	1.287



لوحة (1-4) توضح نمذجة الكثبان الرملية لقياس الكثافة الموقعية موقع رقم 1 (رملة راشد)

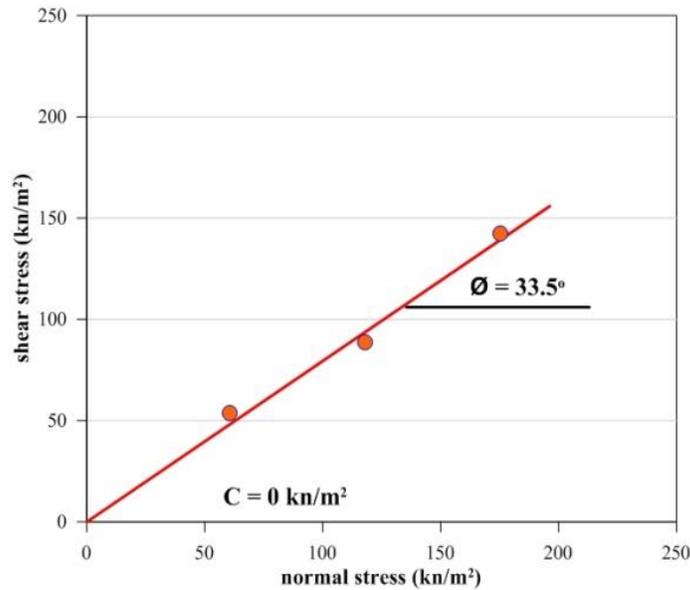
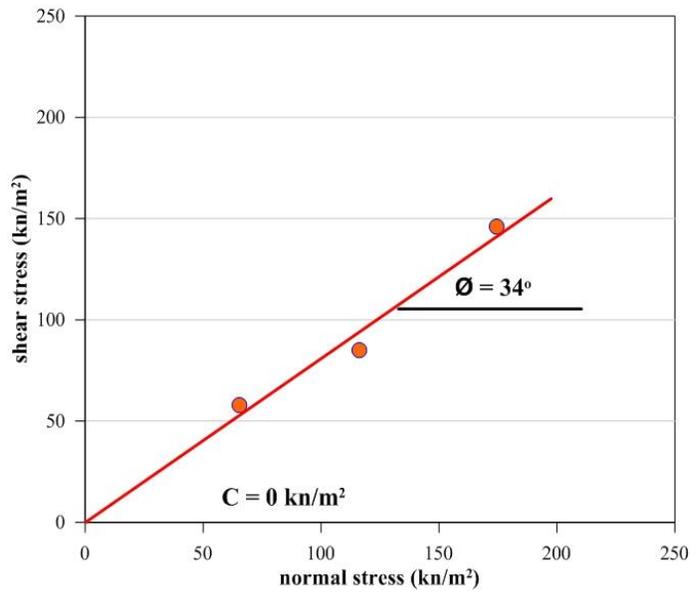
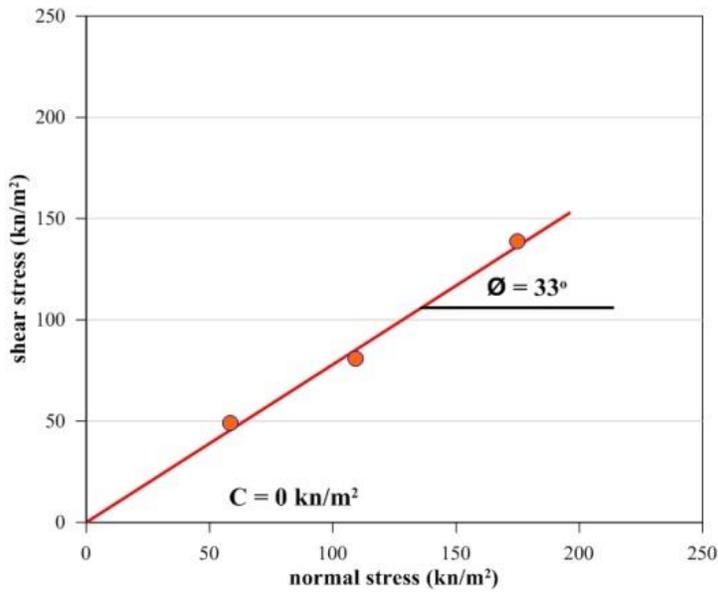
من نتائج الكثافة الكلية الموقعية جدول (2-4) تراوحت قيم الكثافة الكلية الموقعية لترب الكثبان الرملية لمواقع منطقة الدراسة بين 1.287 - 1.376 غم / سم³ حيث كان الحد الأدنى 1.287 غم / سم³ في منطقة بيرمانة / الموقع الثالث بينما كان الحد الأعلى 1.376 غم / سم³ في موقع رملة راشد/الموقع الاول وبمعدل 1.3315 غم / سم³ نلاحظ مما سبق تقارب قيم الكثافة الكلية الموقعية للكثبان الرملية لان حجم الحبيبات تراوحت بين الرمل المتوسط - الرمل الناعم وهذا يعكس بيئة الترسيب وطبيعة العامل الناقل لوحة (1-4).

4-3 الخواص الهندسية للكتبان الرملية -: Engineering properties of sand dunes

1-4-3 فحص القص المباشر Direct Shear Test

تم اجراء فحص القص المباشر للنماذج وحسب المواصفة الامريكية (ASTM D3080-11-2014) ومن نوع فحص القص المباشر السريع (Quick Direct Shear) جدول رقم (3-4) والشكل (14-4)

-:



شكل (14-4) يوضح فحص القص المباشر للنماذج

جدول (3-4) فحص القص المباشر للنماذج المأخوذة من منطقة الدراسة

NO	الموقع	زاوية الاحتكاك (Ø)	قيم التماسك (C)
1	رملة راشد/منطقة رقم 1	33	0
2	رملة راشد/منطقة رقم 2	33.5	0
3	البو فارس/ الموقع الثاني	34	0
4	منطقة بيرمانة/ مستصلحة	33.5	0

من نتائج فحص القص المباشر السريع جدول رقم (3-4) تراوحت قيم زاوية الاحتكاك (Ø) لترب الكثبان الرملية لمواقع منطقة الدراسة بين 33-34 KN/M² إذ كان الحد الأدنى (33) في رملة راشد/منطقة رقم 1 بينما كان الحد الأعلى 34 في موقع البو فارس/ الموقع الثاني وبمعدل 33.5 نلاحظ مما سبق تقارب قيم زاوية الاحتكاك (Ø) للكثبان الرملية اما قيم التماسك (C) لجميع المواقع هي صفر؛ لأن التربة رملية عديمة التماسك وخالية من الاطيان وهذا يعكس بيئة الترسيب وطبيعة العامل الناقل والشكل الهندسي للكثبان الرملية .

4-4 معدنية الكثبان الرملية : Mineralogical Of Sand Dunes

التركيب المعدني للرواسب الفتاتية الموجودة في الرمل أو الحجر الرملي تشكل دليلاً مهماً حول أصلها ، بما في ذلك وصف الصخور المصدر وطبيعة العامل الناقل. يتم تصنيف المعادن إلى مجموعتين بناءً على كثافتها أو أوزانها النوعية : المعادن الثقيلة والمعادن الخفيفة ، حيث تحتوي المعادن الثقيلة على وزن نوعي أعلى من المعادن الخفيفة ، يتم اختبار ذلك عملياً ، فقط المعادن الأثقل من الوسائط الكثيفة المستخدمة عادةً في المختبر بروموفورم (2.89 غم/سم³) أو رباعي بروموميثان (2.94 غم/سم³) التي تغرق في هذه الوسائط ، على النقيض من ذلك ، فإن الكثافة الأقل من المعادن الثقيلة تطفو في وسط البروموفورم ، وتسمى هذه المعادن بالمعادن الخفيفة؛ مثل الكوارتز والفلدسبار والكالسايت والدولومايت والأراغونايت والمتبخرات. (المشهداني، 2022).

يعد تحليل المعادن الثقيلة من أهم التقنيات المستعملة غالباً لتحديد مصدر الرمال والحجر الرملي. لا يتأثر تراكم المعادن الثقيلة بالتركيب المعدني لمنطقة المصدر فحسب ، بل يتأثر أيضاً بمجموعة متنوعة من العمليات الأخر التي تحدث أثناء دورة الترسيب (الناجي ، 2019). تعكس المعادن الثقيلة منطقة المصدر؛ لأن أنواع الصخور المختلفة تحتوي على مجموعات مختلفة من المعادن الثقيلة (Hubert، 1971).

تم إجراء ثلاث أنواع من التحاليل للنماذج التي تم أخذها من منطقة الدراسة وهي :

- 1- دراسة بتروغرافية.
- 2- حيود الأشعة السينية XRD.
- 3- الأشعة السينية الفلورسينية XRF.

1-4-4 دراسة بتروغرافية للكثبان الرملية Petrographic study of sand dunes

تصنف الرواب الرملية إلى ثلاث فئات رئيسة بناءً على نوع الحبيبات المكونه لها : رواسب رملية تحتوي على نسبة عالية من الكوارتز (Quartz arenites and wackes) ، رواسب رملية غنية بالفلدسبار (Feldspathic arenites and wackes) ، رواسب رملية غنية ببقايا الصخور (lithic arenites and wackes).

لغرض دراسة معدنية الكثبان تم اتباع إجراء فصل المعادن بعد (Carver ؛ Tucker (1988) ؛ Folk (1974) ؛ (1971)). الإجراء المتبع موضح أدناه:

- 1- تم اختيار (15) غرام عينات من الرمل لفصل المعادن.
- 2- تم غسل كل عينة بالماء من خلال (230 شبكة غربال) أو (63 ميكرون) لإزالة جميع الغرين والطين. تم استعمال الفرشاة أثناء الغسيل لضمان إزالة المزيد من مواد العالقة.
- 3- تم خلط الدرجات (3, and 4Ø) التي تم الحصول عليها عن طريق الغربلة الجافة معًا.
- 4- استخدمت خمسة غرامات من هذه الأحجام لفصل المعادن باستعمال سائل ثقيل (برومفورم) بوزن نوعي (2.89).
- 5- تم بعد ذلك غسل أجزاء المعادن الثقيلة والمكونات الخفيفة على ورق ترشيح مع الأسيتون وتجفيفها وتركيب جزء منها على شرائح زجاجية مع كندا بلسم للدراسة الصخرية.
- 6- تم التعرف على العناصر المعدنية الثقيلة والمكونات الخفيفة باستعمال مجهر ثنائي العين ومجهر بتروغرافي مستقطب الجدول (4-4).

الجدول (4-4): يمثل النسبة المئوية لأجزاء المعادن الخفيفة والثقيلة بعد الفصل في العينات المدروسة

Samples Number	Weight of Sample (gm)	Weight of Light Minerals (gm)	Percentage of Light Minerals (%)	Weight of Heavy Minerals (gm)	Percentage of Heavy Minerals %
1	5	4.80	96.0	0.20	4.0
2	5	4.83	96.6	0.17	3.4
3	5	4.81	96.2	0.19	3.8
4	5	4.78	95.6	0.22	4.4

1-1-4-4 المكونات الخفيفة Light Components

الجدول (5-4): يمثل النسبة المئوية لأجزاء المعادن الخفيفة في العينات المدروسة

Light Components		Samples Number			
		1	2	3	4
Quartz	Monocrystalline Quartz	46.2	48.8	44.3	48.8
	Polycrystalline Quartz	2.7	1.3	2.5	3.2
Feldspar	Potash Feldspar Microcline	2.8	3.3	3.2	2.7
	Potash Feldspar Orthoclase	3.3	4.5	3.7	4.6
	Plagioclase Feldspar	4.9	3.9	3.4	3.7
Rock Fragments	Carbonate Rock Fragments	20.4	21.6	22.7	19.2
	Chert Rock Fragments	7.5	5.8	8.3	6.6
	Mudstone Rock Fragments	3.8	4.4	3.3	4.8
	Evaporites (Gypsum)	0.7	0.6	1.2	0.2
	Igneous Rock fragment	2.3	1.7	2.5	1.6
	Metamorphic Rock Fragments	2.4	2.3	1.4	2.5
Coated Grains by Clay		2.1	1.5	2.3	1.2
Others		0.9	0.6	1.2	0.9

يوضح الجدول رقم (4-5) المعادن الخفيفة الموجودة في منطقة الدراسة والشكل (4-15) (4-16) (4-17) تمثل النسب المعادن في كل موقع وفيما يلي وصف لها :

الكوارتز Quartz

يعد معدن الكوارتز احد المكونات المعدنية الرئيسية للرواسب الرملية بسبب صلابته العالية ، واستقراره الكيميائي أكثر من 70% ، وغالبا ما يتواجد الكوارتز بعد تعرض الرواسب لعدة دورات ترسيبية (Kadaim, Abdullah,2012). تم التعرف على نوعين من الكوارتز في العينات المدروسة. وتشمل هذه أحادي التبلور والكوارتز متعدد التبلور .

- الكوارتز الأحادي التبلور Monocrystalline Quartz

حبيبات الكوارتز أحادية البلورية (كوارتز أحادي) هي تلك التي تتكون من بلورة واحدة ولها شكل شبه دائري، إنّ المصدر الرئيس لصخور الكوارتز أحادية البلوره هي الصخور النارية (Nesse ، 2000).

كانت نسبة الكوارتز احادي التبلور في الموقع الاول- المحطة الاولى 46.2 ، في الموقع الاول- المحطة الثانية 48.8 ، بينما في الموقع الثاني 44.3 ، وفي الموقع الثالث 48.8 يمكن أن يشير الكوارتز الأحادي البلوره إلى مسافة نقل قصيرة من المصدر (Pettijohn ، 1975). تكون الحبوب أحادية البلوره مستديرة جيداً وشبه مستديرة لوحة (4-2-A).

- الكوارتز متعدد التبلور Polycrystalline Quartz

يتكون الكوارتز متعدد التبلور من بلورتين أو أكثر من بلورات الكوارتز ذات الأبعاد الضوئية المنفصلة (الكوارتز المركب). تتكون حبيبات الكوارتز متعددة البلورات ، وفقاً لـ (Tucker, 1985) من وحدتين أو أكثر من وحدات بلورات الكوارتز ذات التوجهات البصرية المختلفة. سوف يبين هذا أن الصخور المتحولة هي المصدر الرئيس للكوارتز متعدد البلورات . هذه الحبيبات ليس لها شوائب ويظهر لها عتمة مستقيمة . تظهر حبيبات الكوارتز البلورات السائدة أقل من ثلاث بلورات لكل حبة. تشير هذه الخصائص إلى النيران الجوفية (أو عالية المستوى المتحولة) صخرة مصدرية . (Blatt, 1972; Folk, 1974; and Boggs, 2001).

الكوارتز متعدد البلورات ، تتراوح نسبة التبلور في الموقع الاول المحطة الاولى 2.7 وفي الموقع الاول المحطة الثانية 1.3 بينما في الموقع الثاني 2.5 وفي الموقع الثالث 3.2. غالبًا ما يكون الكوارتز متعدد التبلور في حقول الكثبان الرملية التي تم فحصها جيدًا في الحجم مع شكل متساوي إلى حد ما ، يكون مستديرًا جزئيًا. لوحة (B-2-4)

الفلدسبار Feldspar

عادة ما تكون حبيبات الفلدسبار شبه حادة إلى نصف دائرية ، ناقص الأوجه إلى مجهولة الهوية. يوجد الفلدسبار في معادن الأورثوكليس والميكروكلين ، كما أنه عرضة للانزياح نتيجة مستويات الانقسام (Kadaim, and Abdullah 2012)

الفلدسبار القلوي (فلدسبار البوتاس) والبلاجيوكليس نوعان رئيسان من معادن الفلدسبار. فلدسبار البوتاسيوم ، مثل أورثوكليس وميكروكلين (Wollast, 1967, and James, 1981).

فلدسبار البوتاس المايكروكلين Potash Feldspar Microcline

يمثل معدن المايكروكلين معدنًا مهمًا لتشكل الصخور النارية من معدن التكتوسيليكات. وهو الفلدسبار القلوي الغني بالبوتاسيوم. يحتوي المايكروكلين عادةً على كميات قليلة من الصوديوم. وشائع في الكرانيت والسيانيت ، وجود الفلدسبار في منطقة المصدر التي تهيمن عليها الصخور النارية الجوفية أو المتحولة أمر شائع (الجرانيت والنيسات) ، (Tucker, 1985; Boggs, 2001; and Pye) ، (and Tosar, 2009).

تتراوح نسبة المايكروكلين في الموقع الاول المحطة الاولى 2.8 وفي الموقع الاول المحطة الثانية 3.3 وفي الموقع الثاني 3.2 بينما في الموقع الثالث 2.7 .

قد يشير هذا إلى ظروف مناخية قديمة شبه قاحلة أو موقع ذو تدهور عالي (Pettijohn,) (1973). لوحظ أن حبيبات البوتاس مع درجات من التغيير اللوني لوحة (C-2-4).

فلدسبار البوتاس الأورثوكليس Potash Feldspar Orthoclase

الأورثوكليس ، أو الفلدسبار الأورثوكليس ، وهو معدن شائع من تكتوسيليكات يوجد في الصخور النارية ، هو معدن مهم. نظرًا لأن مستويي الانقسام يقعان بزوايا قائمة على بعضهما البعض ، فإن كلمة "straight fracture" تأتي من اليونانية القديمة. إنه الفلدسبار البوتاسيوم المعروف أيضًا باسم k feldspar تحتوي معظم صخور الجرانيت وغيرها من الصخور النارية الفلزية على أورثوكلاس، الذي يشكل بلورات وكتل ضخمة في البجماتيت.

تتراوح نسبة Orthoclase في الموقع الاول المحطة الاولى 3.3 وفي الموقع الاول المحطة الثانية 4.5 وفي الموقع الثاني 3.7 بينما في الموقع الثالث 4.6 . لوحة (D-2-4).

فلدسبار بلاجيوكلاس Plagioclase Feldspar

بلاجيوجلاز هو معدن تكتوسيليكات (سيليكات الإطار) ينتمي إلى عائلة الفلسبار. يشير بلاجيوجلاز إلى سلسلة المحاليل الصلبة ، وليس معدناً واحداً بتركيبية معدنية مميزة. سلسلة الفلسبار بلاجيوجلاز هو ما يطلق عليه. كان عالم المعادن الألماني أول من لاحظ ذلك (فريدريش ، 1796 ، وهيسيل ، 1872). يمكن أن يظهر الفلسبار الطازج شظايا الصخور النارية بالإضافة إلى مسافات نقل قصيرة (Pettijohn ، 1975).

فلدسبار البلاجيوكليس هو النوع الثاني من الفلسبار الموجود في العينات التي تم فحصها. بوتاس الفلدسبار البلاجيوكليس ، تتراوح نسبة البلاجيوكليس في الموقع الاول المحطة الاولى 4.9 وفي الموقع الاول المحطة الثانية 3.9 وفي الموقع الثاني 3.4 بينما في الموقع الثالث 3.7. تم العثور على بلاجيوكليس زاوي، و شبه زاوي ، وشبه مدور في دراسة العينات لوحة (A-3-4).

القطع الصخرية للكربونات Carbonate Rock Fragments

تتكون قطع الصخور في الغالب نتيجة لعمليات تكوين التربة والنشاط البشري، وكثيراً ما توجد في التربة. يمكن العثور عليها في كل من التضاريس المتعرجة والترسيبية ، وفي بعض التربة السطحية ، يمكن أن تُعزى إلى الزراعة الثقيلة (Gargiulo and Mele, 2015). تلعب بقايا الصخور دوراً رئيساً في تآكل التربة. هذه الصخور ، من ناحية أخرى ، هي نتيجة للتآكل الميكانيكي السريع بدلاً من الانحلال الكيميائي. كما أنها تشكل غالبية الكربونات (94 %) (Pettijohn, 1987).

تتراوح نسب قطع الصخور الكربونية في الموقع الاول المحطة الاولى 20.4 وفي الموقع الاول المحطة الثانية 21.6 وفي الموقع الثاني 22.7 بينما في الموقع الثالث 19.2. هناك عدة أشكال مختلفة لقطع الصخور الكربونية ، وكلها بقايا تكوينات سابقة تم تحديد العديد من أنواع شظايا الصخور الكربونية في العينة المدروسة ، مثل الحجر الجيري وعادة ما يكون الشكل شبه زاوي إلى شبه دائري لوحة (B-3-4). وكذلك لوحة (A-5-4)

القطع الصخرية للصوان Chert Rock Fragments

ان حجر الصوان هو صخرة رسوبية مكونة من السيليكات غير المتبلورة (العقيق) والشوائب مثل الكالسيت أو أكسيد الحديد توجد في بلورات الكوارتز الدقيقة (Bates and Jackson ,1980) ،

هناك عدد كبير من المصادر تشير الى ارتباط وتواجد حجر الصوان في الكربونات ، والتي تعطي مجموعة متنوعة من أوضاع الترسيب والأعمار (Geeslin and Chafetz ، 1982 ؛ Maliva ؛ and siever ، 1989 ؛ Gao and Land ؛ 1991 ؛ Lawrence ؛ 1994 ؛ Giménez- ؛ 1999 ؛ Montsant. 2004) .

قطع الصخور لحجر الصوان تتراوح نسبتها في الموقع الاول المحطة الاولى 7.5 وفي الموقع الاول المحطة الثانية 5.8 وفي الموقع الثاني 8.3 بينما في الموقع الثالث 6.6. حجر الصوان عبارة عن كربونات ، وهو أشهر قطع الصخور الرسوبية ، إذ يمثل نسبة كبيرة من جميع شظايا الصخور (كل من مايكروكريستالين والكريبتوكريستالين) و تمثل شظايا الصخور المتحولة والبركانية نسبة قليلة جدا من النسبة المئوية ، وهذه الحبوب لها اشكال زاوية وشبه دائرية لوحة (C-3-4).

بقايا صخور الاحجار الطينية Mudstone Rock Fragments

تتراوح نسبته بقايا صخور الاحجار الطينية في الموقع الاول المحطة الاولى 3.8 وفي الموقع الاول المحطة الثانية 4.4 وفي الموقع الثاني 3.3 بينما في الموقع الثالث 4.8 . تتكون بقايا الصخور من حجم معين الطمي والطين ذات اللون الداكن لوحة (D-3-4).

المتبخرات Evaporites

ان المتبخرات هي عبارة عن صخور ملحية تنمو من سطح مشبع أو بالقرب من محلول ملحي في الهيدروولوجيات التي يحركها التبخر الشمسي (Warren, 2016). إنه نوع من الصخور الرسوبية التي تتشكل في البيئات الرسوبية منخفضة المدخلات الأرضية في المناخات القاحلة عندما تكون معدلات التبخر عالية بما يكفي لصنع المحاليل الملحية التي تتشكل منها الرواسب المتبخرة

تتراوح نسبتها في الموقع الاول المحطة الاولى 0.6 وفي الموقع الاول المحطة الثانية 0.7 وفي الموقع الثاني 1.2 بينما في الموقع الثالث 0.2 ، يمثل الجبس الثانوي المكون الرئيسي للحببيات المتبخرة في الحبوب البسيطة المدروسة ، هذه الحبوب لها شكل شبه دائري ، ايوهيدرال ، موشوري لوحة (A-4).

بقايا صخور النارية Igneous Rock Fragments

تتكون حبيبات بقايا الصخور النارية بشكل رئيسي من بقايا الصخور النارية البركانية ، تتراوح نسبتها في الموقع الاول المحطة الاولى 2.3 وفي الموقع الاول المحطة الثانية 1.7 وفي الموقع الثاني 2.5 بينما في الموقع الثالث 1.6. ولها شكل زاوي إلى شبه دائري ، جيد الحجم. لوحة (B-4-4).

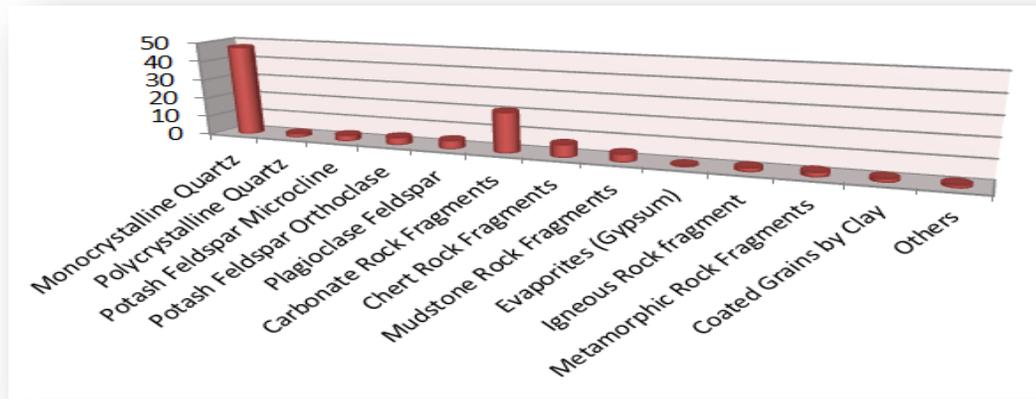
بقايا الصخور المتحولة Metamorphic Rock Fragments

إنّ معظم بقايا الصخور المتحولة في معظم الصخور هي من صخور الشست. بعض الحبوب لم تتغير، في حين أن البعض الآخر قد تغير. هذه الحبوب لها شكل شبه دائري.

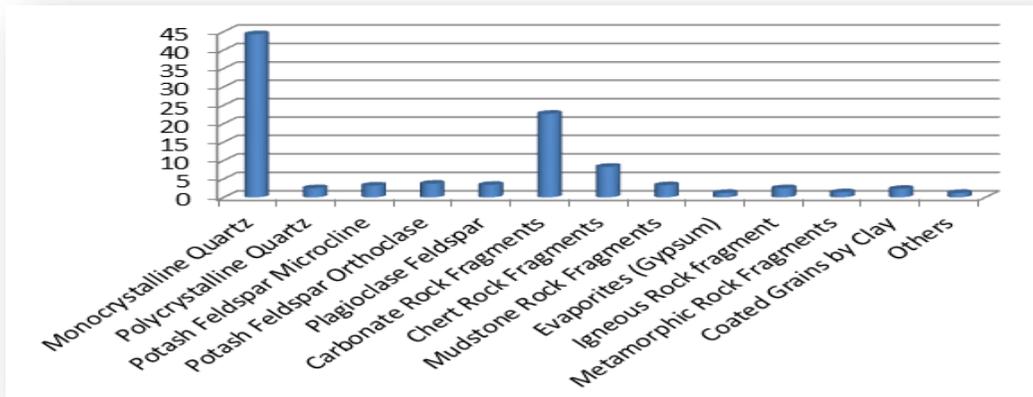
البقايا الصخرية المتحولة ، تتراوح نسبتها في الموقع الاول المحطة الاولى 2.4 وفي الموقع الاول المحطة الثانية 2.3 وفي الموقع الثاني 1.4 بينما في الموقع الثالث 2.5 . بعض الحبوب لم تتغير ، في حين أن البعض الآخر قد تغير. هذه الحبوب لها أشكال مدورة فرعية . لوحة (C-4-4).

الحبوب المطلية بالطين Coated Grains by Clay

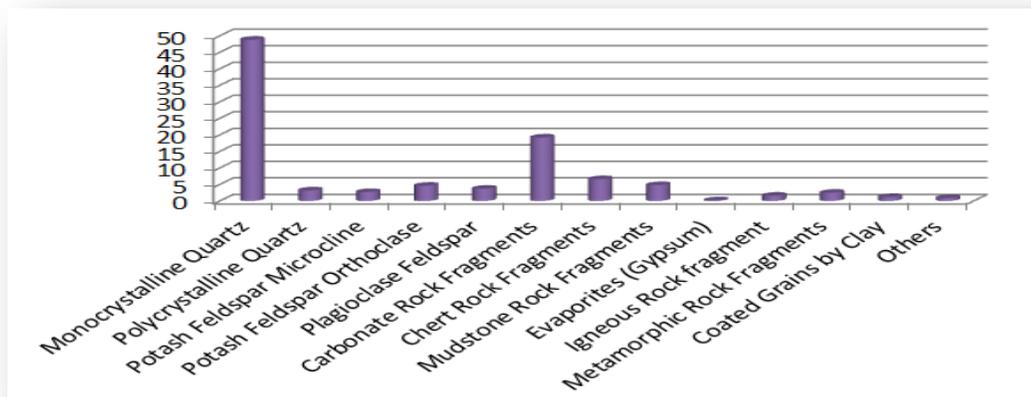
تمثل الحبوب المطلية أي حبة مغطاة بمادة طينية ، ويكون التعرف على هذه الحبوب أكثر صعوبة بسبب غطاء المادة الطينية تتراوح نسبتها في الموقع الاول المحطة الاولى 2.1 وفي الموقع الاول المحطة الثانية 1.5 وفي الموقع الثاني 2.3 بينما في الموقع الثالث 1.2 . لوحة (D-4-4)



شكل (4-15) يمثل نتائج تحليل المعادن الخفيفة في الموقع الاول

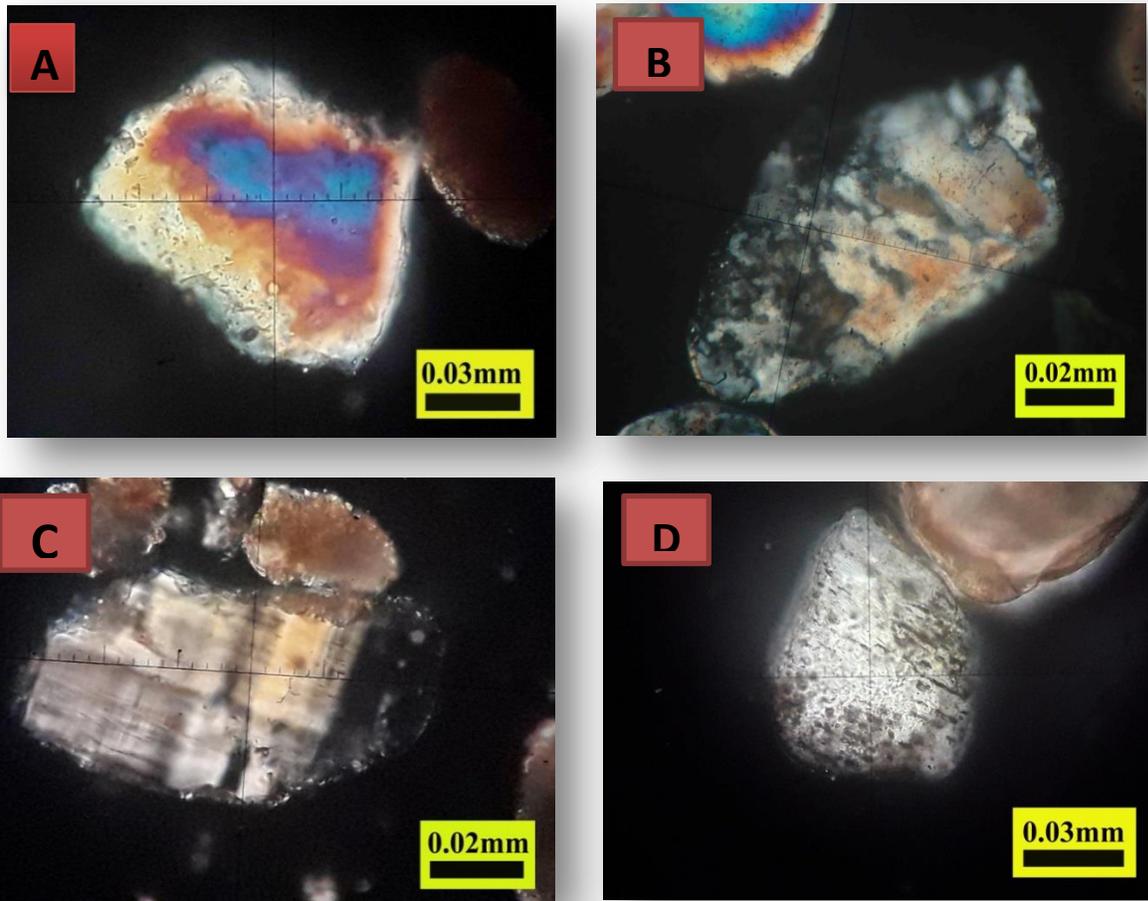


شكل (4-16) يمثل نتائج تحليل المعادن الخفيفة في الموقع الثاني



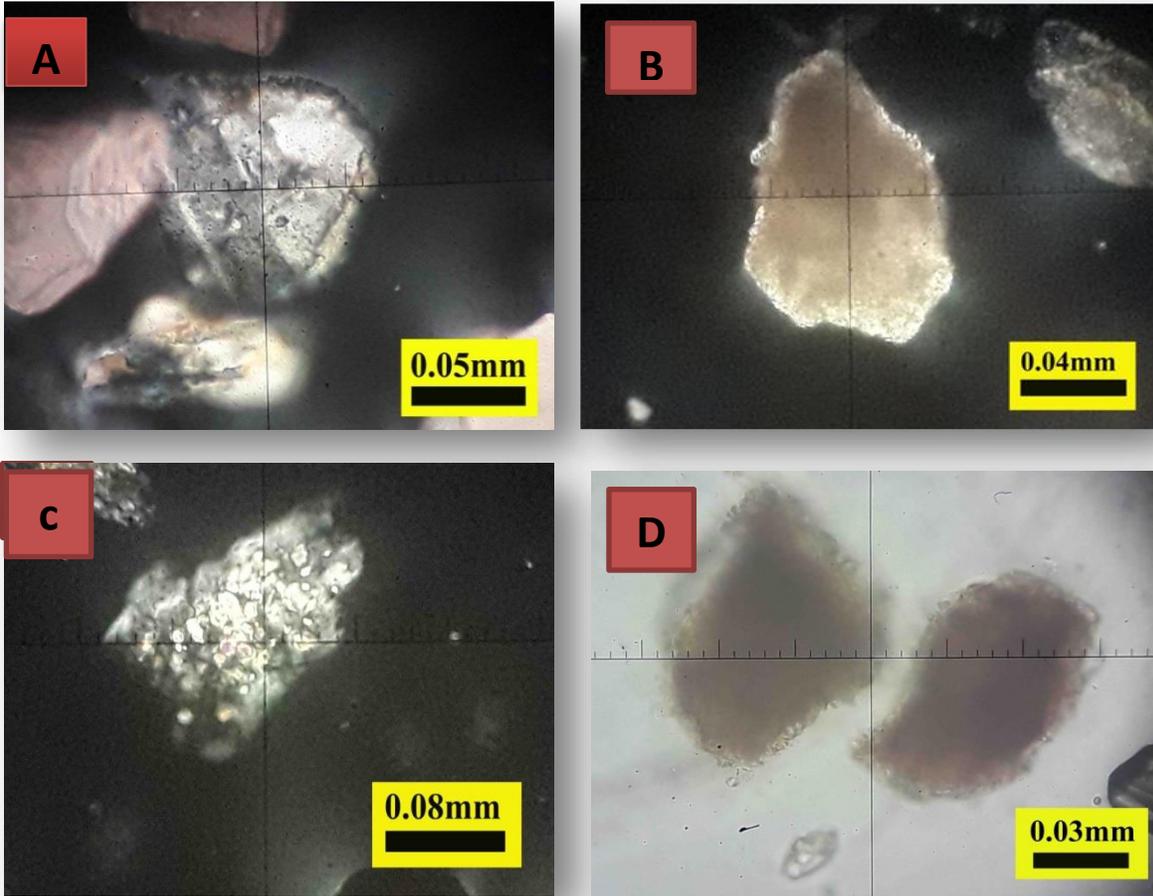
شكل (4-17) يمثل نتائج تحليل المعادن الخفيفة في الموقع الثالث

لوحة (2-4)



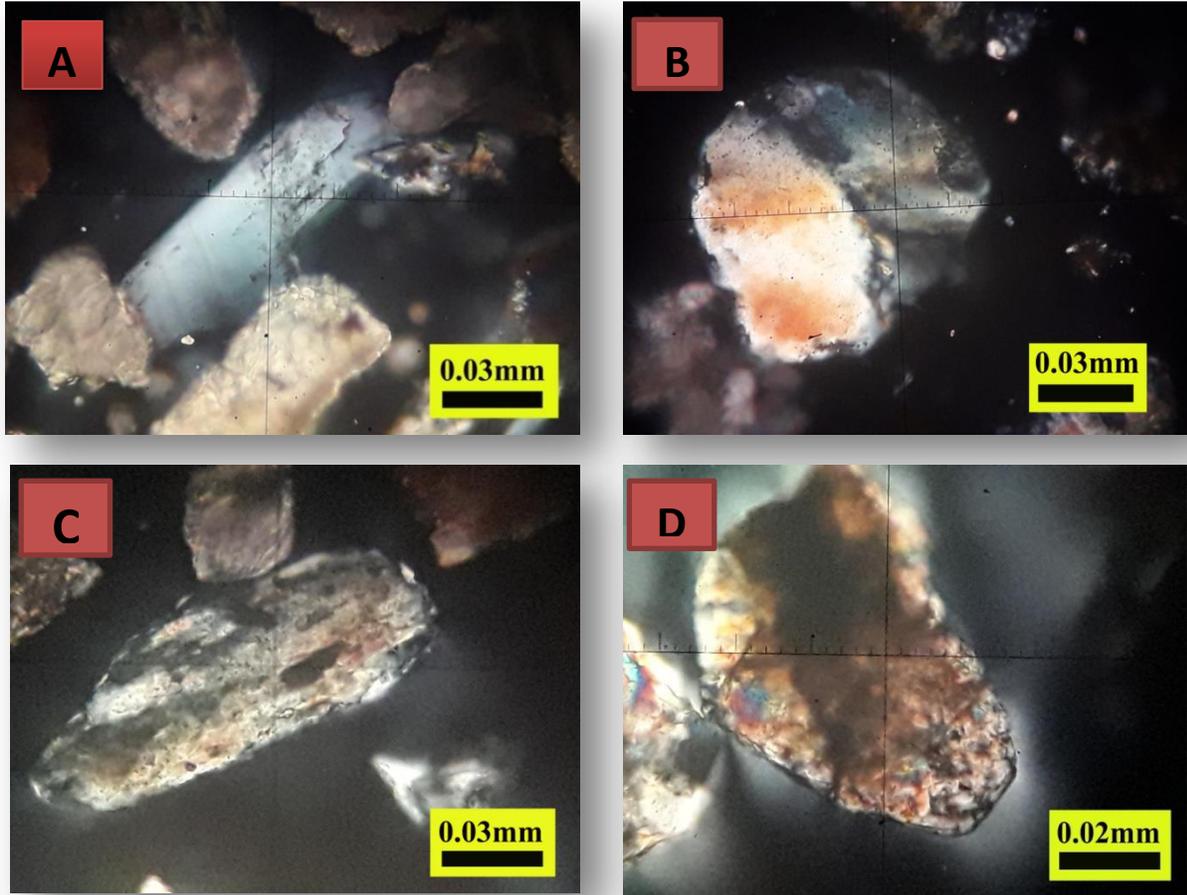
- لوحة (4-2-A) Monocrystalline Quartz حبيبية ذات درجة استدارة متوسطة لمعدن الكوارتز احادي التبلور الصورة بتعامد المحلل والمسقطب عينة رقم 1
- لوحة (4-2-B) Polycrystalline Quartz حبيبية لمعدن الكوارتز المتعدد التبلور وهي استدارة قليلة الصورة بتعامد المحلل والمسقطب عينة رقم 2
- لوحة (4-2-C) Potash Feldspar Microcline حبيبية لمعدن المايكروكلين وهو من مجموعة الفلدسبار البوتاسي وهي حادة الزوايا ونقية نوعا ما الصورة بتعامد المحلل والمسقطب عينة رقم 4
- لوحة (4-2-D) Potash Feldspar Orthoclase حبيبية لمعدن الاورثوكليس وهو من مجموعة الفلدسبار البوتاسي الحبيبية ذات درجة من التحول الصورة بتعامد المحلل والمسقطب عينة رقم 3

لوحة (3-4)



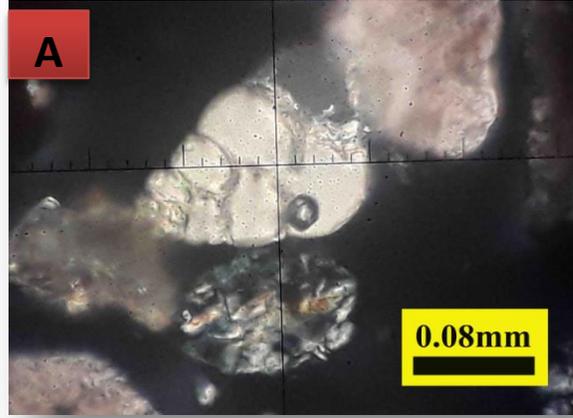
- لوحة (4-3-A) Plagioclase Feldspar حبيبة لمعدن البلاجيوكليس وهو من مجموعة الفلدسبار والحبيبة يتواجد بها تحلل وهي متوسطة الاستدارة الصورة بتعامد المحلل والمسقطب عينة رقم 4
- لوحة (4-3-B) Carbonate Rock Fragments حبيبة من القطع الصخرية وهي قطعة من صخور الكربونات وهي عبارة عن لايمستون متبلور الصورة بتعامد المحلل والمسقطب عينة رقم 1
- لوحة (4-3-C) Chert Rock Fragments حبيبة ذات زوايا حادة وهي قطعة من صخور الصوان الصورة بتعامد المحلل والمسقطب عينة رقم 3
- لوحة (4-3-D) Mudstone Rock Fragments قطع من الحجر الوحلي وهي تتالف من اطيان وغلرين الصورة بتعامد المحلل والمسقطب عينة رقم 1

لوحة (4-4)



- لوحة (4-4-A) Evaporites (Gypsum) حبيبية ذات هيئة موشورية وهي حبيبية من الجبسم من مجموعة المتبخرات الصورة بتعامد المحلل والمسقطب عينة رقم 3
- لوحة (4-4-B) Igneous Rock fragment حبيبية لقطعة من الصخور النارية وهي ذات استدارة جيدة الصورة بتعامد المحلل والمسقطب عينة رقم 1
- لوحة (4-4-C) Metamorphic Rock Fragments حبيبية ذات نسيج متورق واضح وهي قطعة من الصخور المتحولة اقليميا الصورة بتعامد المحلل والمسقطب عينة رقم 2
- لوحة (4-4-D) Coated Grains by Clay حبيبية مغلفة باللاطيان يصعب تحديدها الصورة بتعامد المحلل والمسقطب عينة رقم 4

لوحة (5-4)



- لوحة (4-5-A) Other قطعة تمثل هيكل من المتحجرات وهي قطعة من صخور الكربونات
الصورة بتعامد المحلل والمسقطب عينة رقم 2

2-1-4-4 المعادن الثقيلة Heavy Minerals

إنّ المعادن الثقيلة هي معادن الصخور الأم التي تتعرض للتدمير عن طريق التجوية أو التآكل أو المحلول داخل الوسط والتي لها وزن نوعي أكبر من (2.85) (Pettijohn, 1987)، فقط تلك المعادن الأثقل من الوسائط الكثيفة الأكثر شيوعاً في المختبر برومفورم (2.89 جم / سم³) أو رباعي برومو ميثان (2.94 جم / سم³) - أي التي تغرق في هذه الوسائط، يتم تضمينها في مجموعة المعادن الثقيلة. في المقابل، المعادن ذات الكثافة الأقل من المعادن الثقيلة، على سبيل المثال الكوارتز، الفلسبار، الكالسيت، الدولوميت، الأراكونيت والمخبترات، تسمى المعادن الخفيفة (Elsner, 2010). يمكن أن تكون المعادن الثقيلة مفيدة للغاية، خاصة عند تفسير الأمور الغامضة من الحبوب المكونة الرئيسية (Webster et al., 2003).

يبدأ عملية تحليل المعادن الثقيلة بتفكيك الحبوب والغرلة للحصول على نطاق حجم معين، عادةً في نطاق حجم الرمل الناعم إلى المتوسط. يتم فصل المعادن الثقيلة باستخدام سائل ثقيل بكثافة 2.85 غم / سم³. في التحليل التقليدي، تُركب حبيبات المعادن الثقيلة المفصولة على شريحة زجاجية ثم يتم تحديدها وعلها باستخدام المجهر الضوئي (Carver, 1971؛ Lewis, 1994).

إنّ المعادن الثقيلة مهمة لسببين: قد تكون كذلك ذات أهمية تجارية، وقد تكشف عن مصدر الحجر الرملي أو الرمال (Dill, 1998). تم تقدير المعادن الثقيلة الموجودة في العينات المدروسة باستخدام المرحلة الميكانيكية العداد النقطية، وفقاً لطرق (Carver, 1971؛ 1926). تتكون المعادن الثقيلة التي تم تحديدها في العينات المدروسة من معادن معتمدة، ومعادن غير معتمدة، من معادن الغير معتمدة تتكون من: مجموعة الكلوريت، مجموعة الكارنت، الزركون، البيروكسين، الأمفيبولات، الإبيديت، البيوتايت، المسكوفيت، التورمالين، الكيانيت، الستورولايت، الروتيل، والسيل ستيت. كما في الجدول (6-4) والشكل (18-4) (19-4) (20-4)

جدول (4-6) نسبة المعادن الثقيلة في منطقة الدراسة

Heavy Minerals		Samples Number			
		1	2	4	5
Opagues		41.3	36.5	38.3	37.2
Chlorite		7.3	9.1	7.6	9.2
Pyroxene Group	Orthopyroxene	2.2	2.3	2.2	2.6
	Clinopyroxene	5.6	4.4	5.5	4.4
Amphibole Group	Hornblende	4.1	5.6	6.7	5.2
	Actinolite	1.7	0.3	0.6	1.7
Mica Group	Biotite	5.6	4.5	6.5	5.4
	Muscovite	4.5	7.2	5.3	4.4
Epidote		4.8	4.6	3.2	4.5
Zircon		6.3	7.5	5.4	5.1
Garnet		4.9	5.4	5.7	3.4
Tourmaline		5.5	6.2	5.2	6.5
Rutile		2.8	2.8	3.3	4.8
Staurolite		1.4	1.2	2.4	2.2
Kyanite		1.1	1.8	1.2	1.7
Others		0.9	0.6	0.9	1.6

فيما يلي وصف للمعادن الثقيلة الموجودة في منطقة الدراسة :

المعادن المعتمة Opaque Minerals :

المعدن المعتم هو معدن لا ينقل أي ضوء من خلال جزء رفيع تحت المجهر وعادة ما يكون معدناً أصلياً أو كبريتيداً أو معدن أكسيد معدني. تتراوح نسبتها في الموقع الاول المحطة الاولى 41.3 وفي الموقع الاول المحطة الثانية 36.5 وفي الموقع الثاني 38.3 بينما في الموقع الثالث 37.2 ، المعادن المعتمة عادة ما تكون شبه زاوية إلى زاوية ، لونها بني غامق ، وبعض الحبوب مدورة لوحة (4-6-6)

(A)

الكلورايت Chlorite :

إنّ معادن الكلورايت هي معادن موجودة في كل مكان داخل الصخور المتحولة ذات درجات الحرارة المنخفضة والمتوسطة ، وبعض الصخور النارية ، والصخور الحرارية المائية ، والرواسب المدفونة بعمق.

تتراوح نسبتها في الموقع الاول المحطة الاولى 7.3 وفي الموقع الاول المحطة الثانية 9.1 وفي الموقع الثالث 7.6 بينما في الموقع الرابع 9.2 ، يتنوع لون حبيبات الكلورايت من الأخضر إلى الرمادي

المخضر إلى عديم اللون. الكلوريت معدن متحولة يمكن العثور عليه في الصخور المتحولة. الكلوريت لها مظهر قشاري غير متساوي، لوحة (B-6-4).

البايروكسين Pyroxenes :

تم التعرف على نوعين من البيروكسين: أول أورثوبايروكسين يظهر عادة عديم اللون إلى اللون الأخضر الفاتح مع الصفة المنشورية. تتراوح نسبتها في الموقع الاول المحطة الاولى 2.2 وفي الموقع الاول المحطة الثانية 2.3 وفي الموقع الثاني 2.2 بينما في الموقع الثالث 2.6، لوحة (C-6-4). النوع الثاني هو كلاينوبايروكسين وعادة ما يظهر اللون الأخضر وشبه السطوح ، وتتراوح نسبة كلاينوبايروكسين في الموقع الاول المحطة الاولى 5.6 وفي الموقع الاول المحطة الثانية 4.4 وفي الموقع الثاني 5.5 بينما في الموقع الثالث 4.4 ، تظهر البيروكسين عادة باللون الأخضر إلى الأخضر الفاتح مع الصفة المنشورية، ويمتلك مجموعتان من الانقسام، لوحة (D-6-4).

الامفيبول Amphiboles :

تم التعرف على نوعين من من الأمفيبول: النوع الأول هورنبلند. تتراوح نسبتها في الموقع الاول المحطة الاولى 4.1 وفي الموقع الاول المحطة الثانية 5.6 وفي الموقع الثاني 6.7 بينما في الموقع الثالث 5.2، هورنبلند يظهر اللون الأخضر لوحة (A-7-4). اما النوع الثاني هو الاكتينولايت ، يظهر ذات لون اخضر فاتح وهيئة موشورية. تتراوح نسبتها في الموقع الاول المحطة الاولى 1.7 وفي الموقع الاول المحطة الثانية 0.3 وفي الموقع الثاني 0.6 بينما في الموقع الثالث 1.7، لوحة (B-7-4).

البايوتايت Biotite :

يُعد البايوتايت من مجموعة المايكا ، حيث يوجد البيوتايت في الصخور النارية وهو أيضاً مكون بارز من الشست والنايس ويمكن العثور عليه في منطقة متحولة ملامسة. تتراوح نسبة البيوتايت في الموقع الاول المحطة الاولى 5.6 وفي الموقع الاول المحطة الثانية 4.5 وفي الموقع الثاني 6.5 بينما في الموقع الثالث 5.4. البيوتايت تحت المجهر المستقطب له اتجاه واحد للانقسام. و بني متعدد الألوان ، مصفر ، متآكل ، غالباً غير منتظم إلى زاوي الشكل لوحة (C-7-4)

المسكوفيت Muscovite :

المسكوفيت هو الميكا الأكثر شيوعاً ، الموجود في الكرانيت ، البغماتيت ، الناييس ، والشست ، وكصخور متحولة ملامسة أو كمعدن ثانوي ناتج عن تغير التوباز والفلدسبار والكيانيت ، وما إلى ذلك التي يكون محتوى الألمنيوم فيها مرتفعاً نسبياً (بات ، 1995).

تتراوح نسبة المسكوفيت في الموقع الاول المحطة الاولى 4.5 وفي الموقع الاول المحطة الثانية 7.2 وفي الموقع الثاني 5.3 بينما في الموقع الثالث 4.4 . يمكن أن يكون المسكوفيت عديم اللون أو ملون من خلال الرمادي ، والبني ، والأخضر ، والأصفر ، أو (نادراً) البنفسجي أو الأحمر ، ويمكن أن يكون شفافاً ، . معظم حبوب المسكوفيت المرصودة نقية ومكتملة لوحة (D-7-4)

الايبيدوت Epidote

ان معدن الايبيدوت هو معدن شائع لتكوين الصخور يأتي من مصدر ثانوي، يمكن العثور عليها في الرخام المتحولة ، ونتيجة للتغيير الحرماي للمعادن التي تتكون منها الصخور النارية (الفلسبار ، والميكا ، والبيروكسين ، والأمفيبولات ، والكارنت ، وغيرها). تتراوح نسبة الايبيدوت في الموقع الاول المحطة الاولى 4.8 وفي الموقع الاول المحطة الثانية 4.6 وفي الموقع الثاني 3.2 بينما في الموقع الثالث 4.5 . وهي ذات لون اخضر زيتوني وذات درجة استدارة متوسط الصورة بالضوء المستقطب ، لوحة (A-8-4)

الزركون Zircon :

إن معدن الزركون يعتبر من المعادن الوفيرة في القشرة الأرضية . تم العثور عليه كحبوب غير منفذة في الصخور الرسوبية وكمعدن ملحق شائع في الصخور النارية (أنتوني ، 1995). تتراوح نسبة الزركون في الموقع الاول المحطة الاولى 6.3 وفي الموقع الاول المحطة الثانية 7.5 وفي الموقع الثاني 5.4 بينما في الموقع الثالث 5.1 . يشير الزركون المدور جيداً إلى إعادة تدوير دورة الترسيب . يكون الزركون عديم اللون ، وتتراوح درجات الألوان من الأزرق الغامق إلى الأسود ، وعادةً ما توجد حبيبات الزركون مع شوائب ، ويختلف شكلها من الزاوي الفرعي إلى الدائري جيداً ، لوحة (B-8-4).

الكارنت Garnet :

معدن الكارنت مرتفع في سلسلة البلورات البلاستيكية مع جلاء عالي ، البنية البلورية متساوية او شبة متساوية ، وأحياناً زاوي فرعي إلى أشكال مستديرة فرعية. توجد بعض الشوائب في حبيبات الكارنت المكتمل ، تتراوح نسبة الكارنت في الموقع الاول المحطة الاولى 4.9 وفي الموقع الاول المحطة الثانية 5.4 وفي الموقع الثاني 5.7 بينما في الموقع الثالث 3.4 . يوجد الكارنت ذو جلاء عالي وعديم اللون لوحة (C-8-4)

التورمالين Tourmaline :

يصنف التورمالين على أنه حجر شبه كريم. يمكن أن يكون هذا الحجر الكريم مستديرًا في مجموعة متنوعة من الألوان. تتراوح نسبة التورمالين في الموقع الاول المحطة الاولى 5.5 وفي الموقع الاول المحطة الثانية 6.2 وفي الموقع الثاني 5.2 بينما في الموقع الثالث 6.5 . يصنف التورمالين على أنه حجر شبه كريم ويمكن العثور على الأحجار الكريمة في مجموعة متنوعة من الألوان. تحتوي حبوب التورمالين على لون بني إلى عسلي مع تعدد ألوان قوي ، مدور شبه دائري ، وهذه الحبوب مكتملة في الغالب، لوحة (D-8-4).

الروتيل Rutile :

ان الروتيل هو معدن ثانوي في الصخور النارية ولكنه أكثر شيوعاً في الشست والنايس ؛ كما أنه يوجد في البغماتيت والحجر الجيري المتبلور وهو شائع في الرواسب الفتاتية. تتراوح نسبة الروتيل في الموقع الاول المحطة الاولى 2.8 وفي الموقع الاول المحطة الثانية 2.8 وفي الموقع الثاني 3.3 بينما في الموقع الثالث 4.8 ذو لون أحمر غامق مع ظلال سوداء ، تضاريس عالية جداً، الروتايل ذات جلاء عالي جدا وهي قليلة الاستدارة عالية التكور لوحة (A-9-4)

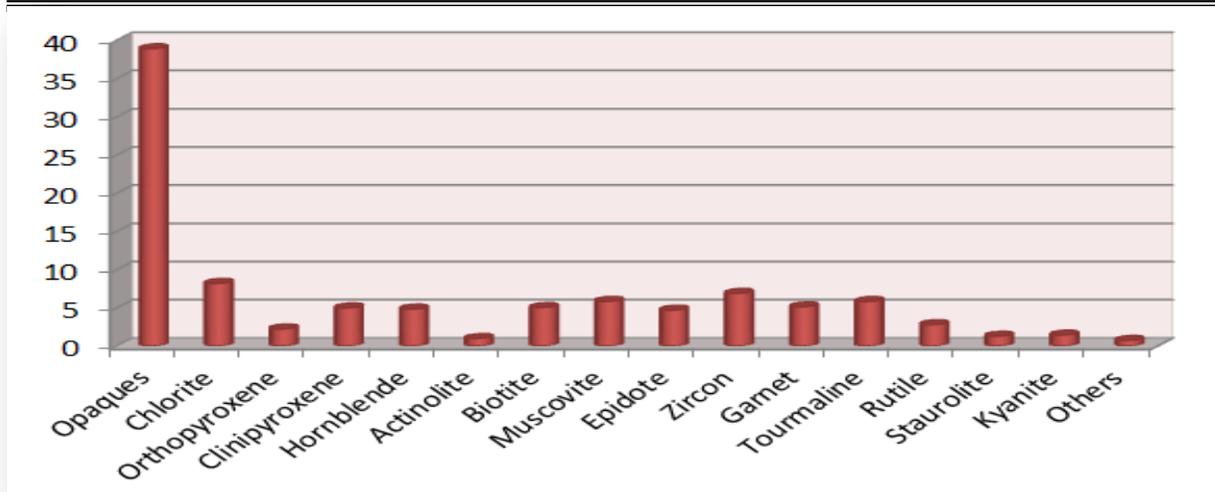
الشترولايت Staurolite :

حبيبة لمعدن الشترولايت ذات درجة متوسطة من الاستدارة وذات لون اصفر ذهبي الصورة. ان معدن الشترولايت هو معدن هش وصلب وله بريق باهت. عادة ما تكون بلوراتها بنية داكنة اللون وغالباً ما تكون توأمة في أنماط متعامدة . تتراوح نسبة ستارولايت في الموقع الاول المحطة الاولى 1.4 وفي الموقع الاول المحطة الثانية 1.2 وفي الموقع الثاني 2.4 بينما في الموقع الثالث 2.2 .

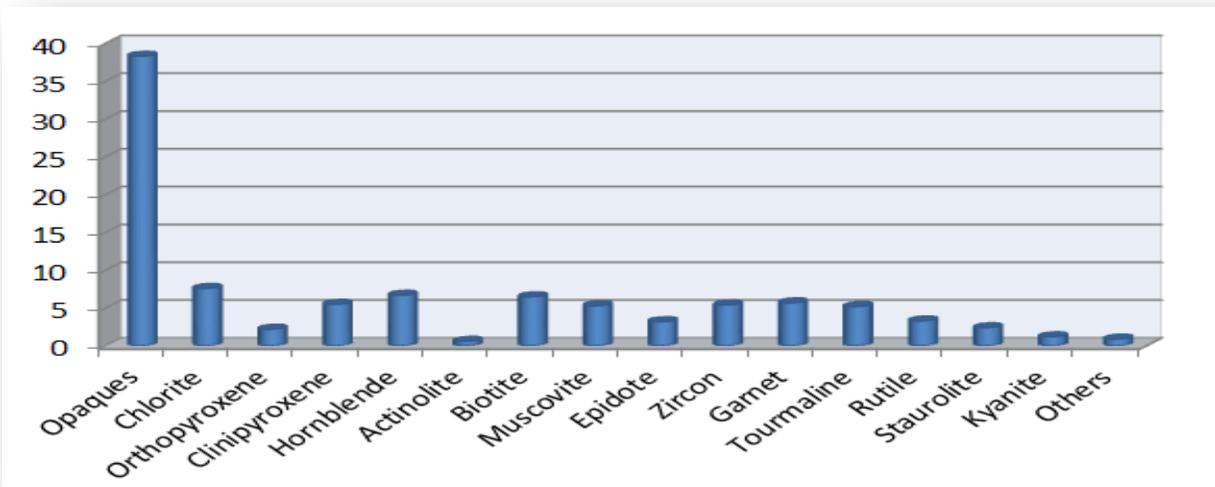
معدن الشترولايت الموجود في الصخور المتحولة ، تظهر الحبيبات تضاريس عالية ، وذات لون اصفر ذهبي ذات درجة متوسطة من الاستدارة لوحة (B-9-4)

الكيانيت Kyanite :

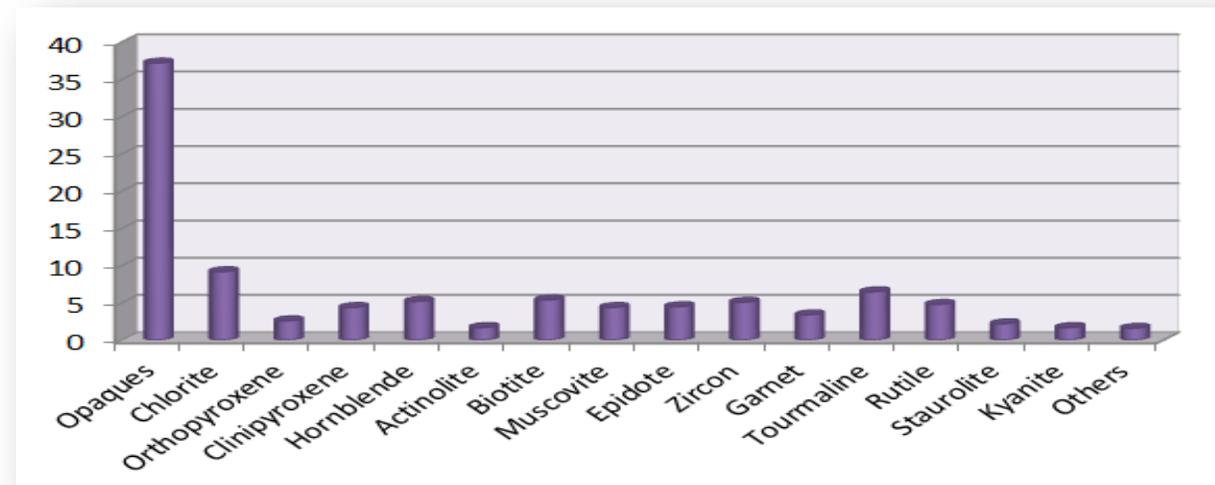
الكيانيت هو معدن موجود بشكل رئيسي في الصخور المتحولة. توجد في الشست والنايس في المناطق المتحولة إقليمياً وفي كثير من الأحيان أقل في الكوارتزيت أو الإيكلايت. تتراوح نسبة الكيانيت في الموقع الاول المحطة الاولى 1.1 وفي الموقع الاول المحطة الثانية 1.8 وفي الموقع الثاني 1.2 بينما في الموقع الثالث 1.7 . ان حبيبه الكيانيت ذات استطالة واضحة وعديمة اللون وذات جلاء عالي كما في لوحة (C-9-4).



شكل (18-4) يمثل نتائج تحليل المعادن الثقيلة في الموقع الاول

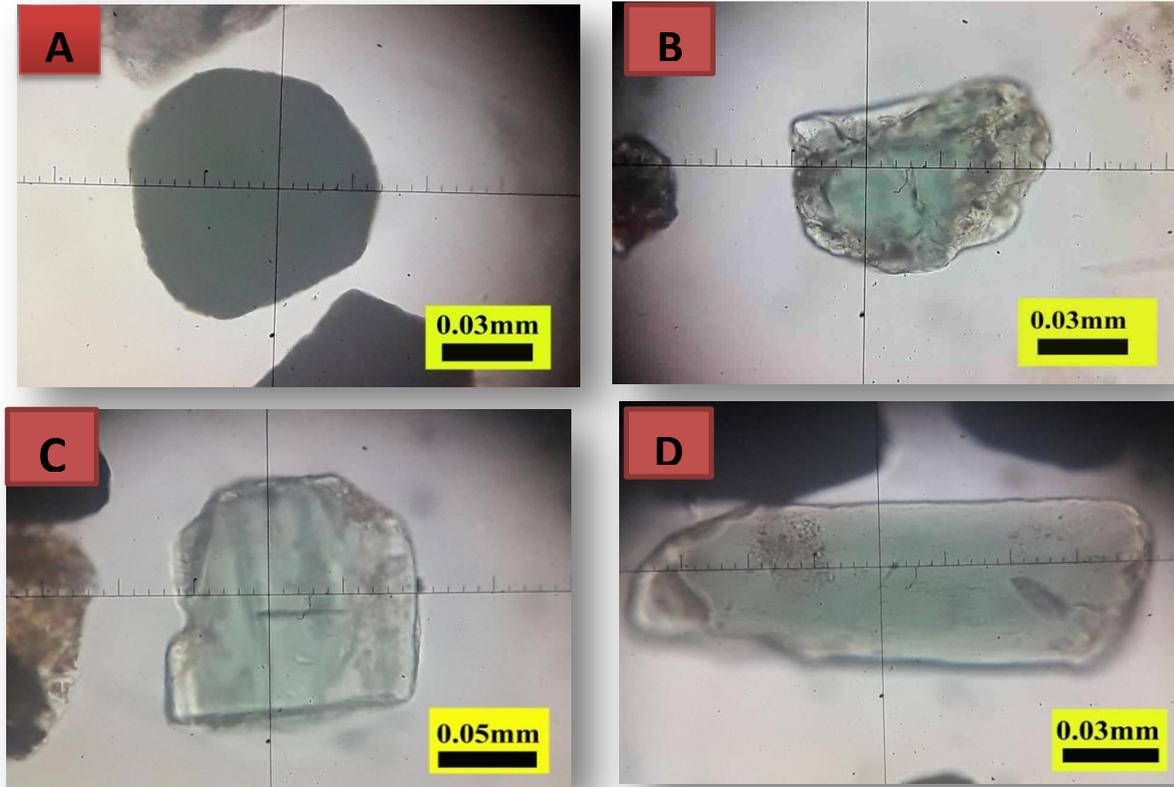


شكل (19-4) يمثل نتائج تحليل المعادن الثقيلة في الموقع الثاني



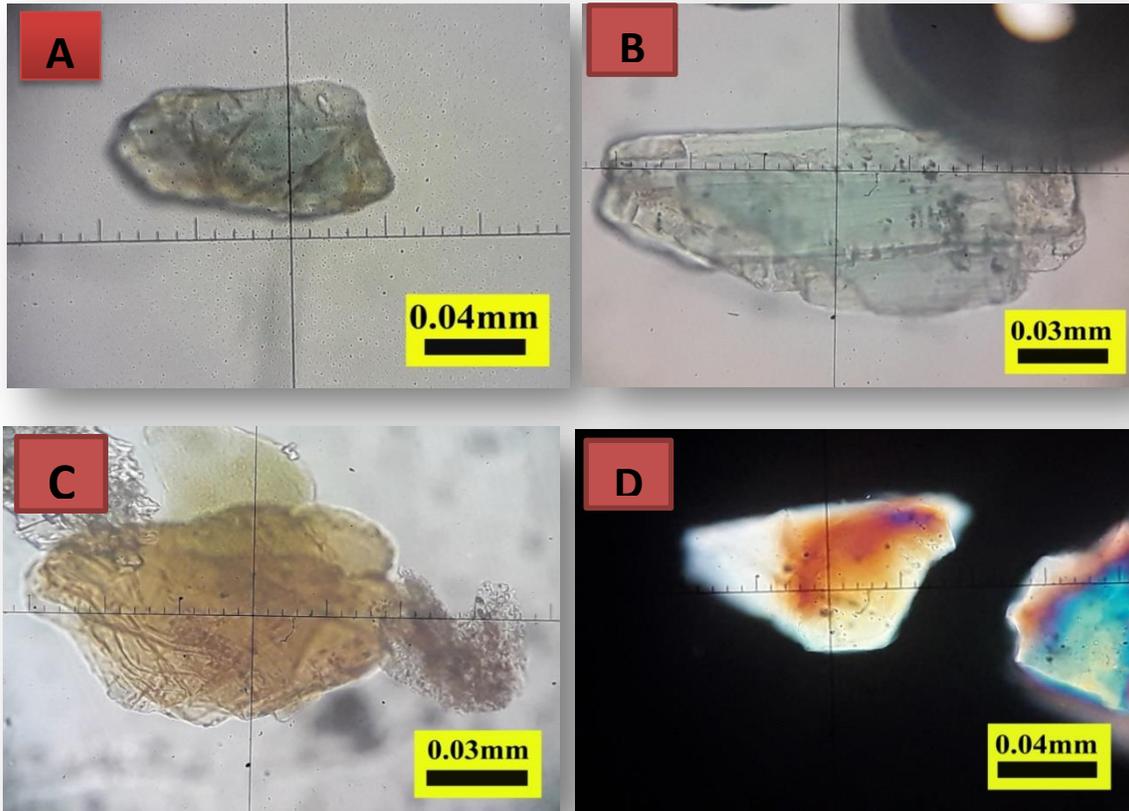
شكل (20-4) يمثل نتائج تحليل المعادن الثقيلة في الموقع الثالث

لوحة (6-4)



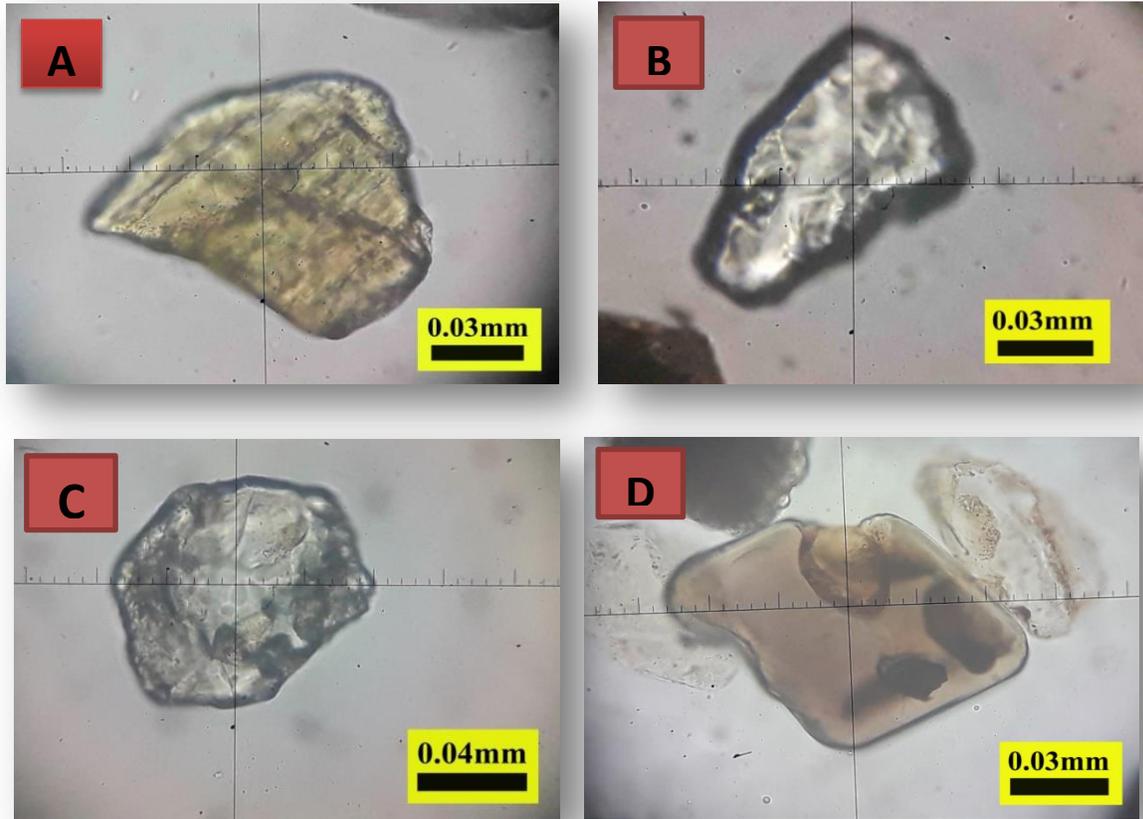
- لوحة (4-6-A) Opaques : حبيبية غير نفاذة للضوء وهي لمعدن من مجموعة معادن المعتمات وهي ذات استدارة عالية - الصورة بالضوء المستقطب عينة رقم 1.
- لوحة (4-6-B) Chlorite حبيبية لمعدن الكلورايت وهي ذات لون اخضر وهيأة صفائحية الصورة ملتقطة بالضوء المستقطب عينة 3
- لوحة (4-6-C) Orthopyroxene حبيبية لمعدن من مجموعة الاورثوبايروكسين ذات لون اخضر وهيأة موشورية الصورة بالضوء المستقطب عينة رقم 2.
- لوحة (4-6-D) Clinipyroxene حبيبية لمعدن من مجموعة الكلاينوبايروكسين وهي ذات لون اخضر وهيأة موشورية الصورة بالضوء المستقطب عينة رقم 4.

لوحة (7-4)



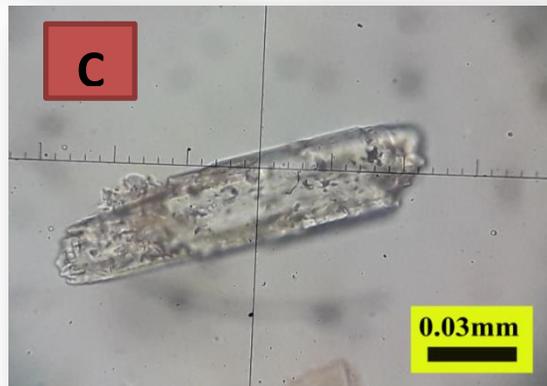
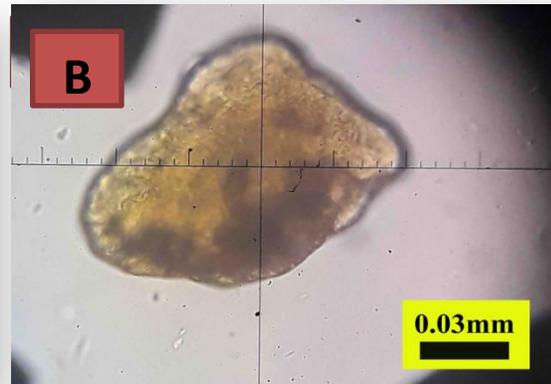
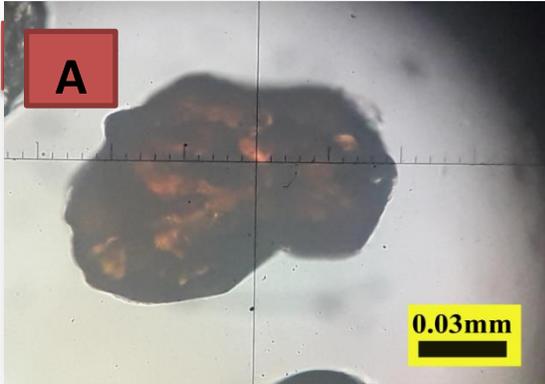
- لوحة (4-7-A) Hornblende حبيبة لمعدن الهورنبلند من مجموعة الامفيبول وهي ذات لون اخضر مع تغير لوني وجلاء متوسط الصورة بالضوء المستقطب عينة رقم 4.
- لوحة (4-7-B) Actinolite حبيبة لمعدن الاكتينولايت وهو من مجموعة الامفيبول وذات لون اخضر فاتح وهيئة موشورية الصورة بالضوء المستقطب عينة رقم 4
- لوحة (4-7-C) Biotite حبيبة لمعدن البايوتايت من مجموعة المايكا وهي ذات لون بني مع تغير لوني شديد وهيئة صفائحية واضحة الصورة بالضوء المستقطب عينة رقم 3
- لوحة (4-7-D) Muscovite حبيبة لمعدن المسكوفاييت من مجموعة المايكا وهي ذات هيئة صفائحية الصورة بتعامد المحل والمستقطب عينة رقم 2

لوحة (8-4)



- لوحة (4-8-A) Epidote حبيبة لمعدن الابدوت وهي ذات لون اخضر زيتوني وذات درجة استدارة متوسط الصورة بالضوء المستقطب عينة رقم 4.
- لوحة (4-8-B) Zircon حبيبة لمعدن الزركون عديم اللون و جلاء عالي و استدارة قليلة تكور قليل الصورة بالضوء المستقطب عينة رقم 3
- لوحة (4-8-C) Garnet حبيبة لمعدن من مجموعة الكارنت وهي عالية الجلاء وعديمة اللون الصورة بالضوء المستقطب عينة رقم 2
- لوحة (4-8-D) Tourmaline حبيبة لمعدن التورمالين وهي ذات لون عسلي مع تغير لوني شديد مع جلاء الصورة بالضوء المستقطب عينة رقم 3

لوحة (9-4)



- لوحة (4-9-A) Rutile حبيبة لمعدن الروتايل ذات جلاء عالي جدا ولون احمر غامق جدا وهي قليلة الاستدارة عالية التكور الصورة بالضوء المستقطب عينة رقم 1.
- لوحة (4-9-B) Staurolite حبيبة لمعدن الشترولايت ذات درجة متوسطة من الاستدارة وذات لون اصفر ذهبي الصورة بالضوء المستقطب عينة رقم 2
- لوحة (4-9-C) Kyanite حبيبة لمعدن الكيانايت وهي ذات استطالة واضحة وعديمة اللون وذات جلاء عالي الصورة بالضوء المستقطب عينة رقم 2

حيود الأشعة السينية (XRD) X-ray Diffraction

تم استعمال فحص XRD لتحديد الكتلة المعدنية للعينات بالإضافة إلى الأنواع المختلفة من معادن الطين. تم إجراء فحص XRD على أربع عينات مختارة للكثبان الرملية في منطقة الدراسة ، وهي الأداة المستخدمة في مختبر حيود الأشعة السينية التابع لوزارة العلوم والتكنولوجيا Shimadzu 6000. شكل (4-10) والنتيجة ملخصة في الأشكال (4-21) (4-22) (4-23) (4-24). تظهر نتيجة فحص XRD تبايناً في التركيب المعدني ، مع نسبة عالية من الكوارتز ، وكذلك الكربونات، والجبس ، والفلدسبار ، والكلوريت ، والميكا ، والتي تتلخص فيما يلي:



لوحة (4-10) صورة جهاز تحليل الأشعة السينية (XRD) Shimadzu 6000

الالبيت Albite.

إنّ معدن الالبيت من مجموعة فلبسبارات الصوديوم، تركيبه سيليكات الصوديوم والألمنيوم. ورمزه الكيميائي (Na Al Si₃ O₈) وهو على رأس سلسلة الفلبسبارات البلاجيوكليزية المكوّنة من الصوديوم و السيليكون. وجد الألبيت عموماً في الصخور النارية والمتحولة . إذ ظهر بجميع العينات وبمعدل 36.625 % إذ تكون نسبة الالبيت في الموقع الاول المحطة الاولى 35.1 وفي الموقع الاول المحطة الثانية 28.3 وفي الموقع الثاني 25.7 بينما في الموقع الثالث 57.4 .

الكوارتز Quartz

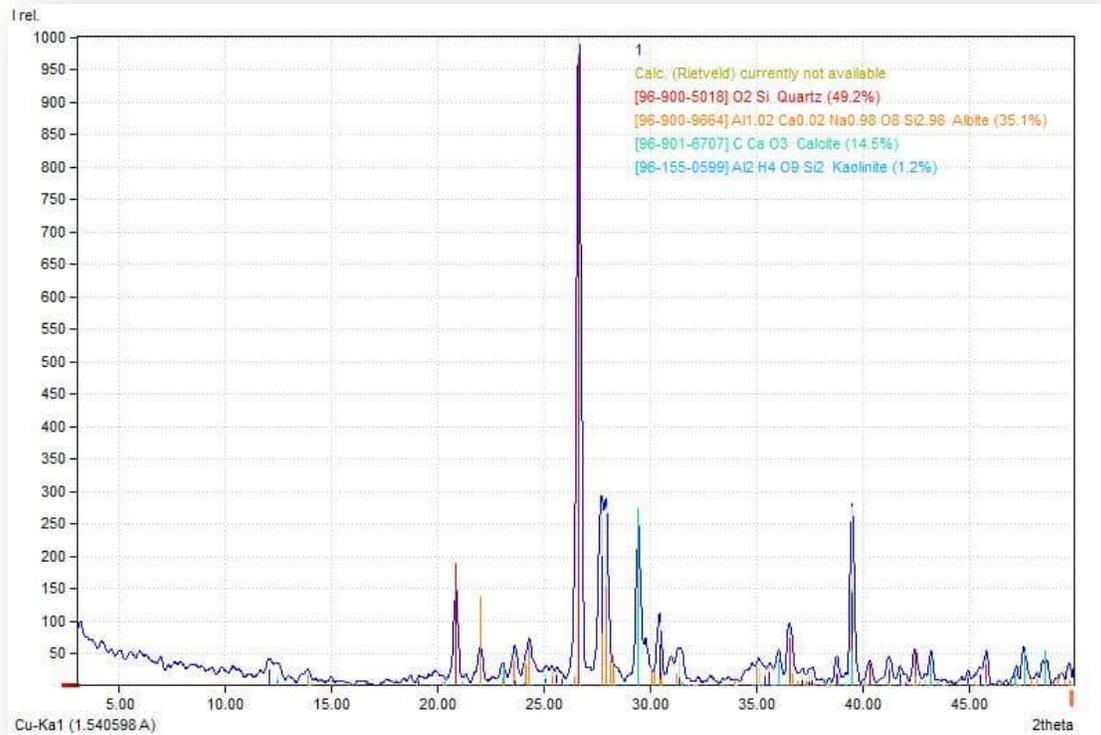
يمثل الكوارتز المعدني يحتل مرتبة متقدمة في جميع العينات التي بلغت معدل نسبتة 31.075% في جميع العينات المدروسة. يمكن أن يرجع زيادة تركيز الكوارتز إلى طبيعة الصخور الأم التي شكلت التكوين المحيط بالمنطقة المدروسة ، إذ تكون نسبة الكوارتز في الموقع الاول المحطة الاولى 49.2 وفي الموقع الاول المحطة الثانية 13.8 وفي الموقع الثاني 48.8 بينما في الموقع الثالث 12.8 .

الكلسايت Calcite

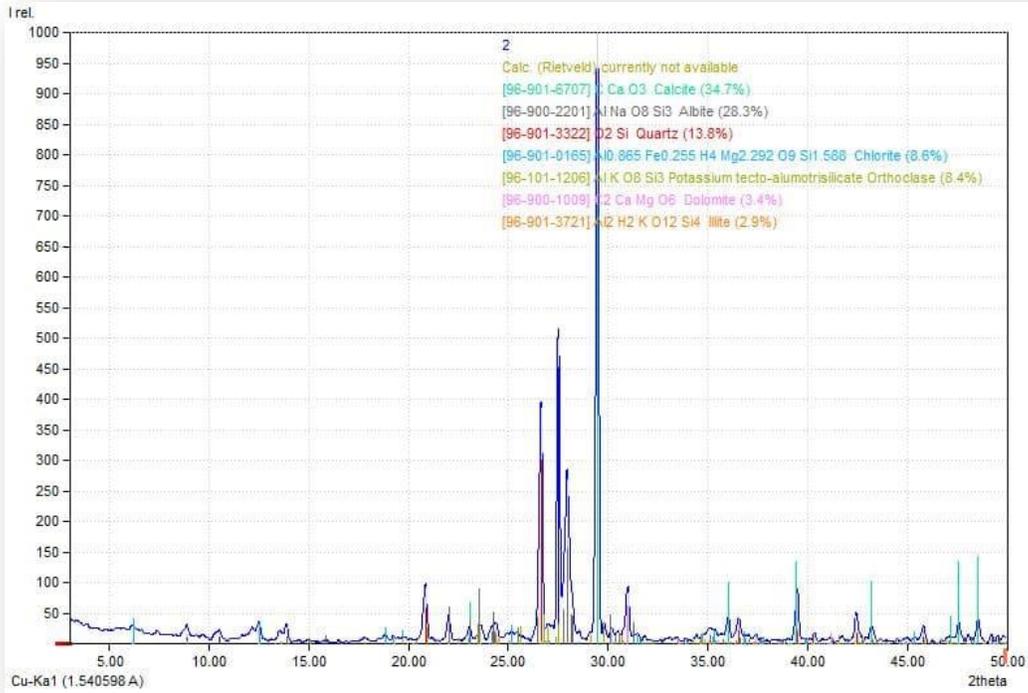
أظهر تحليل XRD أن الكالسايت يحتل المرتبة الثالثة من حيث الوفرة بعد الكوارتز في جميع عينات منطقة الدراسة التي بلغت معدل نسبية 19.175% في جميع العينات المدروسة ، إذ تكون نسبة الكلسايت في الموقع الاول المحطة الاولى 14.5 وفي الموقع الاول المحطة الثانية 34.7 وفي الموقع الثاني 17.5 بينما في الموقع الثالث 10 .

معادن اخرى other metals

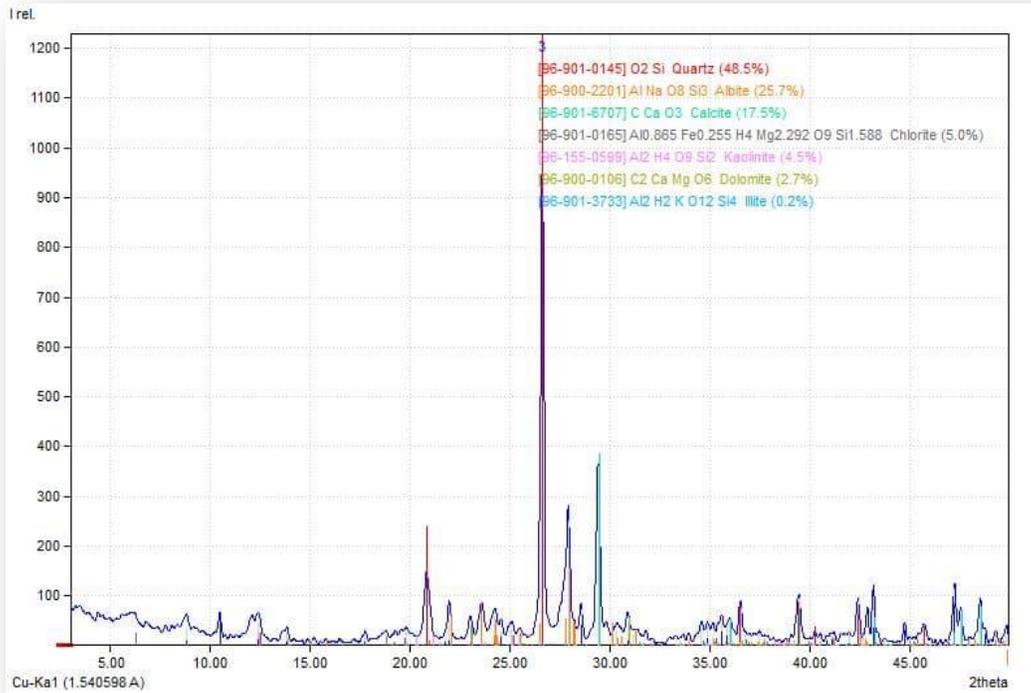
أظهر تحليل XRD وجود معادن اخرى بنسب قليلة وهي معدن الإليت Illite ونسبة هذا المعدن بجميع العينات التي تم تحليلها هو 4.675 %، ويليه معدن الكلوريت Chlorite ونسبة هذا المعدن بجميع العينات التي تم تحليلها هو 3.55 %، ويليه معدن الدولوميت Dolomite ونسبة هذا المعدن بجميع العينات التي تم تحليلها هو 2.45 %، بينما معدن كاولينيت kaolinite ونسبة هذا المعدن بجميع العينات التي تم تحليلها هو 1.425 % ، وظهر معدن الأرثوكليس Orthoclase في الموقع الاول المحطة الثانية بنسبة 8.4 %.



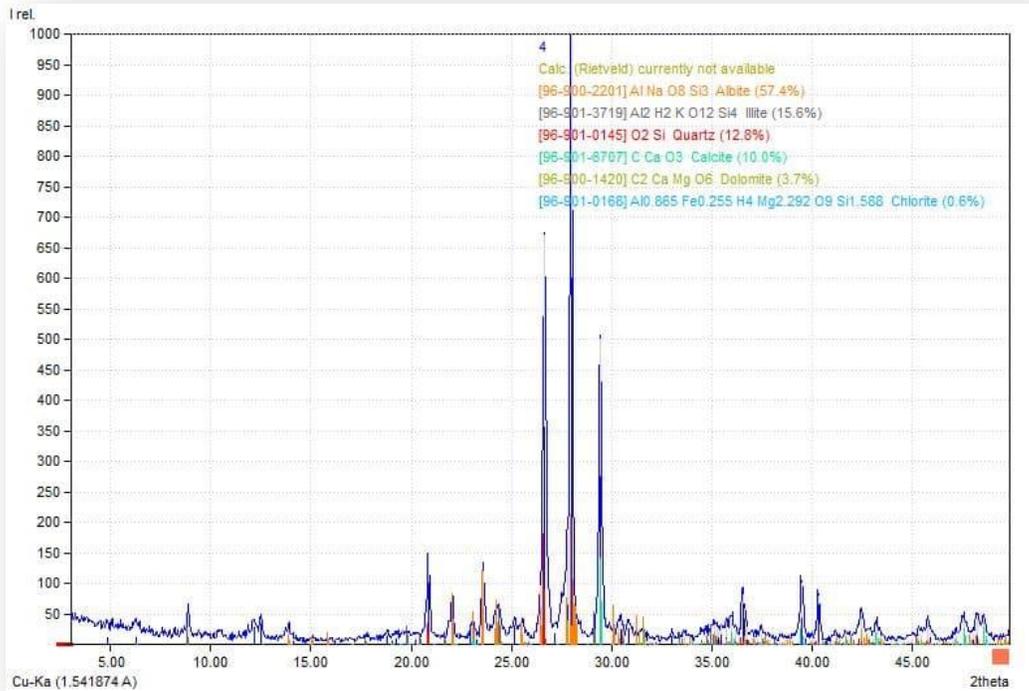
شكل (4-21) فحص حيود الاشعة السينية (XRD) الموقع الاول المحطة الاولى



شكل (22-4) فحص حيود الاشعة السينية (XRD) الموقع الاول المحطة الثانية



شكل (23-4) فحص حيود الاشعة السينية (XRD) الموقع الثاني



شكل (4-24) فحص حيود الاشعة السينية (XRD) الموقع الثالث

3-4-4 الأشعة السينية الفلورسينية (XRF) X-ray Fluorescence

كشفت أطيف الأشعة السينية الفلورية (XRF) أن الكثبان الرملية تحتوي بشكل طبيعي على هياكل بلورية من الكوارتز والجبسوم ، بالإضافة إلى بعض المركبات العضوية (Mechri , 2016) ، إنها مثالية لتحديد العناصر الرئيسة والثانوية في صخور السيليكلاستيك ، مثل Si ، Al ، Mg ، Ca ، Fe ، K ، Na ، Ti ، S ، P ، وكذلك اثر العناصر بما في ذلك المعادن Pb و Zn و Cd و Cr و Mn ((Tucker, 1988).

تستخدم أجهزة XRF المحمولة (التحليل الطيفي للأشعة السينية الفلورسينية) على نطاق واسع لتحليلات التربة السريعة لقياس تركيز مجموعة واسعة من العناصر. بالمقارنة مع التركيزات الأولية ، يمكن تفسير البيانات الطيفية فيما يتعلق بمعرفة بخصائص التربة.

أظهرت الدراسات السابقة أن تركيزات عنصر التربة المقاسة بواسطة XRF يمكن استخدامها لمعرفة الخصائص الكيميائية والفيزيائية للتربة ، أو تحليل العمليات الأولية أو التمييز بين آفاق التربة (Weindorf , 2012).

تم تحليل اربع عينات بواسطة Instrument Spectro-Xepos - ألمانيا في المختبر العراقي الألماني في جامعة بغداد - كلية العلوم - قسم الجيولوجيا لوحه (4-11).



لوحه (4-11) صورة جهاز تحليل الاشعة الفلورية في المختبر الالمانى في قسم علم الارض في جامعة بغداد

كشف تحليل XRF حقائق مهمة داخل كل حقل من حقول الكثبان الرملية كما في الجداول في الملحق رقم (1)، ولكن الاختلافات بين المجالات الرئيسية التي تم تحليلها جدول (7-4). يتم توضيحها هذه على النحو التالي:

محتوى السيليكا (SiO_2) Silica Content

يمكن العثور على السيليكا في الكثبان الرملية على شكل كوارتز أو في معادن أخرى مثل الفلدسبار. يمكن أن ترتبط النسب المئوية للمعادن والمكونات المحتوية على السيليكا مثل الكوارتز ، والفلدسبار ، والصخور البركانية ، وبقايا الصخور المتحولة مع معادن السيليكا.

محتوى الجير (CaO) The Lime Content

يشير محتوى الجير في أصداف الرخويات إلى معادن الكربونات مثل الكالسيوم والدولوميت والأراجونيت. تشير حقول الكثبان الرملية في منطقة الدراسة إلى وجود محتوى من الجير يدل على وجود معادن كربونات مثل الكالسيوم والدولوميت والأراجونيت.

محتوى Al_2O_3 , Na_2O , and K_2O :

يحتوي على سيليكات الصفائح ، مما يدل على وجود معادن الفلدسبار. التي وجدت في الكثبان الرملية والتي تشكل التربة في منطقة الدراسة .

جدول (7-4) التحليل الكمي لعينات الكثبان الرملية في مناطق الدراسة

Oxides	الموقع الاول	الموقع الثاني	الموقع الثالث	الموقع الرابع
SiO ₂	43.69	44.42	41.48	47.16
CaO	16.89	16.46	15.12	15.55
Al ₂ O ₃	8.49	8.22	8.15	9.77
Fe ₂ O ₃	4.98	4.59	4.62	5.31
MgO	4.28	3.96	4.30	5.28
Na ₂ O	1.4	1.65	1.52	1.59
K ₂ O	1.01	0.93	0.92	1.23
TiO ₂	0.68	0.67	0.61	0.81
SO ₃	0.09	0.24	0.26	0.29
Others	18.49	18.86	22.99	13.01

4-4-4 مؤشر التراكم الجغرافي (I_{geo}) geoaccumulation index

مؤشر التراكم الجغرافي (I_{geo}) هو مؤشر مستخدم على نطاق واسع للتحقق من حجم التلوث في العناصر الثقيلة . تم تقسيم مؤشر التراكم الجغرافي (I_{geo}) لسبعة اقسام حسب تصنيف العالم ملر جدول (8-4) (Müller, 1981) وهي :

جدول (8-4) تصنيف العالم (Müller, 1981)

I_{geo}	I_{geo} grade	Pollution
< 0-0	0	Unpolluted
0-1	1	Unpolluted to moderately polluted
1-2	2	Moderately polluted
2-3	3	Moderately to high polluted
3-4	4	High polluted
4-5	5	High to Extremely polluted
5-6	> 5	Extremely polluted

تم حساب قيمة معامل (I_{geo}) باستخدام طريقة Muller and Abraham & Parker., 1981 وباستخدام المعادلة التالية :

$$I_{geo} = \log_2 \{ Cn / (1.5 Bn) \}$$

حيث ان Cn : هو تركيز العنصر 'n'

Bn: هي قيمة الاساسية الجيوكيميائية في هذه الدراسة ، مع الأخذ في الاعتبار $Bn =$ المتوسط العالمي للتربة السطحية المعطى بواسطة (Kabata-Pendias and Pendias.) (2001).
تم ادخال العامل 1.5 في العلاقة لمراعاة التباين المحتمل في بيانات الاساسية بسبب التأثير الصخري .
حيث تبين ان القيم التي تنطوي ضمن القسم الاول من التصنيف (غير الملوثة) هي للعنصرين (Pb,Zn) ، اما بقية العناصر (Mn,Ni,Cd) فجميعها تدرج ضمن القسم الثاني وهو غير ملوث إلى متوسط التلوث كما هو موضح في الجدول (4-9).

جدول (4-9) قيم معامل (I_{geo}) للعناصر الثقيلة التي تواجدت في مواقع الدراسة

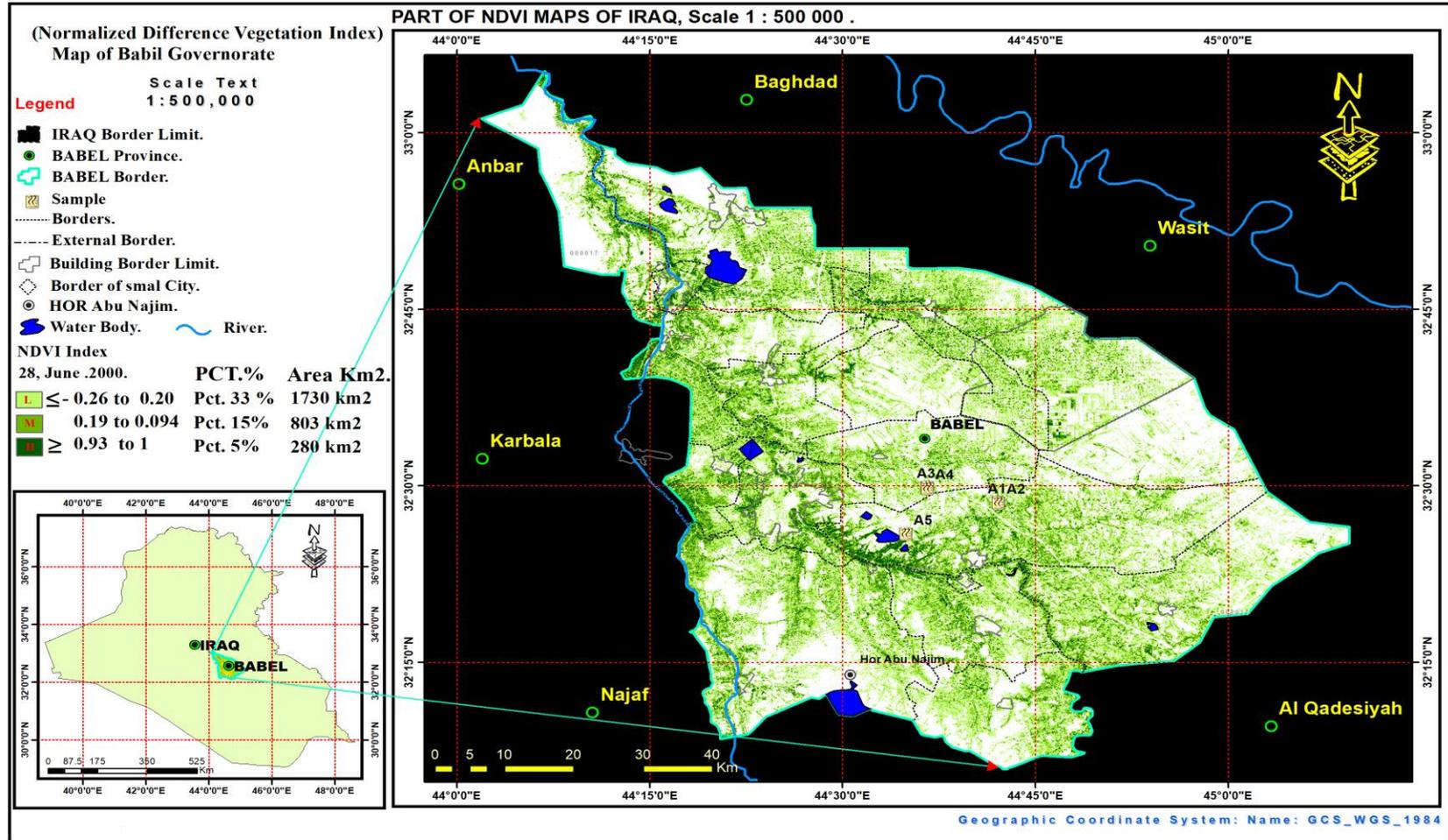
NO	Samples	Pb	Mn	Ni	Zn	Cd
1	الموقع الاول	_1.4271	0.0840	1.7793	_0.6007	0.1923
2	الموقع الثاني	_1.4271	0.0390	1.760	_0.6824	0.1923
3	الموقع الثالث	_2.1347	0.1493	1.9026	_0.4721	0.1923

5-4 مؤشر الغطاء النباتي NDVI

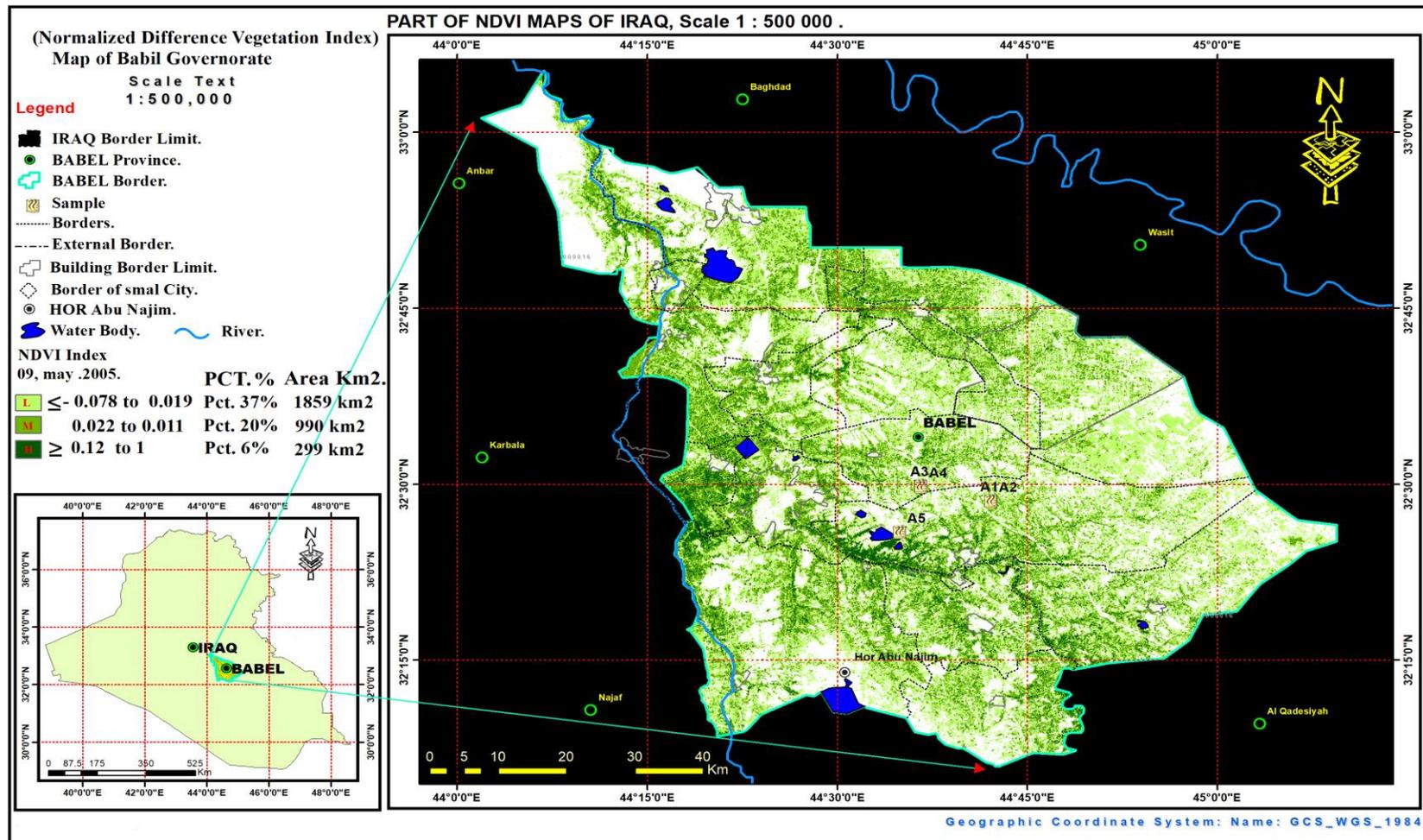
يمكن استخراج معامل التغير الطبيعي للنباتات الخضراء (Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) عن طريق برنامج الايرداس، فالنبات يتميز من غيره بعكس كمية قليلة من الأشعة الحمراء، وعكس كمية كبيرة من الأشعة تحت الحمراء القريبة، لذلك فإنه يمكن الربط بين الكتلة الحيوية للنباتات وقيم الدليل النباتي الذي يحسب من تناسب نطاق الأشعة الحمراء ونطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة من المعادلة التالية:

$$\text{مؤشر الغطاء النباتي NDVI} = \frac{\text{الأشعة الحمراء} - \text{الأشعة تحت الحمراء}}{\text{الأشعة الحمراء} + \text{الأشعة تحت الحمراء}}$$

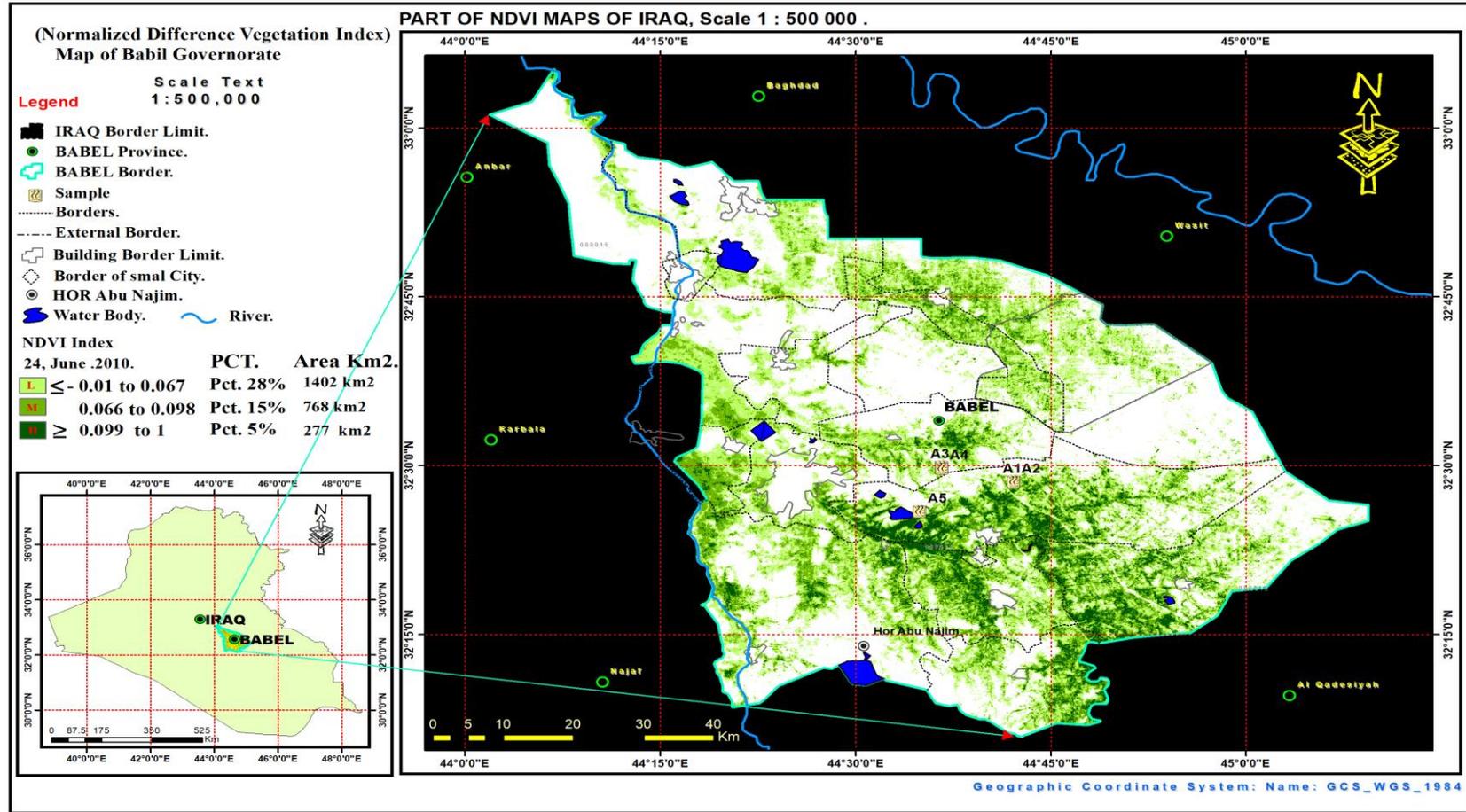
استخدم نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في رسم خرائط الغطاء النباتي في محافظة بابل بين عامي 2000 و 2021 وذلك لاكتشاف التغيرات التي حدثت بين هذه الفترات كما في الخارطة (1-4) (2-4) (3-4) (4-4) (5-4) والجدول (4-10) والشكل (4-25)



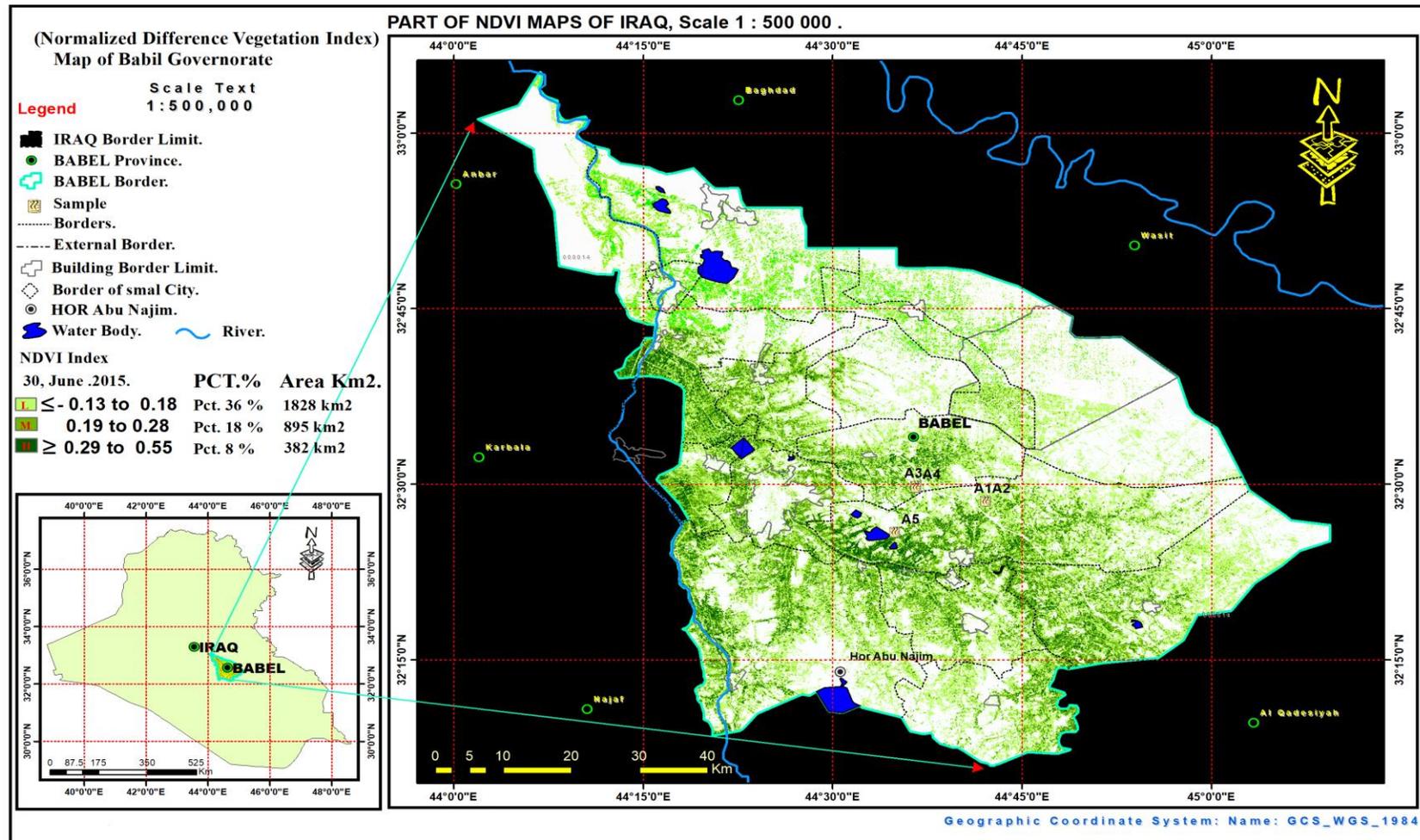
خارطة (1-4) مؤشر الغطاء النباتي لسنة 2000 (من اعداد الباحث)



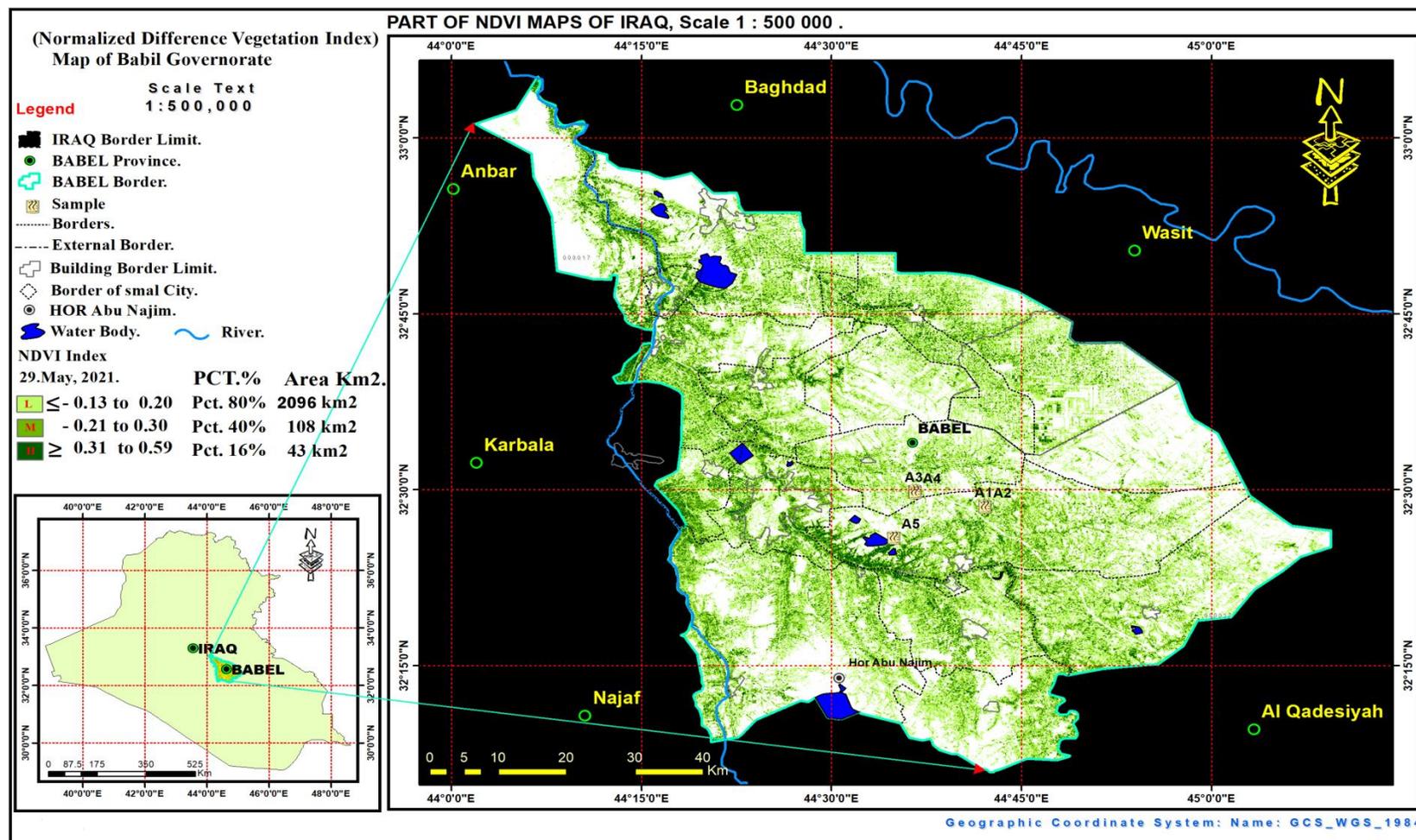
خارطة (2-4) مؤشر الغطاء النباتي لسنة 2005 (من اعداد الباحث)



خارطة (3-4) مؤشر الغطاء النباتي لسنة 2010 (من اعداد الباحث)



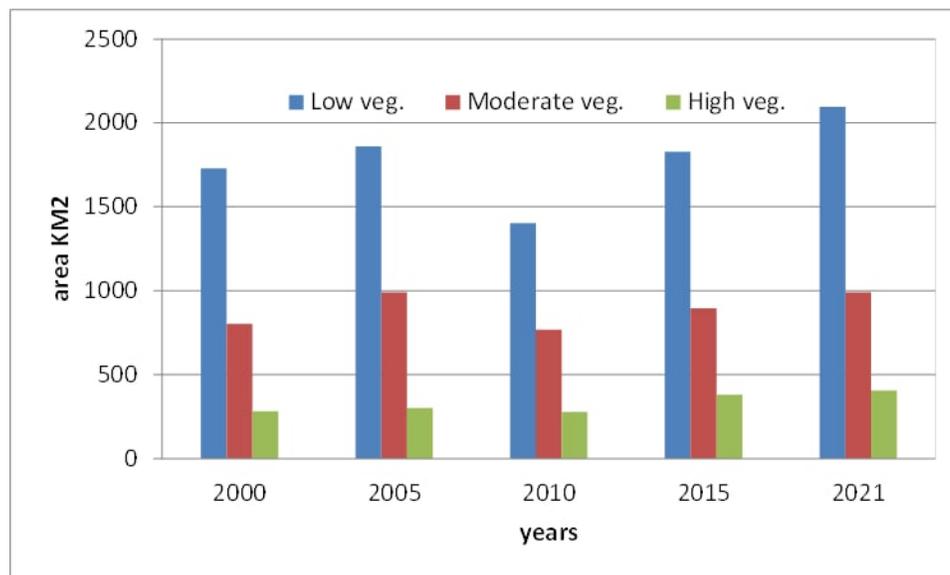
خارطة (4-4) مؤشر الغطاء النباتي لسنة 2015 (من اعداد الباحث)



خارطة (4-5) مؤشر الغطاء النباتي لسنة 2021 (من اعداد الباحث)

حيث كان مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) الذي تم استخراجه من صور NDVI تم إنشاؤها من
 +ETM و TM وأجهزة استشعار MSS على متن القمر الصناعي لاندسات جدول رقم (10-4)
 جدول رقم (10-4) مؤشر الغطاء النباتي الكلي للسنوات من (2000-2021)

المساحة الخضراء Km ²	السنة	No
2813	2000	1
3148	2005	2
2447	2010	3
3105	2015	4
3492	2021	5



شكل (4-25) يوضح العلاقة بين مساحة الغطاء النباتي (المساحة الخضراء) وخلال الفترة من
 (2021-2000)

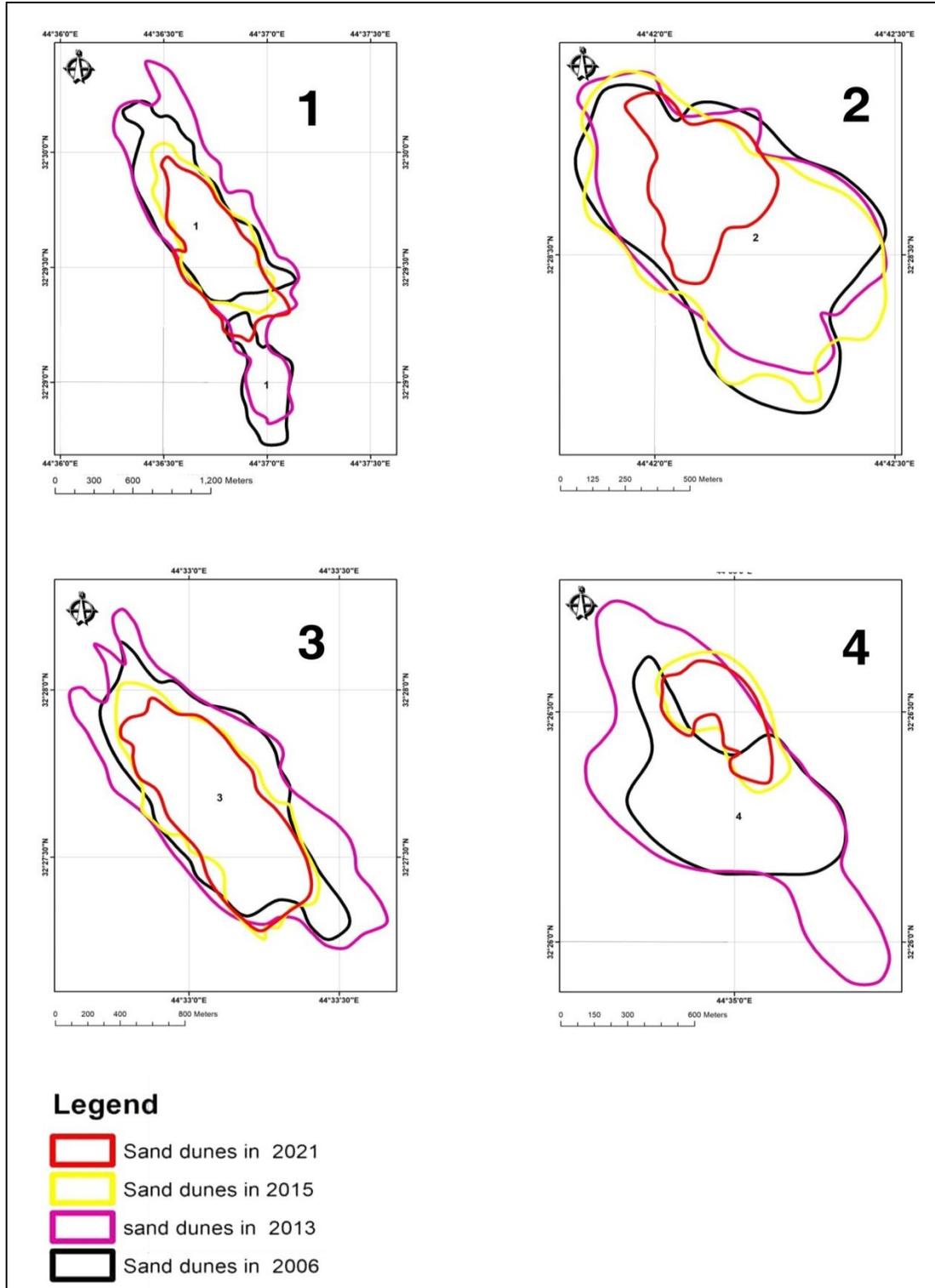
5-3 التقدم والتراجع في الكثبان الرملية في منطقة الدراسة:

حركة الكثبان الرملية هي مؤشر مهم لعمليات التصحر التي تتأثر كل من الإنسان وتغير المناخ. تعتمد دراسات ثبات سطح الكثبان الرملية أو معدل حركة الكثبان الرملية أو معدل نقل الرمال عادةً على القياسات الميدانية باستعمال قضبان الحديد أو المسوحات الطبوغرافية الميدانية أو من خلال التحديد البصري أو الرقمي لموقع الكثبان الرملية في السنوات المتتالية من الصورة الجوية ، وبالتالي فهي محدودة في نطاقها. (المعلومات الطبوغرافية للكثبان الرملية المستخرجة من تأثيرات التظليل باستعمال صور لاندسات)

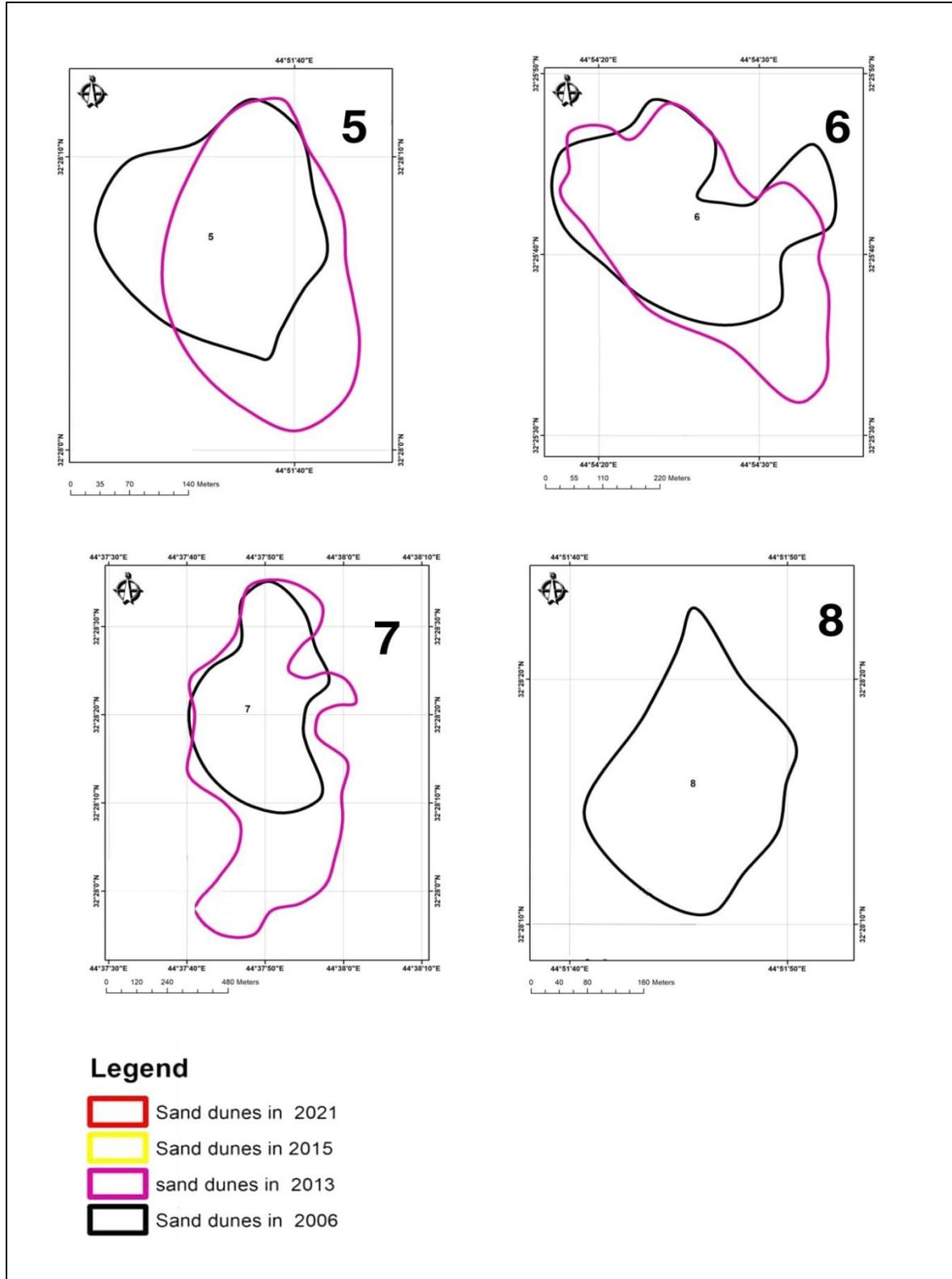
من أجل الحصول على فكرة إضافية عن مكان وتوقيت حدوث التغيير ، يكشف التحليل الإحصائي الجدول (4-11) أن زحف الرمال كان يتناقص بشكل كبير خلال الفترة من 2006 إلى 2021 ، مع اخذ مجموعة من المناطق التي ظهرت بها تصحر في الصور الجوية في السنوات السابقة وتم استصلاحها في السنوات اللاحقة او قلت مساحتها كما في المنطقة كما لوحة (4-12) و (4-13). (3-5-6-7-8) ومناطق الدراسة تتمثل بالمنطقة رقم (1- الموقع الاول) (2 – الموقع الثاني) (4- الموقع الثالث) كما في الجدول (4-11) وخارطة (4-6)

جدول (4-11) يمثل التحليل الاحصائي لمواقع الدراسة ومساحات التصحر خلال السنوات

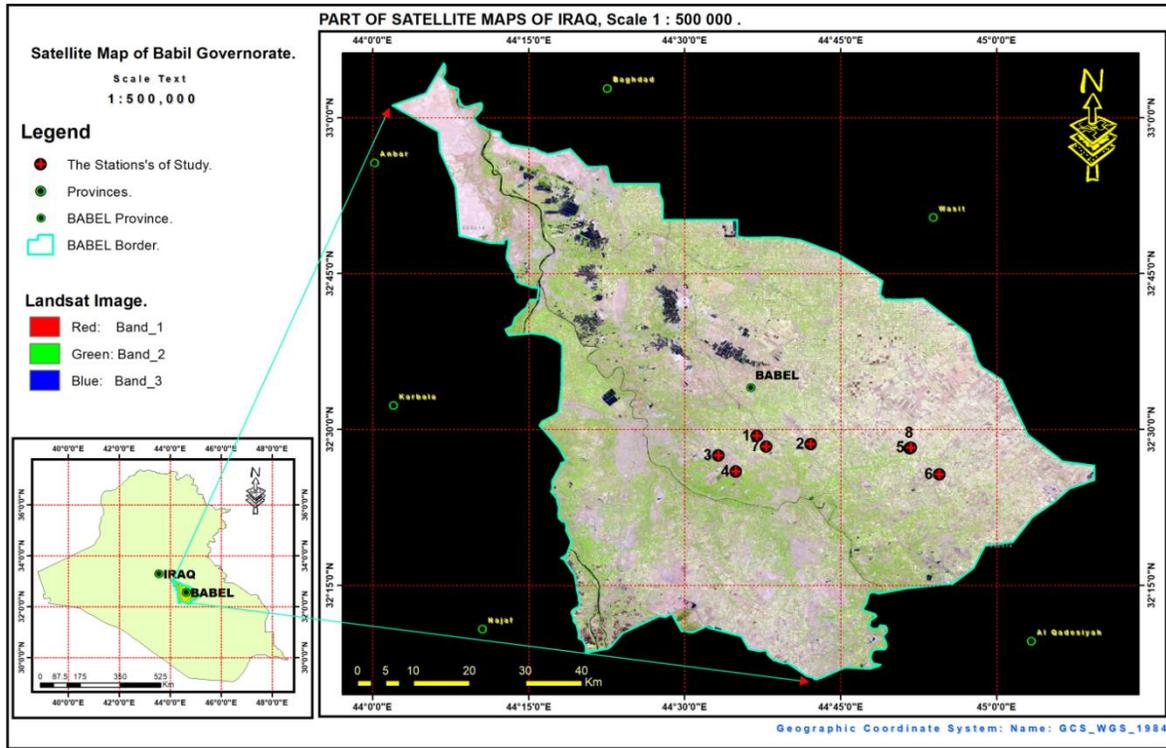
Id	Shape	Area2021	Area 2015	Area 2013	Area 2006	No
0	Polygon	634700	629400	1520288	1135000	1
0	Polygon	176100	632500	595216	657800	2
0	Polygon	600500	699400	1260112	917700	3
0	Polygon	111700	152800	777737	390700	4
0	Polygon	0	0	49861	42360	5
0	Polygon	0	0	126218	104500	6
0	Polygon	0	0	445568	249500	7
0	Polygon	0	0		56730	8



لوحة (4-12) يوضح ديناميكية الكثبان الرملية من خلال حواف حقول الكثبان في منطقة الدراسة



لوحة (4-13) يوضح ديناميكية الكثبان الرملية من خلال حواف حقول الكثبان في منطقة الدراسة



خارطة (6-4) تمثل مواقع الكثبان الرملية المدروسة

7-4 المسح الجوي للمنطقة :

لإعداد الخرائط التفصيلية والطوبوغرافية لمنطقة الدراسة باستعمال الصور الجوية على أساس تطبيق نظرية الرؤية المجسمة ومعرفة ابعاد الكثبان الرملية من حيث الطول والعرض لكل كثيب رملي ونوع الكثبان ، لوحة (14-4) لوحة (15-4) لوحة (16-4) وجدول (17-4).



لوحة (14-4) توضح العمل على جهاز الستريوسكوب ذات المرايا



P. 1-1

F.L. = 4mm
A.G.L. = 300m



0 5 10 20 Meters



لوحة (4-15) صور جوية لمنطقة الدراسة المرقمة (P. 1-1) متداخلة لجهاز
الستريوسكوب



P. 1-2

F.L. = 4mm
A.G.L. = 300m



0 5 10 20 Meters



لوحة (4-16) صور جوية لمنطقة الدراسة المرقمة (P. 1-2) متداخلة لجهاز

الستريوسكوب

جدول (4-12) ابعاد وانواع الكثبان الرملية المستخرجة من خلال الصور الجوية لمنطقة الدراسة

نوع الكثيب	رقم الصورة	الطول	العرض	No
هاللي	P.1-1	15	25	1
هاللي	P.1-1	25	35	2
هاللي	P.1-1	12.5	25	3
هاللي	P.1-1	12.5	15	4
هاللي	P.1-3	15	37.5	5
هاللي	P.1-5	20	55	6
هاللي	P.1-7	10	30	7
هاللي	P.2-2	15	25	8
هاللي	P.2-2	15	32.5	9
هاللي	P.2-2	15	30	10
هاللي	P.2-3	12.5	21	11
هاللي	P.2-4	15	12.5	12
هاللي	P.3-2	14	102.5	13
هاللي	P.3-2	16	20	14
هاللي	P.3-4	16	22	15
هاللي	P.3-8	16	78	16
هاللي	P.3-11	18	28	17
هاللي	P.3-12	14	40	18
هاللي	P.3-13	12	32	19
هاللي	P.3-13	12	22	20
هاللي	P.3-13	12	14	21
هاللي	P.3-13	12	30	22
هاللي	P.3-15	16	18	23
DOME	P.4-3	18	30	24
هاللي	P.4-6	12	18.8	25
هاللي	P.4-9	18.8	36	26
هاللي	P.4-14	16	24	27
DOME	P.5-6	12	12	28
هاللي	P.5-8	18	24	29
هاللي	P.5-14	14	16	30
هاللي	P.5-15	12	28	31
هاللي	P.6-2	9	18	32
هاللي	P.6-3	12	21	33
هاللي	P.6-4	13.5	21	34
هاللي	P.6-5	13.5	30	35
هاللي	P.6-7	12	21	36
هاللي	P.6-12	15	21	37

هلاي	P.7-2	10.5	21	38
هلاي	P.7-4	9	13.5	39
DOME	P.7-4	10.5	10.5	40
DOME	P.7-5	12	12	41
هلاي	P.7-6	16.5	24	42
هلاي	P.7-11	12	15	43
هلاي	P.8-10	18	24	44
هلاي	P.8-12	12	15	45
هلاي	P.8-13	15	18	46
هلاي	P.8-14	13.5	19.5	47
هلاي	P.8-14	15	18	48
هلاي	P.9-6	16.5	24	49
هلاي	P.9-10	18	24	50
هلاي	P.9-11	15	18	51
هلاي	P.10-5	15	24	52
هلاي	P.11-16	20	26.25	53
هلاي	P.11-19	16.25	25	54
هلاي	P.11-26	7.5	7.5	55
هلاي	P.12-12	20	27.5	56
هلاي	P.12-9	20	22.5	57
هلاي	P.13-5	13.75	22.5	58
هلاي	P.13-12	12.5	20	59

الفصل الخامس

الاستنتاجات والتوصيات

الفصل الخامس

الاستنتاجات والتوصيات

Conclusions and Recommendation

1-5 الاستنتاجات Recommendation

1- الكثبان الرملية التي ظهرت في مناطق الدراسة هي من نوع الكثبان الهلالية (البرخان) ، المستعرضة ، كثبان النبكة ، صفائح رملية ، كثبان غير منتظمة الشكل بشكل قبق. حيث لعب اتجاه وطاقة الرياح السائدة وإمدادات الرمال والتضاريس دورًا مهمًا في تجمعها في المواقع المدروسة وتكوين أشكالها.

2- أظهر التحليل المنخلي (Sieve analysis) للنماذج الماخوذة ان معامل الانتظام (Cu) ومعامل الانحناء (Cc) لجميع النماذج ان الرمال من نوع (Sp) وهو رمل رديئ التدرج لجميع النماذج حسب الجمعية الأمريكية للفحوصات والمواد (ASTM).

3- اوضحت نتائج تجربة فحص القص المباشر (Direct Shear Test) التي تم اجرائها ان قوة التماسك (C) لجميع النماذج هي صفر وان زاوية الاحتكاك الداخلي (\emptyset) تتراوح من (33-34) من نتائج فحص القص المباشر تبين ان نوع التربة هي رملية ناعمة الى متوسطة وكذلك تماسك التربة المفحوصة كانت قيمتها صفر وهذا يعني عدم تواجد اطيان في التربة وتشابه بيئة الترسيب وطبيعة العامل الناقل المجهز للرواسب.

4- اوضحت نتائج تجربة الكثافة الموقعية ان كثافة التربة تتراوح من (1.287-1.376) غم / سم³ كون التربة هي من نوع (Sp) رمل رديئ التدرج.

5- دراسة بتروغرافية: حيث تضمن الدراسة فصل المعادن الخفيفة والثقيلة ومعرفة نسبتها إذ تراوحت نسبة المعادن الخفيفة في المواقع (95.6%-96.6%) وتراوحت نسبة العناصر الثقيلة في كل المواقع (3.4%-4.4%). اما مكوناتها من المعادن الخفيفة فتكون من الكوارتز هو أكثر المعادن الخفيفة تواجد في كل المواقع يليه شطايا الصخور التي تشمل: الصخور الرسوبية (الصخور الكلسية، والكربونات، الجيرت، والمتبخرات، وشطايا الصخور الطينية)، يليه الفلدسبار (البوتاسيوم والفلدسبار بلاجيوكليز)، وشطايا الصخور البركانية، والصخور المتحولة وأيضًا الحبيبات المغطاة بالطين. اما مكوناتها من المعادن

- الثقيلة في الغالب من معادن غير شفافة، مجموعة الكلوريت، مجموعة المايكا، ومجموعة الامفيبول ، ومجموعة البايروكسين، الزركون ، الترمولايت ، والكارنت ،الرايولايت ، ستورولايت ،الكينايت، روتاليل ، ومعادن اخرى بنسبة 1%.
- 6- اظهرت فحوصات حيود الأشعة السينية XRD تم اجراءها تواجد معدن الكوارتز (Quartz) معدن الالبيت (Albite) ومعدن الكلسايت (Calcite) وبعض المعادن الاخرى ضمن الكثبان الرملية.
- 7- الاشعة السينية الفلورسينية XRF تم اجراء هذا الفحص على جميع النماذج المأخوذة من موقع الدراسة لتحديد الاكاسيد الرئيسية التي تتواجد في الكثبان الرملية وهي: محتوى السيليكا (SiO_2)، محتوى الجير (CaO)، محتوى الكبريتات، و Al_2O_3 محتوى Na_2O و K_2O و TiO_2 .
- 8- كما تم استخراج مؤشر التراكم الجغرافي (I_{geo}) لمعرفة مدى التلوث بالعناصر الثقيلة (Pb,Mn,Ni,Zn,Cd) الموجود في مواقع الدراسة وتبين لا وجود للتلوث بالعنصرين (Pb,Zn) اما بقية العناصر (Mn,Ni,Cd) فجميعها تدرج ضمن القسم الثاني وهو غير ملوث إلى متوسط التلوث.
- 5- تم تقسيم نتائج مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) الى ثلاثة انطقة اعتمادا على قيم الانعكاسية التي تراوحت بين (1 الى -1) وهي: الأول الغطاء النباتي عالي الكثافة والثاني غطاء نباتي متوسط الكثافة والثالث قليل او مضمحل ويمثل قيم أخرى. تباينت مساحة الغطاء النباتي بين السنوات المدروسة، حيث كانت مساحة الغطاء النباتي في العام 2000 كالتالي: مساحة النباتات المتوسطة او المعتدلة بلغت 803 كم² اما النباتات الكثيفة فبلغت مساحتها 280 كم² في حين شهدت ارتفاعا متدرجا خلال الاعوام المتتالية وصولاً لعام 2021 فبلغ اعلى مساحة مغطاه بالنباتات وهي 990 كم² نباتات متوسطة او معتدلة فيما بلغت نسبة النباتات الكثيفة 406 كم²
- 6- من خلال الصور الفضائية والصور الجوية للسنوات (2006-2013-2015-2021) تم تحديد التقدم والتراجع لـ (8) مواقع مختارة في محافظة بابل تعتبر مناطق متصحرة وتبين هناك تراجع ملحوظ للتصحّر في سنة 2021 عما هو عليه في السنوات السابقة كما في المحطة رقم (1-2-3-4)، كما انعدمت ظاهرة التصحر في المواقع (5-6-7-8) وتحولها الى مناطق خضراء في السنوات الاخيرة.
- 7- استخدمت الصور الجوية المستحصلة من الطائرة المسيرة وعلى ارتفاعات مختلفة تم عمل مسح جوي للمنطقة الدراسة من خلال عمل مسارات محددة للطائرة المسيرة لمعرفة عدد وابعاد الكثبان

وتتميز انواع الكثبان الرملية التي هي بالغالب كثبان البراخان والمستعرضة والنبكة والاشكال الغير منظمه، وتم عمل صور جوية (ثلاثية الابعاد) ودراسه الانواع المختلفة للكثبان باستخدام جهاز الستريوسكوب ذو المرايا.

2-5 التوصيات Recommendation

- 1- اعمام التجربة التي اجريت في الموقع الثالث ((منطقة بيرمانه)) على بقية المواقع التي يتواجد بها الكثبان الرملية ، إذ تم ازالة ونقل الكثبان الرملية وبمساحة 8 دوانم التي تتواجد في الموقع وتم زراعتها باشجار النخيل بانواعها يتخللها محاصيل ستراتيجية كالحنطة والشعير والذرة الصفراء بعد تجهيزها بمنظومة ري بالتقطير ، وقد ثبتت نجاحها .
- 2- تثبيت الكثبان الرملية المتبقية بأحدى طرق التثبيت التي تم ذكرها في الفصل الثاني والتي لا تسبب تلوث بيئي.
- 3- استخدام الطائرات المسيرة لمراقبة المساحات المهدهة بالصحراء والتدهور بسبب الدقة المكانية العالية للصور الملتقطة باستخدامها.
- 4- استخدام رمال هذه الكثبان من الناحية الهندسية في معالجة الترب المنفخة وكذلك لاغراض الزراعة .
- 5- هنالك طرق وخطط معينة للحد والتقليل من التصحر ، نوصي باستغلالها ومن امثلتها
 - أ- استغلال المياه الجوفية للتقليل من التصحر .
 - ب- وضع خطة زراعية .
 - ت- زراعة اشجار معمرة .
 - ث- استخدام الطرق الحديثة في الري وعدم التبذير في المياه .

المصادر

REFERENCES

References

- ابو العز محمد صفي الدين ، ٢٠٠١ ، قشرة الارض دراسة جيومورفولوجية ، دار غريب ، القاهرة ، ص ٢٤٤ .
- ابوالخير يحيى محمد ، ١٩٩٣ ، نماذج جيومورفولوجية من طلائع بحر الرمال في المملكة العربية السعودية، المشكلة والحل ، مجلة جامعة الملك سعود ، المجلد ، العدد ٢ ، ص 614 .
- امبابي ، نبيل سيد ، محمود محمد عاشور ، 1985 ، الكتبان الرملية في شبة جزيرة قطر ، ج " ، مركز الوثائق والبحوث الانسانية جامعة قطر ، الدوحة ، ص ٩ .
- إمبابي نبيل سيد ومحمود عاشور ، 1983 ، الكتبان الرملية في شبه جزيرة قطر، الجزء الأول، مركز الوثائق والبحوث الانسانية ، جامعة قطر ، الدوحة ، قطر .
- امبالي نبيل السيد ، 1985 ، الكتبان الرملية في شبة جزيرة قطر (الجزء الثاني) ، الطبعة الاولى، الدوحة- قطر .
- الأمم المتحدة، "حالة التصحر وتنفيذ خطة الأمم المتحدة لمكافحة التصحر"، برنامج الأمم المتحدة للبيئة، الدورة الاستثنائية الثالثة، نيروبي، كينيا، 3 - 5 شباط 1992
- البطيحي عبد الرزاق محمد ، 1993 ، المفهوم الجغرافي للتصحر، المؤتمر الجغرافي الأول التصحر وأثره على التنمية الاقليمية في محافظة الأنبار، جامعة الأنبار، كلية التربية، نيسان 1993 .
- بقي محمد عبد النبي ، 1991 ، " التصحر في شمال افريقيا الاسباب والعلاج " ، ترجمة عبد القادر مصطفى، المركز العربي لأبحاث الصحراء وتنمية المجتمعات الصحراوية، الهيئة القومية للبحث العلمي، ليبيا.
- البنا علي علي ، 2000 ، المشكلات البيئية وصيانة الموارد الطبيعية، الطبعة الأولى، دار الفكر العربي للطباعة والنشر، القاهرة.
- بيتر هندري، 1984 ، هنا يقفون وحف الصحراء ، مجلة سيريز ، منظمة الأغذية والزراعة (F.A.O) . العدد الثاني ، روما، آذار - نيسان .
- تراب محمد مجدي 2011 ، الموسوعة الجيومورفولوجية ، ص 285 القطع المستعرض ، Parabolic sand
- جامعة الدول العربية، 1985 ، " دراسة مكافحة التصحر في أقطار الجزيرة العربية " ، المنظمة العربية للتنمية الزراعية، مطابع المنظمة، الخرطوم، ك 1 - ك 2 .

- جامعة الدول العربية، 1995، دراسة برنامج العمل الوطني، لمكافحة التصحر بالجمهورية العربية السورية، مطابع المنظمة، الخرطوم، ت1.
- جامعة الدول العربية، 2000، "مشكلة التصحر في الوطن العربي واستخدام التقانات الحديثة للاستثمار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لمواجهتها"، المنظمة العربية للتنمية الزراعية، مطبعة المنظمة، الخرطوم، شباط، ص 23.
- جامعة الدول العربية، شباط 2000، "مشكلة التصحر في الوطن العربي واستخدام التقانات الحديثة للاستثمار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لمواجهتها"، المنظمة العربية للتنمية الزراعية، مطبعة المنظمة، الخرطوم، السودان.
- جامعة الدول العربية، "التشريعات والأنظمة الخاصة بتنفيذ الاتفاقية الدولية لمكافحة التصحر وتخفيف آثار الجفاف"، المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (اكساد)، دمشق، تشرين ثاني 2000، ص 7.
- الجبوري محمود حمادة صالح، 2000، ظاهرة التصحر وأثرها على الأراضي الزراعية في محافظة صلاح الدين، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، جامعة بغداد، كلية الآداب، قسم الجغرافية، بغداد، ص 40.
- الجحيشي علي جبار عبدالله، 2014، جامعة بغداد /أثر المناخ في تشكيل الكثبان الرملية في محافظتي بابل والقادسية.
- الجمعية الجغرافية الكويتية، "البيئة والانسان - دراسة في مشكلات الانسان مع بيئته"، ط (1)، دار البحوث العالمية للنشر والتوزيع، الكويت، 1990، ص 140 - 141.
- الجيلاني عبد الجواد، "تدهور التربة والتصحر في الوطن العربي، مجلة الزراعة والمياه"، عدد (17)، المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)، دمشق، 1997.
- حسن ازهار عباس، 2010، دراسة التصحر في منطقة بحيرة الدلمج في السهل الرسوبي باستخدام تقنية التحسس النائي - جامعة بغداد كلية العلوم
- حسن حبيب، "التصحر تعريفه، اسبابه، اشكاله، دورة تدريبية حول التقنيات الحديثة لمراقبة ومكافحة التصحر"، طرابلس، الجماهيرية الليبية، 26 - 31/10/1997 - اكساد، جامعة الدول العربية، ص 3 .
- حسن حبيب، التصحر، تعريفه، اسبابه، اشكاله، دورة تدريبية حول التقنيات الحديثة لمراقبة ومكافحة التصحر، (اكساد)، الجماهيرية الليبية، ت1، 1997.

- الحسن محمد الامين ، 1995،التصحّر في الوطن العربي، اسبابه، مظاهره وطرق علاجه، مجلة حوليات، كلية الآداب والعلوم الانسانية، جامعة نواكشوط.
- الحسن محمد الأمين، 1995، "التصحّر في الوطن العربي، اسبابه، مظاهره وطرق علاجه"، مجلة حوليات، كلية الآداب والعلوم الأنسانية، جامعة نواكشوط، ص 45.
- حسن محمد يوسف ، أساسيات علم الجيولوجيا ، دار جون وايلي ، 1983 ، ص 260
- الحقيبة التدريبية : المساحة التصويرية في المساحة – معاهد العمارة والتشييد الثانوي –المملكة العربية السعودية ص51
- خروفة نجيب ، الصحاف مهدي ، الخشاب وفيق ، "الري والبيزل في العراق والوطن العربي"، مصدر سابق، ص 377 - 388.
- خروفة نجيب ، الصحاف مهدي ، الخشاب وفيق ، 1984، الري والبيزل في العراق والوطن العربي، المنشأة العامة للمساحة، بغداد، ص 372.
- الخشن محمد ، 1983، اعمار مساقط المياه ومكافحة التصحر، جمهورية العراق، المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة، اكساد، دمشق.
- الخفاجي عادل عبد الله ، صالح أحمد محمد ، 1999، "تحديد مستوى التلوث وتدهور الاراضي وأثره البيئي"، مركز أباء للأبحاث الزراعية، وزارة الزراعة، بغداد، آذار.
- الخفاجي عبد الستار عبد الله ، الدبوني السيد محمد محمد زكري ، 1999 ، "استخدام نظم المعلومات الجغرافية والأنذار المبكر في مراقبة التصحر وتحركات الجراد الصحراوي"، المنظمة العربية للتنمية الزراعية، مطبعة المنظمة، الخرطوم، السودان، ص 1.
- خولي محمد رضوان ، 1985، التصحر في الوطن العربي، ط1، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، ت2.
- الخياط نمير نذير مراد ، ٢٠٠٢، ظاهرتا السباخ والأرساب الريحي غرب شط العرب دراسة جيومورفولوجية ، إطروحة دكتوراه (غير منشورة) قسم الجغرافية ، كلية الآداب ، جامعة البصرة ، ص ١٢٥.
- دوغرامه جي جمال شريف ، " أثر الإنسان في وجود مشكلة التصحر"، مجلة اغروتিকা، العدد (29) حزيران، 1999.

- الرباطي عبد القادر علي ابو فائد ، 1997، " دور مشروع النهر الصناعي العظيم في مكافحة التصحر"، الدورة التدريبية القومية حول التقانات الحديثة في مكافحة التصحر، (اكساد)، ليبيا، 27 - 1997/10/30.
- الراوي عادل سعيد ، 1990، السامرائي قصي عبد المجيد ، المناخ التطبيقي، دار الحكمة للطباعة والنشر، بغداد.
- الريحاني عبد مخور نجم ، ظاهرة التصحر في العراق وآثارها في استثمار الموارد الطبيعية. اطروحة دكتوراه (غير منشورة) جامعة بغداد، كلية الآداب، قسم الجغرافية، بغداد، 1986، ص 11.
- الريحاني عبد مخور نجم ، ظاهرة التصحر في العراق وآثارها في استثمار الموارد الطبيعية. اطروحة دكتوراه (غير منشورة) جامعة بغداد، كلية الآداب، قسم الجغرافية، بغداد، 1986، ص 11.
- الزوكة محمد خميس ، 1981، دراسة استغلال الأرض، دراسة في الجغرافية الاقتصادية، دار المعرفة الجامعية، الاسكندرية.
- زين الدين عبد المقصود، مشكلة التصحر في العالم الاسلامي، نشرة قسم الجغرافية والجمعية الجغرافية الكويتية، رقم (21)، الكويت، 1980، ص 88.
- السعدي عباس فاضل ، 1993 ، توزيع المستوطنات بين ظاهرة التصحر وقوى الجذب السكاني في محافظة الأنبار، المؤتمر الجغرافي الأول للتصحر وأثره على التنمية الاقليمية في محافظة الأنبار - جامعة الأنبار ، كلية التربية، نيسان.
- السلطان يوسف ، الخفاف عبد علي ، 1982، تحليل جغرافي لظواهر التصحر في ناحية الهارثة، محافظة البصرة، مجلة كلية الآداب، العدد 20، جامعة البصرة، البصرة.
- السوداني صباح باجي ديوان ، ٢٠١٢ ، اثر المناخ في تشكيل الكثبان الرملية في محافظة ميسان ، رسالة ماجستير (غير منشورة) قسم الجغرافية ، كلية التربية ابن رشد ، جامعة بغداد -، ص ٩٦.
- شاكر سحر نافع ، 1985، جيمورفولوجية الكثبان الرملية للمنطقة المحصورة بين الكوت - الديوانية - الناصرية، رسالة ماجستير (غير منشورة) جامعة بغداد، كلية العلوم، قسم الأرض.
- شبور تيجاني الشيخ ، 1986، "دور التعليم والأرشاد الزراعي في التصدي لقضايا الجفاف والتصحر والتدهور البيئي"، مجلة الزراعة والتنمية في الوطن العربي، العدد (12)، المنظمة العربية للتنمية الزراعية، مطبعة المنظمة، الخرطوم، ص 72.
- الشخاترة محمد ، 1982، "الكثبان الرملية في الوطن العربي"، المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (اكساد)، دمشق.

- الصبيحي علي مخلف سبع نهار، 2002 التصحر في محافظة الأنبار وأثره في الأراضي الزراعية كلية التربية ابن رشد / جامعة بغداد
- الطالب محمد، 1997، " رصد ومتابعة التصحر في الجنوب التونسي "، الدورة التدريبية حول التقانات الحديثة لمراقبة ومكافحة التصحر (اكساد)، ليبيا، 27 - 30/10/1997.
- الطائي فليح حسن هادي، 1984، " واقع التصحر في الجمهورية العراقية وطرق مكافحته، الندوة العربية الأولى لتثبيت الكثبان الرملية ومكافحة التصحر "، مجلس الدراسة العلمي والمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والاراضي القاحلة، بغداد، / 14 - 22 ت1، ص 1.
- عبد الله عبد الله سالم، 1990، "مشكلة التصحر في محافظة ذي قار ووسائل الحد منها "، رسالة ماجستير (غير منشورة) جامعة البصرة، كلية الآداب، قسم الجغرافية، آب.
- العسكري طالب صبرحريجة، ٢٠٠٩، الاستدلال على التصحر من خلال دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة في منطقة البطحاء- محافظة ذي قار ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، قسم التربة ، كلية الزراعة ، جامعة البصرة (28) 6 ، ص ٩٣ .
- العقيلي نعمان دهش صالح ، جغرافية التصحر وتجربة العراق، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العدد (45)، بغداد، 2000.
- العقيلي نعمان دهش صالح ، 2000 ، جغرافية التصحر وتجربة العراق، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العدد (45)، بغداد.
- علي، مقداد حسين، حجاب، باسم رشدي، والجسار، سنان هاشم،(1991): الجيولوجيا الهندسية، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة بغداد، 570-576 ص.
- العمري فؤاد عبد الوهاب، 1993، "مخاطر التصحر في محافظة الأنبار"، المؤتمر الجغرافي الأول، التصحر وأثره على التنمية الإقليمية في محافظة الأنبار، جامعة الأنبار، كلية التربية، نيسان.
- غنيمي زين الدين عبد المقصود ، مشكلة التصحر في العالم الإسلامي، مصدر سابق.
- الفراجي فاضل علي هلال ، 1996، مكافحة التصحر في العراق، اليوم العالمي لمكافحة التصحر والجفاف، وزارة الري، وزارة الزراعة، بغداد، حزيران، (تقرير غير منشور).
- الفراجي فاضل علي هلال ، 2000، "مكافحة التصحر في العراق ، التأثيرات والمعالجات" ، اليوم العالمي لمكافحة التصحر والجفاف ، وزارة الزراعة ، قسم مكافحة التصحر ، حزيران ، ص1.

- الفرغلي عبير على ، ٢٠٠٧، جيومورفولوجية الكثبان الرملية بين الجزء الجنوبي من الإسماعيلية والحافة الغربية لهضبة التيه سيناء ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، قسم الجغرافية ، كلية الآداب ، جامعة الإسكندرية ، -، ص ٧٣.
- فرغلي عبير على، 2007، جيومورفولوجية الكثبان الرملية فيما بين الجزء الجنوبي من الإسماعيلية والحافة الغربية لهضبة التيه سيناء جامعة الإسكندرية / كلية الآداب
- الفرغلي عبير علي ، جيومورفولوجية الكثبان الرملية بين الجزء الجنوبي من الإسماعيلية والحافة الغربية لهضبة التيه سيناء ، مصدر سابق ، ص ٢٠١. الناصرية، مصدر
- القشطيني باسل أحسان ، 1993، تكثيف استثمار النبات الصحراوي وأثره في مكافحة بعض مظاهر التصحر في البادية الشمالية، المؤتمر الجغرافي الأول للتصحر وأثره على التنمية الإقليمية في محافظة الأنبار، جامعة الأنبار، كلية التربية، نيسان.
- القواسمة يوسف ، 1986، المناخ والتصحر، مجلة الزراعة والمياه، العدد الثالث، السنة الثالثة، المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)، دمشق، نيسان.
- لامة محمد عبد الله، 1997، التجربة الليبية في مكافحة التصحر، الدورة التدريبية حول التقنيات الحديثة في مراقبة التصحر، (أكساد)، الجماهيرية الليبية - 27- 1997/10/30.
- لولو عبد الرحيم ، 1997، " تطبيقات الاستشعار عن بعد في مراقبة التصحر "، الدورة التدريبية القومية حول التقانات الحديثة في إعداد خرائط ومراقبة ومكافحة التصحر، (أكساد) ، المركز الليبي للاستشعار عن بعد وعلوم الفضاء ، 27 - 1997/10/30 .
- المالكي عبدالله سالم ، ظاهرة التذرية الريحية في محافظتي ذي قار والبصرة ، أطروحة دكتوراه (غير منشورة) قسم الجغرافية ، كلية الآداب ، جامعة البصرة ، ١٩٩٩ ، ص ٩٧ .
- المالكي عبدالله سالم عبدالله ، ظاهرة التذرية الريحية في محافظتي ذي قار والبصرة ، مصدر سابق ، ص 174.
- المالكي عبدالله سالم عبدالله ، ظاهرة التذرية الريحية في محافظتي ذي قار والبصرة ، مصدر سابق ، ص ١٧٨.
- محسوب محمد صبري ، ٢٠٠١، جيومورفولوجية الأشكال الأرضية ، دار الفهد العربي ، القاهرة ، ص ٢٦٧.

- محسوب محمد صبري و راضي محمد دياب ، 1989 ، العمليات الجيومورفولوجية ، دار الثقافة للنشر والتوزيع ، القاهرة ، ص195 .
- محمد علي كريم ، ٢٠١٠ ، دراسة التصحر والكثبان الرملية في جنوب سهل الرافدين باستعمال التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية ، مجلة جامعة بابل للعلوم الانسانية ، كلية التربية ، المجلد 18 ، العدد 3 ، ص ٢٠ .
- محمد ماجد السيد ولي ، 1982 ، " العواصف الترابية في العراق وأحوالها، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، مجلد 13، مطبعة العاني، بغداد، ص 70
- محمد ماجد السيد ولي ، ١٩٨٧ ، الكثبان الرملية في سهل ما بين النهرين أسبابها وطرق الوقاية منها ، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، العدد ٢١ ، مطبعة العاني ، بغداد ، ص ٧٧ .
- محمود حمادة صالح الجبوري، ظاهرة التصحر وأثرها على الاراضي الزراعية في محافظة صلاح الدين، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، جامعة بغداد، كلية الآداب، قسم الجغرافية، بغداد، 2000، ص 40.
- المشهداني منى محمد نوري، 2022، رسوبية ومورفولوجية حقول كثبان الرملية حول هور الدلمج بين محافظتي واسط والقادسية وسط العراق – رسالة ماجستير – جامعة بغداد – كلية العلوم .
- المصرف هاشم محمد يحيى ، 1999 ، إدارة الأرض المستدامة والسيطرة على التصحر في مشروع ري وبزل الرمادي، مؤتمر التصحر في الوطن العربي 25 - 28 ت1، جامعة مؤتة، الأردن.
- المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 2000 ، "ظاهرة الجفاف وتأثيرها على الإنتاج الزراعي والتقنيات المستخدمة لدرءها "، مجلة الزراعة والمياه في الوطن العربي، العدد الثاني، نيسان - حزيران، الخرطوم، ص 27.
- مؤتمر الأمم المتحدة، التصحر، 2000، تعريفه، اسبابه، تقرير رقم (1/74) نيروبي، كينيا، 1977، ص 5 - 6.
- مؤتمر دبي العالمي للتصحر، " استراتيجيات دولية لمكافحة التصحر، مجلة البيئة والتنمية "، مجلد (5)، ع (23)، بيروت، شباط.
- مياس محمد احمد ، 2013 ، الطبعة الاولى كتب اسس الاستشعار عن بعد – اليمن – صنعاء .

- النحلاوي ماجد ، 1987، " تنمية الموارد الطبيعية ومكافحة التصحر باستثمار المصادر المائية في أدنى نهر عطبرة بالسودان "، العدد (6)، المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة، أكساد، دمشق، ت2.
- النقاش عدنان باقر ، 1989 ، ومهدي محمد علي الصحاف ، الجيومورفولوجيا ، دار الكتب للطباعة والنشر ، بغداد ، ص247-249 .
- الولي نهاد شاكر سلطان ، تقييم كفاءة بعض مصطلحات التربة في تثبيت الكثبان الرملية ، رسالة ماجستير (غير منشورة) قسم التربة ، كلية الزراعة ، جامعة البصرة ، ١٩٩٤ ، ص 13 .
- يوسف صيام، 1994 ، المساحة الجوية والاستشعار عن بعد عمان 1994
- Jenkins. 1974 An introduction to X-ray spectrometry. London and Rheine (Heyden & Son, Ltd.), 1974. xi + 163 pp., 87 figs.
- Abaychi, J., Al-Saad, H.T., 1988 Trace elements in fish from the Arabian Gulf and the Shatt al-Arab River, Iraq. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 40, 226–232.
- Abuodha, J. O. Z., 2003. Grain Size Distribution and Composition of Modern Dune and Beach Sediments, Malindi Bay Coast, Kenya: Journal of African Earth Sciences, Vol. 36, Pp. 41-54.
- Al - Sadoon , M. K. and N. M. Abdo ., 1988. A Comparative Study On The - Abolic Rates Of Five Species Of Lizards Belonging To Three Different Hilies . Bull . Md . Herpetol . Soc . 24 (4) : 85-98 .
- Al-Jubouri, Hamid Hassan, 2002, Geotechnical Assessment of Soils in Babil Governorate, Master's thesis, unpublished, University of Baghdad - College of Science 83 (p.
- Al-Zubaydi, Jafar Husayn Ali. 2017, Study of the engineering properties of dunes field at al-Najaf governorate- middle of Iraq By: Journal of Babylon University : Journal of Applied and Pure Sciences. Vol. 25, no. 3 (2017), pp.1158-1172, 15 p.

- Anderson, R.S., 1990. Eolian ripples as examples of self-organization in geomorphological systems. *Earth Science Reviews*, Vol. 29, pp.77–96.
- Anderson, R.S., 1990. Eolian ripples as examples of self-organization in geomorphological systems. *Earth Science Reviews*, Vol. 29, pp.77–96.
- Andreotti, B., Claudin, P., and Douady, S., 2002. Selection of dune shapes and velocities (2 Parts). *Eur. Phys. J. B*. Vol. 28, PP. 321–339. *Eur. Phys. J. B*. Vol. 28, PP. 341-352.
- Ash, J. E., and Wasson, R. J., 1983. Vegetation and sand mobility in the Australian desert dunefield. *Z. Geomorph Suppl. Bd.* Vol.45, pp.7–25.
- Aufrère, L. 1928. L'orientation des dunes et la direction des vents. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, Vol. 187, pp. 833–835
- Bagnold, R. A., 1941. *The Physics of Blown Sand and Desert Dunes* Methuen and Co. Ltd. London. 256p.
- Bagnold, R. A., 1941. *The Physics of Blown Sand and Desert Dunes* Methuen and Co. Ltd. London. 256p.
- Barry , wies , 1982 . “ The Dedino of Later Bronze Age clivilizationes , Possible , possible Response To climatic change ” *Unesco climatic change* , vol . 4 , No2, pp 173 – 196.
- Berwari, A.M., Salioh, C.A., 1995, report on the geological plate of Karbala, the General Company for Geological Survey and Mining 0.15 p
- Boulton, J.W., 1997. Quantifying the morphology of aeolian impact ripples formed in a natural dune setting, University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada, 172pp.
- Bouma, AH; Marshall, NF (1964): A method for obtaining and analysing undisturbed oceanic sediment samples. *Marine Geology*, 2(1), 81-99

- Bourke, M.C. 2010. Barchan dune asymmetry: observations from Mars and Earth. *Icarus.*, Vol.205,pp.183–197.
- Broadman . J . Favis – mortlaclack , 1993 “ Climate change and soil Erosion In Britain ” *Geographical Journal* , vol . 159 , No2 . July. pp. 5 – 179 .
- Brugmans, F., 1983. Wind ripples in an active drift sand area in the Netherlands: a preliminary report. *Earth Surf. Proc. Landf.*vol. 8, pp.527–534.
- Bryson , Reid . A , 1974 “ A Prespective on Climatic change ” science , Volume , 184 , number , 4138 , University of wisconsin, pp, 12 - 25 .
- Butterfield, Jody , 2006. *Holistic Management Handbook: Healthy Land, Healthy Profits*, Second Edition. Island Press. ISBN 1559638850.
- Çakan, H.,and Karataş, Ç., 2006. Interactions between mycorrhizal colonization and plant life forms along the successional gradient of coastal sand dunes in the eastern Mediterranean, *Ecological Research*,Vol. 21,pp. 301–310.
- Carver, R. E., 1971. *Procedures in Sedimentary Petrology*, Wiley-Inter Science: New York, 653p.
- CCRS, 2000 . *Fudemental of remote sensing*, canada center for remote sensing
- Clos-Arceuduc, A., 1971 .*Typologie des dunes vives* . *Travaux de la Institut de Géographie de Reims*,Vol. 6,pp. 63–72.
- Cooke, R. U., Warren, A., and Goudie, A. S., 1993. *Desert Geomorphology*. London: UCL Press. 526p.
- Durán, O., Claudin, P., Andreotti, B., 2011. On aeolian transport: Grainscale interactions, dynamical mechanisms and scaling laws. *Aeolian Res.*
- Elbelrhiti, H., Andreotti, B.,and Claudin, P., 2008. Barchan dune corridors: field characterization and investigation of control parameters. *J. Geophys. Res.**Earth Surface*, Vol.113,Issu F02,21p .
- Ellwood, J. M., Evans, P. D.,and Wilson, I. G., 1975. Small-scale aeolian bedforms. *J. Sediment. Petrol.* Vol.45, pp.554–561.

- El-Sheikh, M.A., Abbadi, G. A., and Bianco, P.M., 2010. Vegetation ecology of phytogenic hillocks (nabkhas) in coastal habitats of Jal Az-Zor National Park, Kuwait: Role of patches and edaphic factors. *Flora*, Vol. 205, pp.832–840.
- F . A . O . and Unosco , “ World map of Desertification ” Explanatory Not. Nairobi. Kenya, 1977, P. 7.
- Flint, R. F., and Bond, G., 1968. Pleistocene sand ridges and pans in Western Rhodesia. *Bull. Geol. Soc. Am.* Vol.79, pp.299–313.
- Folk, R., 1974. *Petrology of Sedimentary Rocks*. Hamphill, Texas, 182p.
- Fryberger S. G., Ahlbrandt T. S., and Andrews, S., 1979. Origin, Sedimentary Features and Significance of Low-Angle Aeolian “Sand Sheet” Deposits, Great Sand Dunes National Monument and Vicinity, Colorado. *Journal of Sedimentary Petrology*, Vol. 49, No. 3, Pp. 733-746.
- Fryberger S. G., Ahlbrandt T. S., and Andrews, S., 1979. Origin,
- Greeley, R., and Iversen, J. D., 1985. *Wind as a geological process*. Cambridge, Cambridge Univ.Press.333p.
- Greeley, R., and Peterfreund, A. R., 1981. Aeolian “megaripples”: examples from Mono Craters, California and Northern Iceland. *Geol. Soc. Am. Nat. Conf.* Vol.13,p. 463.
- H.S.Shawma, *Perspectives tives in Geomorphology* , coucept company New Delhi , 1982 , P.165-168
- Hanson, P. R., Joeckel ,R .M., Young A. R.,and Horn J., 2009. Late Holocene dune activity in the Eastern Platte River Valley, Nebraska. *Geomorphology*, Vol.103,pp. 555–561.
- Hassan, Ahmed Abbas, Lafta, A. A., Mahmood, A. A. (2012). Integration Study of Vegetation Cover in Babil Governorate By Using Remote Sensing Data and GIS, *Pure and Applied Sciences/ No.(1)/ Vol.(22)*

- Hastenrath, S.L. 1967. The barchans of the Arequipa region, Southern Peru. *Zeitschrift für Geomorphologie*, Vol.11, pp.300–311.
- Hersen, P., 2004. On the Crescentic Shape of Barchan Dunes. *The European Physical Journal*. Springer-Verlag. Vol. 37, Pp. 507-514.
- Hesp,P.A., 1981. The formation of shadow dunes. *Journal of Sedimentary Petrology*,Vol. 51,pp. 101–111.
- Hunter, R.E. Richmond, B.M. and Alpha, T.R. 1983. Storm-controlled oblique dunes of the Oregon Coast. *Geological Society of America Bulletin*, Vol.94, pp.1450–1465. *Interpretation. Geology* Vol.23, P.1107–1110.
- Kadaim, L, S., Salih, S, A., and Abdullah, M, A, 2012. Sedimentological and Mineralogical of Sand Dune in AL-Nama area, SE Tikrit. Unpublished PhD. thesis, University of Tikrit, Iraq
- Kenneth Hare . F, Robert. W, Kates and Andrew warren , 1977 “ The making of desert : Climate , Ecology , and Society , Economic Geogr aphy , vol . 53 . no4 , clark university . October , U.S.A. . pp 332 – 345 .
- Khalaf, F. I., Misak, R., and Al-Dousari, A. M., 1995. Sedimentological and Mophological Characteristics of Some Nabkha Deposits in the Northern Coastal Plain of Kuwait Arabia. *Jour. of Arid Environment*, Vol. 29, Pp. 267-292.
- Kocurek G. and Nielson J., 1986. Conditions Favorable to the Formation of Warm-Climate Aeolian Sand Sheets. *Sedimentology*, Vol. 33, No. 6, Pp. 795-816.
- Koloski, J.W., S.D. Schwarz, D.W. Tubbs, 1989. Geotechnical properties of geologic materials.N *Engineering Geology in Washington*, Washington Division of Geology and Earth Resources Bulletin 78(1).

- Lancaster, N., 1981. Paleoenvironmental implications of fixed dune systems in Southern Africa. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* Vol.33, pp.327–346.
- Lancaster, N., 1982a. Dunes on the Skeleton Coast, SWA/Namibia: geomorphology and grain size relationships. *Earth Surface Processes and Landforms*, Vol.7, pp.575–587.
- Lancaster, N., 1982b. Linear dunes. *Progress in Physical Geography*, Vol.6, pp.476–504.
- Lili, L., Xunming, W., Eerdun, H., and Ting, H., 2013. Nebkha (coppice dune) formation and significance to environmental change reconstructions in arid and semiarid areas. *J. Geogr. Sci.*, Vol. 23, pp. 344-358.
- Mabbut . J. A , 1976, “ The Impact of Desertification as revealed by mapping ” *Environmental Conservation* , vol . 5 . spring.
- Manual Anya Gardino , 1977, *Technology and Desertification Economic Geography Nairobi* p407 – 412 .
- Manual Anya Gardino ‘*Technology and Desertification Economic Geography Nairobi* ‘1977 p407 – 412.
- Marston, R.A., 1986. Maneuver-caused wind erosion impacts, south central New Mexico. In: Nickling, W.G. (Ed.), *Aeolian Geomorphology. The Binghampton Series in Geomorphology*, vol. 17. Allen & Unwin, London, pp. 273 – 290.
- McKee, E. D., 1979. Introduction to a Study of Global Sand Seas. In: McKee, E.D., (Ed.). *A Study of Global Sand Seas. United States Geological Survey, Professional Paper 1052*, Pp. 3-19.
- Melton, F. A. 1940. A tentative classification of sand dunes – its application to dune history in the southern High Plains. *J. Geol.* Vol.48, pp. 113–174.

- Mustafa, Y.Z. 1985. The Asiatic clam, Corbicula: An indicator of trace metal pollution in Shatt al-Arab River. M.Sc. thesis, University of Basrah.
- Mustafa. m. El – hag, 1984, “Study of Desertification Based upon Land sat Imagery ” ph. D.thesis state University of cherct, Berkelium, (Un publisked) p.8.
- NASA,website <https://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-8/>
- Nesse, W. D., 2000, Introduction to Mineralogy, Oxford University press, New York, 442 P.
- Parsons, R. M., Eng. Co., 1957. Ground Water Resources of Iraq Ministry of development, Government of Iraq. Unpublished report Engineering co.
- Parteli, E. J. R., Durán, O., Bourke, M. C., Tsoar, H., Pöschel. T., and Herrmann, H., 2014. Origins of Barchan Dune Asymmetry: Insights from Numerical Simulations. Aeolian Research. Vol. 12, PP. 121-133.
- Pell, S. D., and Chivas, A. R., 1995. Surface Features of Sand Grains from the Australian Continental Dune field. Paleogeographical. Paleoclimatological. Paleoecological. V. 113, P. 119-132.
- Pettijohn, F. J., 1975. Sedimentary Rocks. Harper and Raw Publishers, Inc., New York, 628p.
- Porter, M.L., 1986. Sedimentary record of erg migration. Geology, Vol.14, pp.497–500.
- Pye, K. and Tsoar, H., 2009. Aeolian Sand and Sand dunes 2nd edition, Library of Congress No. 2008935393, Berlin Springer Press. 458p.
- Pye, K. and Tsoar, H., 2009. Aeolian Sand and Sand dunes 2nd edition, Library of Congress No. 2008935393, Berlin Springer Press. 458p.
- Pye, K.and Tsoar, H., 1990. Aeolian Sand and Sand Dunes. Unwin Hyman,London, 396p.

- Robert Kates, et al., 1977, “Population Society and Desertification ; In Desertification , Kits Causes and Consegutnces Ed . The Sectrariat of United Nations Conference on Nairobi, p. 8 .
- Rubin, D. M., and Hunter, R. E. 1985. Why deposits of longitudinal dunes are rarely recognized in the rock record. *Sedimentology*, Vol.32, pp.147–157.
- Saad, H.T., Shamshoom, S.M and Abaychi, J.K.,1997. N- Alkanes in the dissolved and particulate water phases of shatt Al- Arab estuary and North-West Arabian Gulf *Marina Mesopotamica* 12(2): 213- 231.
- Sedimentary Features and Significance of Low-Angle Aeolian “Sand Sheet” Deposits, Great Sand Dunes National Monument and Vicinity, Colorado. *Journal of Sedimentary Petrology*, Vol. 49, No. 3, Pp. 733-746.
- Sharp, R. P., 1963. Wind Ripples. *Journal of Geology*, Vol. 71, Pp. 617-636.
- Sissakian, V.K., (editor), 2000 Geological map of Iraq, central company of geological survey and mineralization, GEOSURF.
- Tanner, W.F., 1967. Ripple mark indices and their uses, *Sedimentology*, vol. 9, pp. 89-104.
- Thomas M. Lillesand, 2008, *Remote Sensing And Image Interpretation*.
- Thomas, David, SG, 1989, “ Arid Zone Geomorphology ” Belhawen press , London. pp . 5 – 8.
- Tosar, H., 2001. *Types of Aeolian Sand Dunes and Their Formation*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, LNP 582p.
- Tsoar, H. 1984. The formation of seif dunes from barchans – a discussion. *Z. Geomorph.* Vol.28, pp.99–103.
- Tsoar, H. and Parteli, E. J. R., 2016. Bidirectional winds, barchan dune asymmetry and formation of seif dunes from barchans: a discussion. *Environ Earth Sci.* Vol. 75, pp.1237.

- Tsoar, H., 1983. Dynamic processes acting on a longitudinal (seif) dune. *Sedimentology*, Vol.30, pp.567–578.
- Tsoar, H., 1990. Grain size characteristics of wind ripples on a desert seif dune. *Geogr. Res.*Vol.10, pp. 37–50.
- Tsoar, H.1985. Profile analysis of sand dunes and their steady state significance. *Geografiska Annaler*,Vol. 67A,pp. 47–59.
- Tucker, M.E., 1988. *Techniques in sedimentology*, Blackwell Scientific publications, 394p.
- Twenhofel, W. H., 1950. *Principles of sedimentation* (2nd ed.): McGraw-Hill, New York, 673 p.
- United Nations Environment programme, 1991,” Desertification control Bulletin ” , A Bulletin of world Events in the control of Desertification , Restoration of Deraded Lands and Reforestation Number , 21.And:Vol.3,pp. 243–270.
- Warren, A., 1972 .Observations on dunes and bimodal sands in the Tenere desert. *Sedimentology*, Vol.19, pp. 37–44.
- Wayne C., 1965, Palmer Meteorological Drought ,Research paper,No 45,Washington ,D.C. February.p.6.
- Wiggs, G. F. S., Thomas, D. S. G., Bullard, J. E.,and Livingstone, I. 1995.Dune mobility and vegetation cover in the southwest Kalahari Desert. *Earth Surface Processes and Landforms*, Vol.20, pp. 515–529.
- Wilson, I.G. 1972. Aeolian bedforms—their development and origins. *Sedimentology*, Vol.19, pp.173–210

(*) الكيروسول مادة تخلط بالماء يتحول الى محلول غروي بلاستيكي تلتصق به دقائق الرمال اثناء عملية الرش فتتكون طبقة متماسكة تسمح بنفاذ مياه الامطار ونمو النباتات.

(**) مركب كيميائي صناعي (بوليميرات الحوامض ومشتقاتها) يحتوي على النروجين وتركيبه الكيميائي 2CONH وهو على شكل مسحوق يذوب في الماء

ملحق

Appendix

Sample Name **1** Date of Receipt 11/18/2021 12:56:46
 Description Method TurboQuant-Pellets

Z	Symbol	Element	Norm. Int.	Concentration	Abs. Error
11	Na2O	Sodium	38.4861	1.400 %	0.029 %
12	MgO	Magnesium	434.2145	4.284 %	0.014 %
13	Al2O3	Aluminum	2519.1642	8.496 %	0.011 %
14	SiO2	Silicon	24554.1952	43.69 %	0.03 %
15	P2O5	Phosphorus	91.8099	0.09925 %	0.00095 %
16	SO3	Sulfur	184.4950	0.09177 %	0.00045 %
17	Cl	Chlorine	346.0326	0.03494 %	0.00011 %
19	K2O	Potassium	226.8640	1.012 %	0.005 %
20	CaO	Calcium	4304.3927	16.89 %	0.02 %
22	TiO2	Titanium	196.8658	0.6893 %	0.0044 %
23	V2O5	Vanadium	7.8298	0.0178 %	0.0019 %
24	Cr2O3	Chromium	52.6658	0.03966 %	0.00060 %
25	MnO	Manganese	147.3478	0.09064 %	0.00073 %
26	Fe2O3	Iron	11116.4903	4.983 %	0.004 %
27	CoO	Cobalt	2.5341	0.00146 %	0.00034 %
28	NiO	Nickel	116.3091	0.02226 %	0.00018 %
29	CuO	Copper	16.3579	0.00235 %	0.00010 %
30	ZnO	Zinc	62.9397	0.00682 %	0.00008 %
31	Ga	Gallium	19.0718	0.00130 %	0.00005 %
32	Ge	Germanium	0.0000	< 0.00005 %	(0.0) %
33	As2O3	Arsenic	14.7866	0.00076 %	0.00003 %
34	Se	Selenium	0.0000	< 0.00005 %	(0.0) %
35	Br	Bromine	3.5869	0.00012 %	0.00002 %
37	Rb2O	Rubidium	178.4870	0.00374 %	0.00003 %
38	SrO	Strontium	1986.0687	0.04056 %	0.00007 %
39	Y	Yttrium	93.8408	0.00157 %	0.00003 %
40	ZrO2	Zirconium	33.9402	0.01190 %	0.00022 %
41	Nb2O5	Niobium	2.5645	0.00074 %	0.00007 %
42	Mo	Molybdenum	6.9784	0.00145 %	0.00007 %
47	Ag	Silver	0.0000	< 0.00020 %	(0.0) %
48	Cd	Cadmium	0.5770	< 0.00020 %	(0.0) %
50	SnO2	Tin	0.0000	< 0.00039 %	(0.0) %
51	Sb2O5	Antimony	0.0000	< 0.00040 %	(0.0) %
52	Te	Tellurium	0.0000	< 0.00030 %	(0.0) %
53	I	Iodine	0.0000	< 0.00030 %	(0.0) %
55	Cs	Cesium	2.6829	0.00176 %	0.00074 %
56	Ba	Barium	33.3238	0.02602 %	0.00096 %
57	La	Lanthanum	0.0000	< 0.00020 %	(0.0) %
58	Ce	Cerium	0.0000	< 0.00020 %	(0.0) %
72	Hf	Hafnium	2.1373	< 0.00015 %	(0.00004) %
73	Ta2O5	Tantalum	29.8325	0.00885 %	0.00022 %
74	WO3	Tungsten	16.2097	0.00360 %	0.00014 %
80	Hg	Mercury	0.0000	< 0.00010 %	(0.0) %
81	Tl	Thallium	0.4285	0.00001 %	0.00001 %
82	PbO	Lead	12.9509	0.00100 %	0.00005 %
83	Bi	Bismuth	0.0000	< 0.00010 %	(0.0) %
90	Th	Thorium	6.3643	0.00031 %	0.00003 %
92	U	Uranium	6.4172	< 0.00010 %	(0.0) %
Sum of concentration				81.95 %	

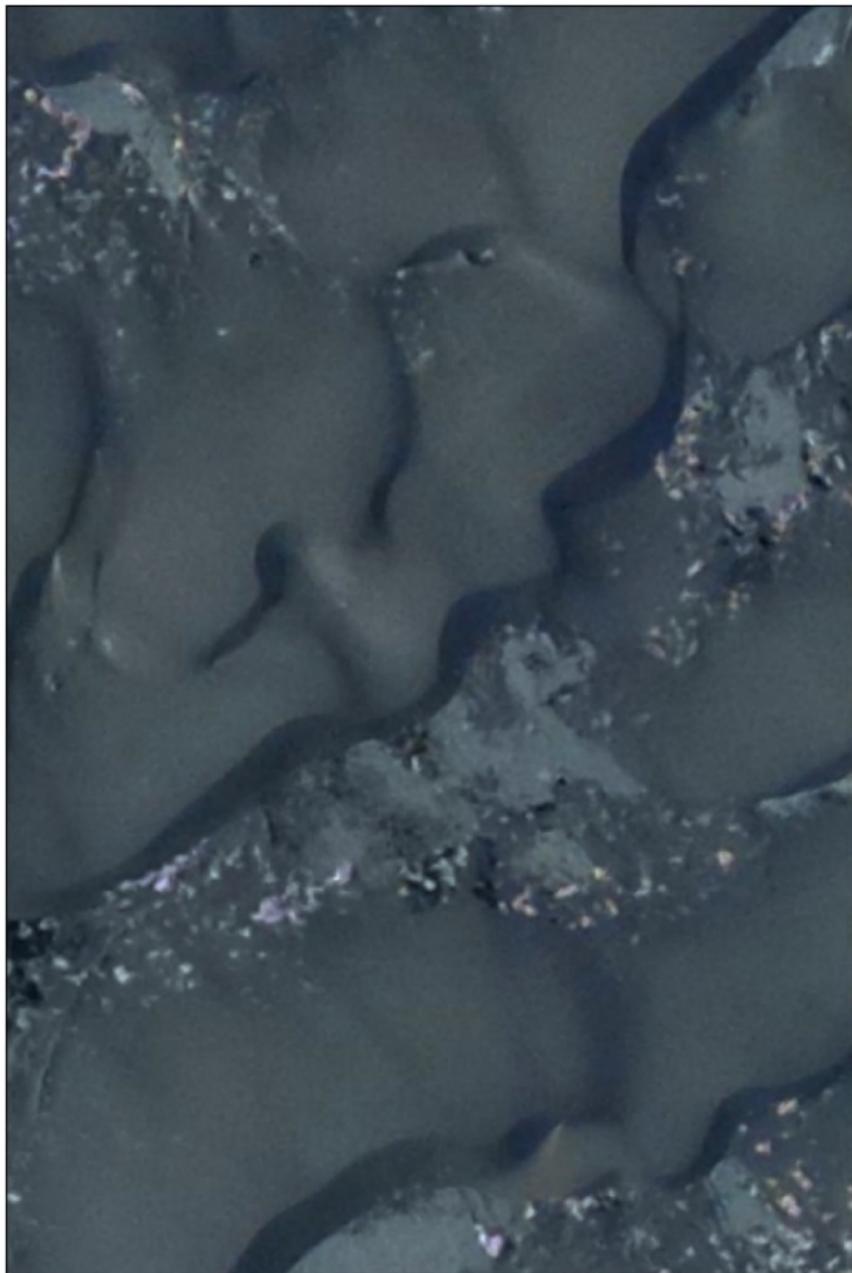
Sample Name **2** Date of Receipt 11/18/2021 13:02:00
 Description Method TurboQuant-Pellets

Z	Symbol	Element	Norm. Int.	Concentration	Abs. Error
11	Na2O	Sodium	41.4631	1.658 %	0.031 %
12	MgO	Magnesium	368.1271	3.966 %	0.014 %
13	Al2O3	Aluminum	2242.7554	8.227 %	0.011 %
14	SiO2	Silicon	23158.4872	44.42 %	0.03 %
15	P2O5	Phosphorus	78.1895	0.08977 %	0.00099 %
16	SO3	Sulfur	407.8084	0.2459 %	0.0007 %
17	Cl	Chlorine	815.7469	0.09561 %	0.00020 %
19	K2O	Potassium	199.2975	0.9374 %	0.0048 %
20	CaO	Calcium	4002.9187	16.46 %	0.02 %
22	TiO2	Titanium	186.6780	0.6737 %	0.0044 %
23	V2O5	Vanadium	7.2283	0.0172 %	0.0019 %
24	Cr2O3	Chromium	83.8139	0.06705 %	0.00071 %
25	MnO	Manganese	135.9500	0.08554 %	0.00073 %
26	Fe2O3	Iron	10024.9513	4.591 %	0.004 %
27	CoO	Cobalt	2.8892	0.00200 %	0.00038 %
28	NiO	Nickel	95.7657	0.01839 %	0.00017 %
29	CuO	Copper	15.7713	0.00228 %	0.00010 %
30	ZnO	Zinc	55.1917	0.00599 %	0.00008 %
31	Ga	Gallium	16.9145	0.00116 %	0.00005 %
32	Ge	Germanium	0.0000	< 0.00005 %	(0.0) %
33	As2O3	Arsenic	10.9230	0.00057 %	0.00003 %
34	Se	Selenium	0.0000	< 0.00005 %	(0.0) %
35	Br	Bromine	4.3391	0.00014 %	0.00002 %
37	Rb2O	Rubidium	158.3520	0.00333 %	0.00003 %
38	SrO	Strontium	1876.2425	0.03852 %	0.00007 %
39	Y	Yttrium	89.0987	0.00150 %	0.00003 %
40	ZrO2	Zirconium	31.7850	0.01122 %	0.00021 %
41	Nb2O5	Niobium	3.5990	0.00104 %	0.00007 %
42	Mo	Molybdenum	3.7470	0.00073 %	0.00006 %
47	Ag	Silver	0.0000	< 0.00020 %	(0.0) %
48	Cd	Cadmium	1.1142	< 0.00020 %	(0.0) %
50	SnO2	Tin	3.9787	0.00015 %	0.00003 %
51	Sb2O5	Antimony	0.0000	< 0.00040 %	(0.0) %
52	Te	Tellurium	0.0000	< 0.00030 %	(0.0) %
53	I	Iodine	0.0000	< 0.00030 %	(0.0) %
55	Cs	Cesium	0.0000	< 0.00040 %	(0.0) %
56	Ba	Barium	30.9469	0.02444 %	0.00094 %
57	La	Lanthanum	6.3254	0.00365 %	0.00068 %
58	Ce	Cerium	0.0000	< 0.00020 %	(0.0) %
72	Hf	Hafnium	2.3124	0.00009 %	0.00002 %
73	Ta2O5	Tantalum	29.7602	0.00876 %	0.00021 %
74	WO3	Tungsten	35.6010	0.00847 %	0.00016 %
80	Hg	Mercury	0.0000	< 0.00010 %	(0.0) %
81	Tl	Thallium	0.0987	< 0.00010 %	(0.0) %
82	PbO	Lead	11.2036	0.00087 %	0.00005 %
83	Bi	Bismuth	0.0000	< 0.00010 %	(0.0) %
90	Th	Thorium	6.5579	0.00032 %	0.00003 %
92	U	Uranium	6.9009	< 0.00010 %	(0.0) %
Sum of concentration				81.66 %	



P. 2-6

F.L. = 4mm
A.G.L. = 300m



0 4 8 16 Meters





P. 2-7

F.L. = 4mm
A.G.L. = 300m



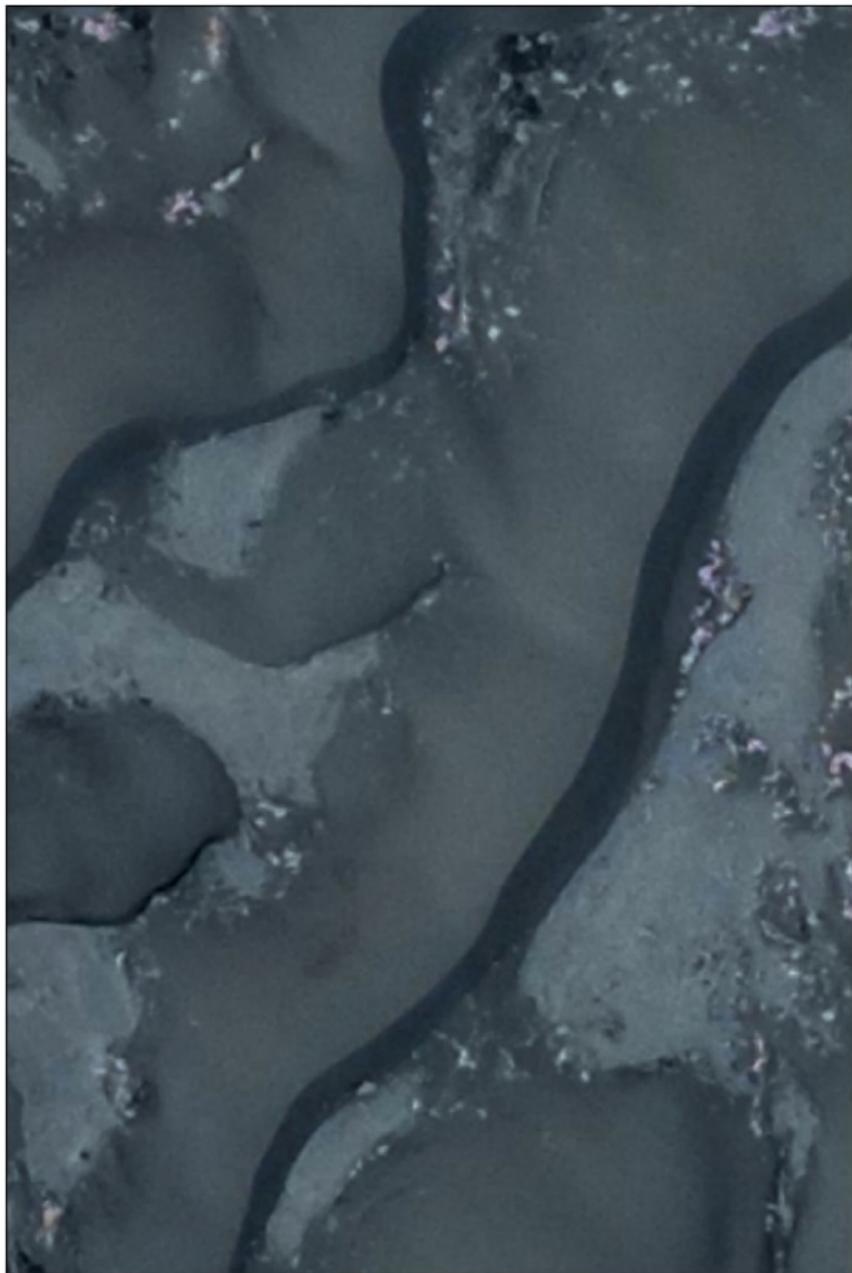
0 4 8 16 Meters





P. 3-5

F.L. = 4mm
A.G.L. = 300m



0 4 8 16 Meters





P. 3-6

F.L. = 4mm
A.G.L. = 300m



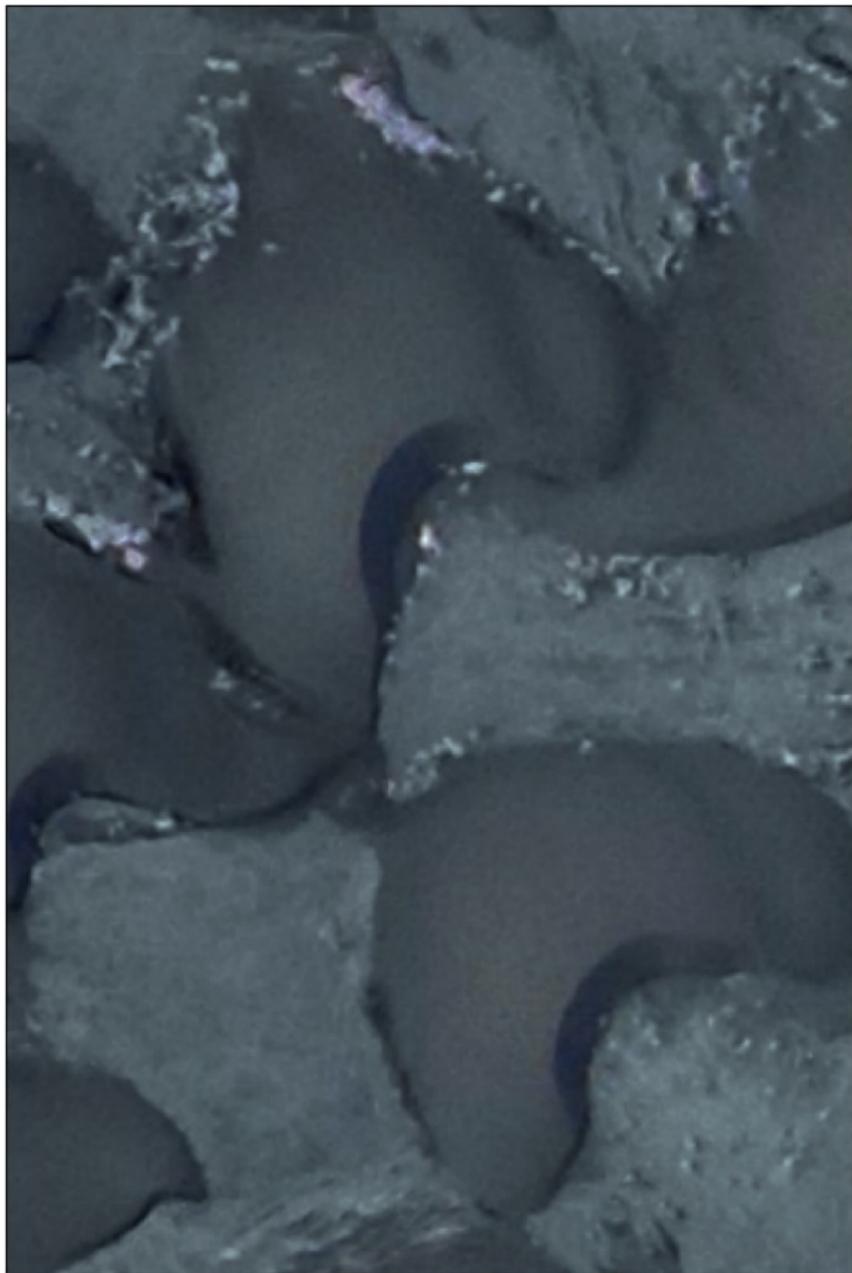
0 4 8 16 Meters





P. 8-17

F.L. = 4mm
A.G.L. = 300m



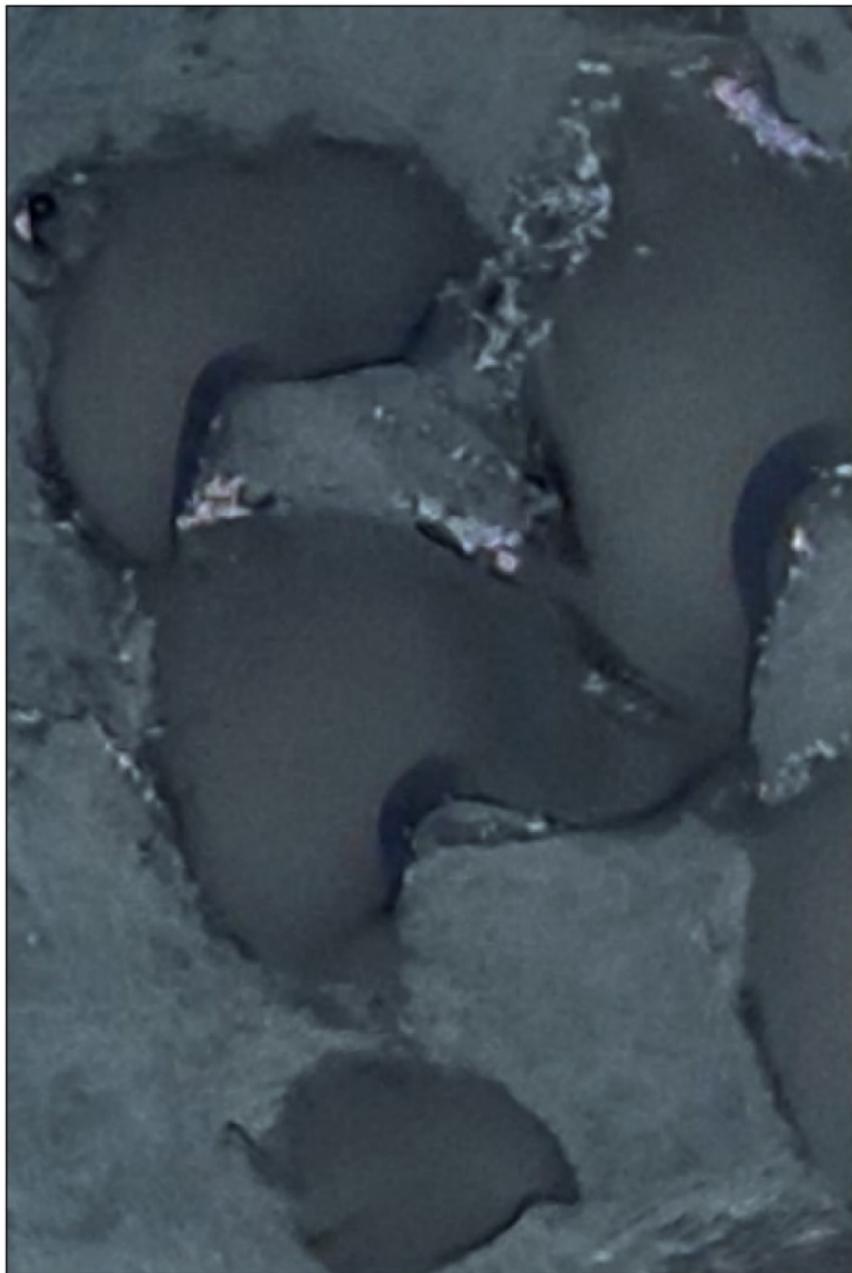
0 3 6 12 Meters





P. 8-18

F.L. = 4mm
A.G.L. = 300m



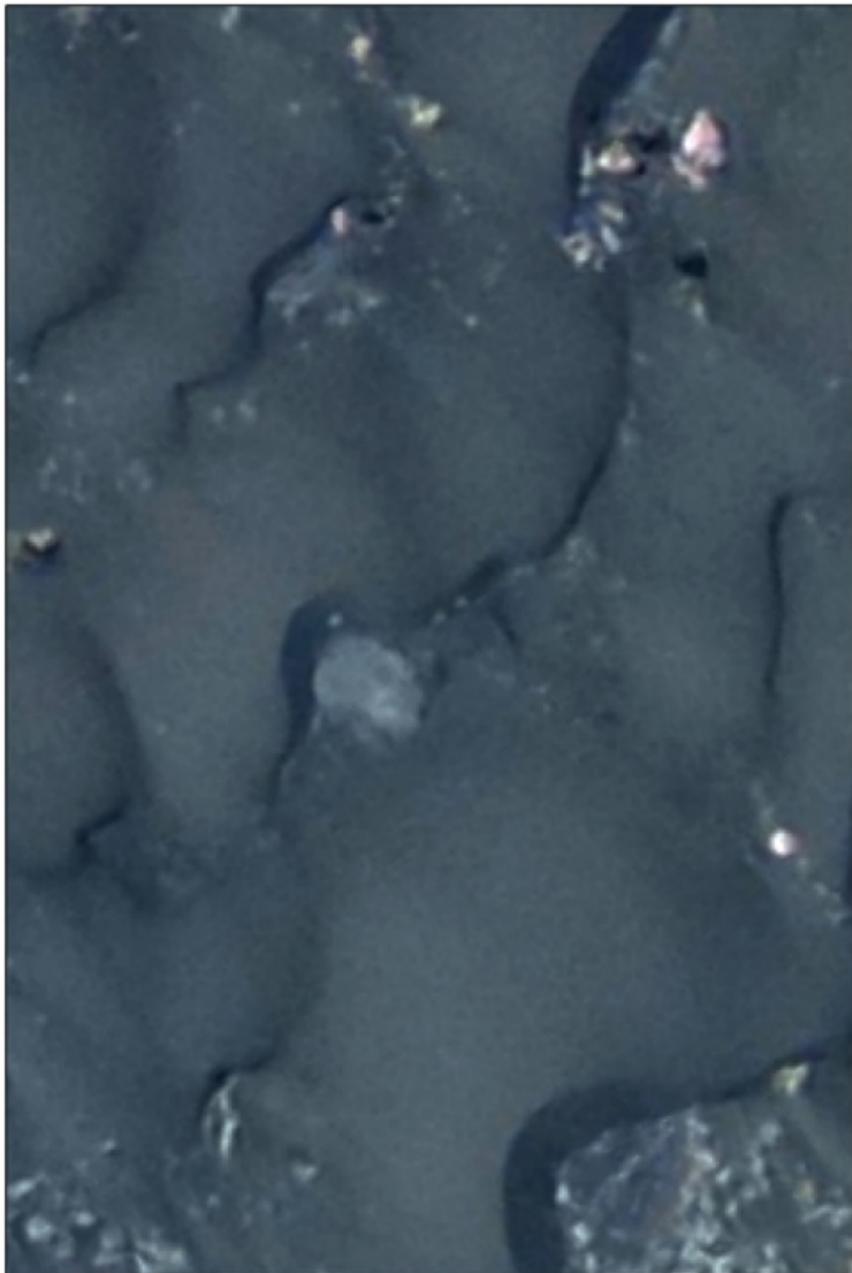
0 3 6 12 Meters





P. 14-4

F.L. = 4mm
A.G.L. = 300m



0 2.5 5 10 Meters





P. 14-5

F.L. = 4mm
A.G.L. = 300m



0 2.5 5 10 Meters





P. 1-1

F.L. = 4mm
A.G.L. = 300m



0 5 10 20 Meters





P. 1-2

F.L. = 4mm
A.G.L. = 300m



0 5 10 20 Meters



Summary

Babylon Governorate is located approximately in the center of Iraq, about 100 km away from the capital, Baghdad. Its area is 5,119 km², which constitutes 1.2% of the total area of Iraq. It is dominated by a desert climate, which is characterized by a low amount of rainfall, ranging from 50 to 200 mm annually, and high temperatures in summer may reach 50 °C, dominated by northwest winds.

Desertification is a global problem that many countries around the world suffer from. The study area suffers from this phenomenon, which is located within the middle belt of sand dunes in Iraq, which is represented by the exposure of the land to degradation, which leads to the loss of plant life and biodiversity in it, and this leads to the loss of the upper soil range and then the loss of the land's ability to agricultural production and support animal and human life. The study included field study which is involved determine the places of sand dunes by using GPS and Studying the dimensions of the dunes and their slope angles, analyzing the curvature of their surfaces, and conducting an aerial survey of the area at an altitude of 500 meters by the drone. Three study sites were investigated which are Ramlet Rashid, Ramlet Fares, and Bermana area and the total local density of sand dunes was taken. As well as, the study involved lab study such as sieve analysis, determination of total densities, examination of direct shear, determination of sand dune types and mineral composition of sand, determination of the oxides present in the sand of sand dunes and finding a geographical accumulation index to know the area's pollution with heavy elements and control of

desertification using systems Geographical information and documentation of desertification areas with modern aerial photographs and preparation of three-dimensional aerial photographs of the region to be used in a mirrored stereoscopic device, in addition to monitoring vegetation cover for a number of years. From the engineering point of view, the sand is of the type (Sp), which is sandy poorly graded, and the cohesion strength (C) for all samples is zero, and the internal friction angle (ϕ) ranges from (33-34). of clays, and the local density of sand ranges from (1.287- 1.376) g/cm³. From a mineral point of view, quartz is the most light mineral found in all locations, followed by rock fragments, which include: sedimentary rocks (lime rocks, carbonates, limestones, evaporites, and clay rock fragments), followed by feldspar (potassium, plagioclase feldspar), and igneous rock fragments. , metamorphic rocks and mud-covered grains. As for its heavy metal components, mostly opaque minerals, the chlorite group, the mica group, the amphibole group, the pyroxene group, zircon, termolite, garnet, rhyolite, staurolite, kayinite, rutile, and other minerals by 1%. X-ray diffraction tests revealed the presence of quartz, albite and calcite, and X-ray diffraction tests showed the presence of silica (SiO₂) and lime (CaO), and the geographical accumulation index (Igeo) proved that there was no heavy metal pollution in the study area. The results of the vegetation cover index (NDVI) showed a remarkable progress in the level of vegetation cover for the year 2021 compared to previous years, while this confirmed the sites that were selected to know the progress and decline in the size of desertification sites, as it showed a noticeable decline in the

year 2021 compared to previous years. The success of using the drone to produce three-dimensional aerial images of the region has been proven to be used in the mirror stereoscopic apparatus, extracting the dimensions of sand dunes from the aerial images and knowing their types.

Republic of Iraq
Ministry of Higher Education
and Scientific Research
University of Babylon
College of Science
Applied Geology Department



**Geological and Engineering Study Of Sand Dunes in
Babylon Governorate and desertification control
using GIS technology**

A THISIS

**Submitted to the Council of the College of Science / University of
Babylon In Partial Fulfillment of The Requirement for The Degree of
Master in Applied Geology**

By

Ahmed Sabah Saleh Hadi Al-Turaihi

**B.sc. Geology Department / College of Science / University of
Babylon (2015)**

Supervised by

Prof . Dr Jaffar Hussain Ali Al-Zubaydi

Prof . Dr . Jawad Kadhum Manii

College of Science University of Babylon

2022 A.D

1443 A.H