النمذجة المكانية لمورفولوجية التكوينات الرملية
دراسة تطبيقية في الجيومعلوماتية
حالة دراسية (منطقة العيث)

د. رقية احمد محمد أمين العاني
جامعة تكريت - كلية الاداب
قسم الجغرافيا التطبيقية
جيومورفولوجي - Gis-Rs

بِسْمِ اللهِ الرَحْمَنْ الرَحِيمْ

المقدمة

تشكل الكثبان والانسياقات الرملية مشاكل بيئية تواجه العراق بخاصة والعالم بشكل عام ضمن نطاق المناطق الجافة وشبه الجافة، وتعد هذه الظاهرة أحد مؤشرات التصحر بمراحله المتأخرة.

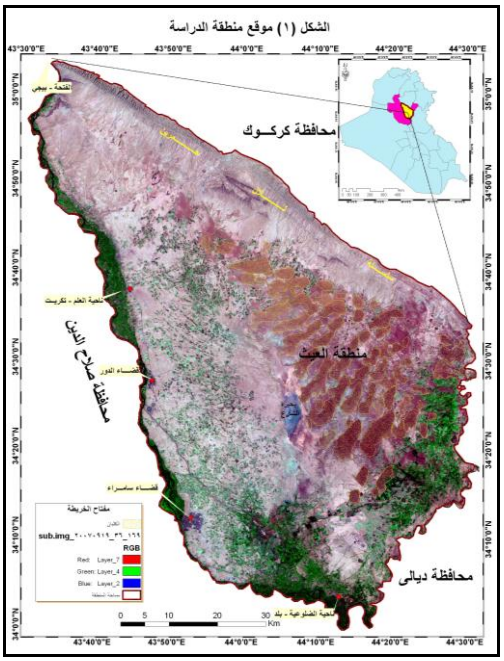
ان تشكيل الكثبان الرملية ما هو الا نتيجة عوامل جيولوجية وجيومورفولوجية ومناخية، فضلا عن النشاطات التي يزاولها الانسان وغير المخططة، مما يؤدي الى استنزاف البيئة وإحداث تغيرات ايكولوجية غير متوازنة.

ومن البديهي ان ارتباط استخدام بيانات الاستشعار عن بعد لدراسة الكثبان الرملية والانسياقات الرملية في المناطق الجافة وشبه الجافة وبناء قاعدة معلومات جغرافية لقدرتها على توفير المعلومات المرجعية الشاملة بسرعة ودقة وتكامل ملحوظ، ولعدم وجود بصمة طيفية لانعكاسية الرمال والتي تصنف عادة بأنها أراضي جرداء، وغالبا ما تميز الكثبان الرملية من خلال الدراسة الميدانية وذلك لمساحة الخلية الصورية في الماسح المتعدد الأطياف للقمر الصناعي Landsat والتي تصل الى (٣٠ x٣٠م).

ولاستكشاف الخصائص الطيفية وبناء النموذج الطيفي للكثبان الرملية هنا تطلب نطاقات طيفية اكثر دقة من القمر الامريكي Landsat لذا اعتمد في الدراسة بيانات القمر

ايكونوس بدقة مكانية (٠,٦٠) م، واستخدام بعض المؤشرات والنسب الطيفية في الفصل بين الانسياقات الرملية والكثبان فضلا عن تميزهما عن الاراضي الجرداء الجافة في مثل هكذا اقاليم.

تعد منطقة البحث والتي يطلق عليها (العيث)التابعة لمحافظة صلاح الدين والتي تمتد لمساحة (٥٧٦٦,٦ كم٢) وتشكل نسبة(٢٣%) من مجمل مساحة المحافظة، تضم كل من الاقضية (بلد– سامراء– الدور– تكريت– بيجي)، يشكل نهر دجلة الحدود الجنوبية والجنوبية الغربية للمنطقة وتلال حمرين الحدود الشمالية ونهر العظيم شرقا، وفلكيا تقع المنطقة بين خطي طول(٤٦ ٣٠ ٤٤ – ٢٢ ٣٠ ٣٤) شرقا ودائرتي عرض (١٤ ٠٣ ٤١ – ٤١ ٥٩ ٣٣) شمالا (شكل ١).



المصدر: عمل الباحثة اعتمادا على بيانات القمر الصناعي **landsat tm5-2010** باستخدام برنامج **ArcGis9.3** والخريطة الطوبوغرافية ١/١٠٠٠٠٠ الهيئة العامة للمساحة، شعبة الخرائط الرقمية،٢٠٠٧.

المنهج البحثي:

تعتمد الدراسة المنهج التحليلي الذي يعتمد على تحليل المرئيات الفضائية باعتماد المركب السادس، وتطبيق المعادلات التحليلية لغرض رسم خرائط الية توضح مورفولوجية الكثبان الرملية واستنتاج المعلومات المكانية المختلفة.وكل هذه المدخلات تعد من الأساليب الحديثة لدراسة الكثبان الرملية ومناطق انتشارها، وبذلك يمكن استخلاص النمذجة المورفولوجية للكثبان وديناميكيتها وانتشارها المكاني وتطورها مستقبلا.

الدراسات السابقة:

ركزت الدراسات السابقة المتعلقة بالتصحر في منطقة الدراسة تحديدا على استعمال المنهج الاقليمي العام في البحث والتحليل بمجملها، ويمثل النقص الكبير في الخرائط الموضوعية الطبيعية للمنطقة عائقا نحو التخطيط للتنمية، ويمكن القول ان اغلب الدراسات السابقة اقتصرت على بلورة تقارير وصفية وبعض منها لها جوانب تطبيقية وذلك باخذ عينات تربة او تحليلات مختبرية لخصائص معينة وغير شمولية ولمناطق محددة وغير متكاملة، فضلا عن عدم توفر خرائط لأماكن العينات او خرائط تفصيلية للمنطقة، لذا وجب ذكرها ومنها (العاني ١٩٨٤)[١] تناول فيها واقع التصحر في عموم العراق،(وزارة الصناعة ١٩٨٧)[٢] وتضمن تقرير الكثبان الرملية لمنطقة بيجي – تكريت – بحيرة الشاري، وتم فيها تحليل كيميائي لمكونات الرمال المشكلة للمنطقة، ودراسة (السامرائي١٩٩٥)[٣] والتي حدد فيها اقليم اقليم بحيرة الشارع باستخدام بيانات التحسسس النائي واستطاع من رسم حدود الغطاء الرملي

١ فليح حسن العاني ،واقع التصحر في جمهورية العرا ق وطرق مكافحته ، الندوة العربية الاولى لتثبيت الكثبان الرملية ومكافحة التصحر ، بغداد ،١٤–٢٢ تشرين الاول ١٩٨٤ .

٢ وزارة الصناعة ،مديرية المسح والتحري المعدني ، تقرير الكثبان الرملية لمنطقة بيجي – تكريت – بحيرة الشاري ١٩٨٧.

٣ احمد ياسين علي السامرائي، جيومورفولوجية بحيرة الشارع باستخدام بيانات التحسس النائي، اطروحة دكتوراه، جامعة بغداد ،كلية التربية ،قسم الجغرافية ،١٩٩٥.

للمنطقة،(الدراجي ١٩٩٩)[٤] والتي توصل فيها الى اثر المناخ في تشكيل المظاهر الارضية في جزء من المنطقة واثارها البيئية السلبية، (الجبوري ٢٠٠٠)[٥] تناول فيها ظاهرة التصحر على الاراضي الزراعية في عموم محافظة صلاح الدين، اما الدراسات المتعلقة باستخدام التقنيات الحديثة في مجال دراسة الكشف عن ظاهرة الكثبان الرملية في منطقة البحث فأنها غير مستخدمة.

اما الدراسات العربية والأجنبية التي تناولت الكثبان الرملية باستخدام التقانة الحديثة، نذكر منها دراسة دراسة (الهنائي،١٩٨٩[٦])، ودراسة (١٩٩٣ Cooke, R.U. and Warren,[٧])، ودراسة (Tau Rho Alpha, John P. Galloway,1998[٨])، ودراسة (وليم شحاتة واخرون،١٩٩٨[٩])، ودراسة (ال سعود،٢٠٠٤[١٠]) ودراسة (Zareian٢٠٠٧

٤ سعد عجيل مبارك الدراجي،تأثيرات المناخ في العمليات الجيومورفولوجية الريحية في منطقة العيث في قضاء الدور وآثارها البيئية، رسالة دكتوراه، غير منشورة ، جامعة بغداد ،كلية التربية ، قسم الجغرافية، ١٩٩٩.

٥ محمود حمادة صالح الجبوري، ظاهرة التصحر وآثرها على الاراضي الزراعية في محافظة صلاح الدين ، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب ، جامعة بغداد ٢٠٠٠.

6 Ai-Hinai K(1989):"Evaluatio of Remote Sensing Data for Sand Studies in Saudi Arabin" ,In :Workshop on Desert studying in the Kinkdom ofSaudi Arabia.

7 Desert Geomorphology. UCL Press, London,PP,526.١٩٩٣ Cooke, R. U. and Warren . A (

Tau Rho Alpha, John P. Galloway,1998 Sand Dunes Computer animations and paper models 8

U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR U.S. GEOLOGICAL SURVEY U.S. Geological Survey Menlo Park, CA 94025

9 W.M. SHEHATA1998 A Study on Sand Dune Forms Southeast of Jeddah, Saudi Arabia, JKAU: Earth Sci., vol. 10, pp. 91-103 (1419 A.H. / 1998 A.D ،

١٠ ال سعود ، مشاعل بنت محمد، تطبيق تقنية الاستشعار عن بعد في مراقبة زحف الكثبان الرملية في واحة الاحساء،الجمعية الجغرافية الكويتية، شباط ،٢٠٠٤ .

M.[11])، ودراسة (T.Mesbahzadeh and H. Ahmadi٢٠١٠[12])، جميع هذه الدراسات تناولت دراسة الكثبان باستخدام الاستشعار عن بعد دون بناء نموذج طيفي للفصل بين الانسياقات الرملية والكثبان من جهة ودون تحديد آلية التشكيل المورفولوجي للكثيب الرملي، انما متابعة التغيرات والتوسع المساحي للرمال.

موضوع البحث:

تعد دراسة أشكال الكثبان الرملية وديناميكيتها من الدراسات التي تسعى إلى التعرف على سلوكية الكثيب من حيث النشأة والتشكيل والنمو والتطور وأثر ذلك على البيئة الحيوية والكشف عن إمكانية السيطرة على هكذا نظام لغرض الاستغلال الأمثل للمواد المعدنية المشكلة وخلق بيئة ملائمة يمكن الاستفادة مستقبلا.

مشكلة البحث:

- وجود الكثبان الرملية وحركتها المستمرة من أهم معوقات مشاريع التنمية الاقتصادية،حيث تهاجم الرمال مساحات واسعة من الأراضي الزراعية في المحافظة مما يؤدي إلى تدهور في هذا الجانب والخسائر الكبيرة للفلاحين.
- كما أن زيادة نسب الرمال في منطقة يؤدي إلى هجرة السكان من أماكنهم وعدم الاستفادة من هذه الأراضي.
- عدم توفر خرائط تفصيلية للكثبان الرملية وحركتها ومكان نشوئها واهم مصادرها.

أهمية البحث:

Zareian, M.2007, Investigation of the Sand Dune Morphodynamics in the South of Iran. MSc. 11 Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj Iran .

12 T .Mesbahzadeh. and H. Ahmadi. (2012) Investigation of Sand Drift Potential (Case Study Yazd – Ardakan Plain) J. Agr. Sci. Tech Vol. 14: 919-928

- تعاني منطقة البحث من قلة الدراسات خاصة المعتمدة على التقنيات الحديثة في تحديد الاشكال المرتبطة بالكثبان الرملية.
- رسم احد أهم مظاهر السطح المشكل لأراضي المحافظة والذي شغل مساحة واسعة.
- إمكانية مواجهة ظاهرة التصحر يلزم إجراء دراسات مكانية تعتمد على تحديد مكاني لانتشار هذه الظاهرة، والتي ترتبط بعوامل مكانية أخرى مثل (المياه– التربة– الزراعة – امتداد الكثبان واتجاهها، وغيرها من العوامل الطبيعية).

هدف البحث:

- تحليل الخصائص المورفولوجية للكثبان الرملية من حيث التوزيع والكثافة والحجم واهم العوامل المؤثرة عليه.
- تطبيق آلية التقنيات الحديثة في دراسة الكثبان والتعرف على مورفولوجيتها وسلوكية تطورها وصولا الى بناء قاعدة معلومات مكانية تتضمن جميع العوامل التي اثرت في هذه السلوكية من حيث المورفولوجية والديناميكية، وإخراج خرائط تتعلق بخصائص الظاهرة.
- نمذجة الاستجابة الطيفية المميزة للكثبان الرملية من خلال تحليل البصمة الطيفية لمجموعة من الكثبان والانسياقات الرملية في منطقة الدراسة.
- بناء نموذج رقمي مورفولوجي لكثبان منطقة البحث بالاعتماد على التكامل بين نظم المعلومات الجغرافية وبيانات الاستشعار عن بعد.

مصادر المعلومات:

تعتمد الدراسة على المصادر المعلوماتية الآتية:

- مصادر حقلية تتمثل في الزيارات الميدانية لأخذ القياسات المورفومترية وتحديد مورفولوجية الكثبان.
- مصادر فضائية منها بيانات القمر الامريكي Landsat TM 2007 بدقة ٣٠ م وبيانات الارتفاعات الرقمية بدقة ١٤م والبيانات العالية الدقة ٠,٦٠ م للقمر ايكونوس الامريكي.
- الخرائط الطوبوغرافية للتعرف على البيانات الوصفية (الأسماء والمعالم)

- دراسة مكتبية شملت الاطلاع على الدراسات السابقة.

اسلوب الدراسة:

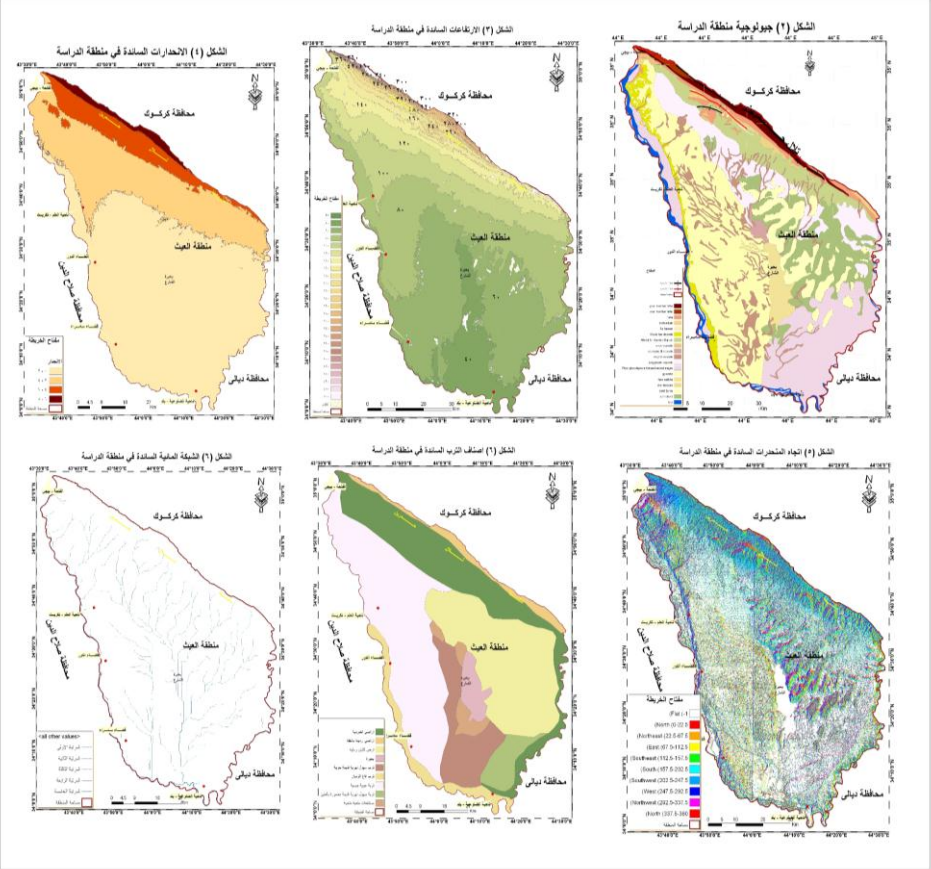
تأخذ الدراسة اسلوبا تطبيقيا يتفق مع طبيعة المعلومات التي تعتمد عليها من ناحية وعلى كيفية الاستفادة من النمذجة الآلية لرسم مورفولوجية الكثبان الرملية للمنطقة ويمكن تحديد مراحل انجاز الدراسة على الشكل الأتي:

١- مرحلة تجميع البيانات والمعلومات:

- معلومات مكتبية وخرائط معتمدا على الدراسات السابقة والخرائط عن المنطقة لاعطاء صورة اولية عن نقاط العجز والتقصير وتحديد الهدف من الدراسة واستكمال البحث بشكل مخطط وباسلوب حديث.
- معلومات ميدانية، وذلك من خلال الزيارات الميدانية التي قامت بها الباحثة حيث تم تحديد الأبعاد الثلاثة (الطول،العرض،الارتفاع)، فضلا عن إيجاد درجة الميلان للجهة المقابلة للريح للكثبان المقيسة و الجهة التي تهب إليها الرياح باتجاه تطور الكثبان او سقوط ذرات الرمال، فضلا عن معرفة اتجاه محاور الكثبان.

٢- مرحلة بناء الطبقات الجيومعلوماتية للملامح الجغرافية في منطقة البحث:

طبقة المعلومات الجيولوجية: تم رسم خريطة جيولوجية منطقة البحث بصيغة مساحة عدا رموز الطيات بصيغة خطية وإجمالا يتضح ان المنطقة تحوي المنكشفات الجيولوجية الاتية من الاقدم الى الاحدث (الشكل٢)، الفتحة بنسبة(٣,١%) و انجانة (٢,٤%) و المقدادية (٣,٤%) و باي حسن(٢,١%)، اما الارسابات الحديثة فشكلت نسبة (٨٩%) متمثلة بإرسابات المنحدرات والوديان والإرسابات الريحية) توزعت نسبها وعلى التوالي (٣٤,٧%،٢٧,١%،



المصدر: عمل الباحثة اعتمادا على بيانات الخريطة الجيولوجية باستخدام برنامج **ArcGis9.3** وزارة الصناعة والمعادن،الهيئة العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدني،تقارير جيولوجية عن بلد –سامراء – تكريت – بيجي، بمقياس ١/١٠٠٠٠٠، بيانات القمر الصناعي **landsat tm5-2010** والخريطة الطوبوغرافية ١/١٠٠٠٠٠ الهيئة العامة للمساحة، شعبة الخرائط الرقمية،٢٠٠٧، بيانات الارتفاعات الرقمية **DEM**.

٢٧,٢%)، مما يدل على ان اغلب هذه التكوينات حاوية على الطين والرمل باحجام مختلفة وبشكل مفتتات صخرية و حجر رملي شكل بمجمله المصدر الأساس لرمال منطقة الدراسة[١٣].

طبقة الارتفاعات: وتمثلت بخطوط الكنتور (خطوط الارتفاعات المتساوية) وتم اشتقاقها في برنامج ArcGis9.3 من بيانات الارتفاعات الرقمية(الشكل ٣) ومنها يمكن الاستنتاج ان اكبر نسبة مساحة للارتفاع من ٦٠م–٨٠م فوق مستوى سطح البحر بنسبة(٥٦,٣%) وتعد ارضي منخفضة بالنسبة لمصدر الرمال لذا اصبحت مركز جذب لحبيبات الرمال وفق النظرية القائلة:ان الرمال تظل متحركة وتتقدم مع تيارات الهواء ولكن مصيرها حتما الى الاستقرار باحدى ثلاث وسائل:

الترسيب: ويحدث عندما تضعف سرعة التيارات الهوائية او تزيد طاقة الحمولة.

الارتشاق: تحدث عند اصطدام الحبيبات القافزة مع السطح فتجد احدها او بعضها فجوات ملائمة من حيث الشكل والحجم فتستوعب وتستقر.

التوقف: وينتج عندما تعترض عقبة ما مسار الرياح الدافعة للرمال فتتوقف حركة الحبيبات الزاحفة بصورة خاصة،وتتمكن بعض الحبيبات الطائرة من مواصلة الرحلة حتى ترتطم او تواجه عقبة اما موجبة كالارتفاعات او سالبة كمنخفض طوبوغرافي مفاجيء، واحيانا تكون العقبة راجعة

---

١٣ عبد الله السياب وآخرون، جيولوجية العراق، جامعة الموصل، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل، ١٩٨٢، ص١٤٠.وينظر :

حميد سعيد احمد، حاتم خضير صالح الجبوري، تقرير عن هايدرولوجية وهايدروكيميائية لوحة سامراء، (١:٢٥٠٠٠)، جمهورية العراق، وزارة الصناعة والمعادن، المنشأة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، بغداد (غير منشورة)، ٢١٠٠٥،ص١١.

سحر نافع شاكر، جيمورفولوجية العراق في العصر الرباعي، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، عدد ٢٣، بغداد، ١٩٨٩، ص٢٢٩.

عمر برهان الجراح، دراسة مورفومترية لنهر دجلة بين سامراء وبغداد بمساعدة التحسس النائي، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية العلوم، جامعة بغداد، بغداد، ١٩٩٥، ص١٨و٩٠.

لازدياد الرطوبة الجوفية وصعودها نحو السطح بمناطق الصدوع او المنخفضات الداخلية[١٤]، وهذا ما هو عليه في منطقة الدراسة لتجمع الرمال بسبب ما ذكر لوجود منخفض بحيرة الشارع وطوبوغرافية المنطقة المنخفضة كونها بحيرة بلايوستوسينية قديمة ويعتقد انها مجرى قديم لالتقاء نهري دجلة والعظيم.

طبقة الانحدارات الارضية: وتم اشتقاقها في برنامج **ArcGis9.3** من بيانات الارتفاعات الرقمية (الشكل ٤) يمكن ملاحظة ان النسبة الاكبر هو الانحدار المنبسط والقليل الانحدار (٨٩,٦%) والمتوسط الانحدار(٨,٣%) مما يعني حرية حركة الرمال متأثرة بالرياح.

طبقة اتجاه الانحدار: وتم اشتقاقها في برنامج **ArcGis9.3** من بيانات الارتفاعات الرقمية وكما في (الشكل٥) يلاحظ ان اكبر نسبة مساحة لاتجاه الانحدار هي (الجنوب والجنوب الغربي والغرب) بمساحة حوالي (١٥٧٧,٨) كم٢ وبنسبة (٢٧,٢%) اما النسبة الأكبر فكانت للأراضي المنبسطة بلا اتجاه مما يدل على ان المنطقة مستوية وشبه مستوية وهذا ما جعل المناخ يترك بصماته الواضحة ومنها الرياح والشدة المطرية بخاصة وباقي العوامل بعامة.

طبقة التربة: تم بنائها اعتمادا على خريطة التربة المصممة من قبل (بيورنك، ١٩٦٠ **p.193**)[١٥] (شكل٦)، والتي وضحت ان اكبر مساحة شغلتها الأراضي المصنفة (الترب الحصوية الجبسية) بمساحة (**1771.3**)كم٢ وبنسبة(٣٠,٧%) تليها أراضي الكثبان الرملية (**1393.6**) كم٢ وبنسبة (٢٤,١٦%) والنسب الاخرى توزعت على (مستنقعات ملحية ملحية– تربة سهول نهرية قديمة مطمورة بالطين– ترب قاع الوديان – ترب سهول نهرية قديمة – اراضي رديئة مشققة – اراضي اخدودية – بحيرة الشارع)

طبقة الشبكة المائية: تؤثر بنسبة(١٢,٦%) من مجمل مساحة منطقة الدراسة، وقد انتشرت المراتب (الأولى– الثانية– الثالثة) وهي النسبة الأكبر من مساحة الشبكة المائية بنسبة (٥٤,٧%) من مساحة الشبكة وانتشرت على طول طية حمرين ومنحدراتها، اما المراتب

١٤ صلاح الدين البحيري، اشكال الارض ،دار الفكر المعاصر،بيروت–لبنان، ٢٠٠١، ص ٢٥٦.

15Buringh ,Soil Sand Conditions In Iraq Soil and soil condition in Iraq,Ministary of Agriculture ,Baghdad, 1960.

العليا جاءت(الرابعة والخامسة والسادسة) نسبة(٤٥,٣%) وتتصف بامتداداتها الطويلة وعرض الوادي المشكل لها فضلا عن انتشارها بين الكثبان الرملية وهي التي عملت على تحديد مورفولوجية الكثبان[١٦] بالامتداد(شمال شرق– جنوب غرب) تتخللها المجاري المائية (شكل٧).

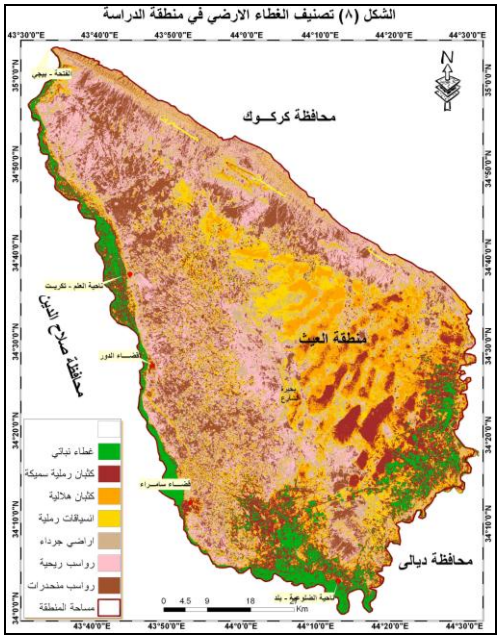
طبقة تصنيف الغطاء الأرضي: بتصنيف المرئية الفضائية(الجدول١)(شكل٩) لعام ٢٠١٠ للقمر الأمريكي Landsat TM وباستخدام برنامج Erdas Imagen9.1 واعتماد التصنيف الموجه من خلال إحداثيات أخذت ميدانيا لبعض الأغطية الأرضية تبين ان الأغطية السائدة، فشكلت رواسب الكثبان بأنواعها النسبة الأكبر بـ(٢٧,٣%) من مجمل منطقة الدراسة إما الانسياق الرملية فقد شكلت(١٣,٥%) ثم تليها الرواسب الريحية (٢١%) مما يعني ان نسبة الرمال هي السائدة في المنطقة.

جدول (١) يبين تصنيف الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة

ت	صنف الغطاء الأرضي	المساحة كم٢	النسبة%
1	غطاء نباتي	426.9	7.4
2	كثبان رملية سميكة	757.2	13.2
3	كثبان هلالية	816.5	14.1
4	انسياقات رملية	778.3	13.5
5	أراضي جرداء	898.7	15.7
6	رواسب ريحية	1224.4	21
7	رواسب منحدرات	864.8	15.1

المصدر: بيانات القمر الصناعي landsat tm5-2010 وباستخدام برنامج Erdas Imagen9.1

١٦ ال سعود ، مشاعل بنت محمد، تطبيق تقنية الاستشعار عن بعد في مراقبة زحف الكثبان الرملية في واحة الاحساء،الجمعية الجغرافية الكويتية، شباط ،٢٠٠٤،ص٢٥–٤٦.

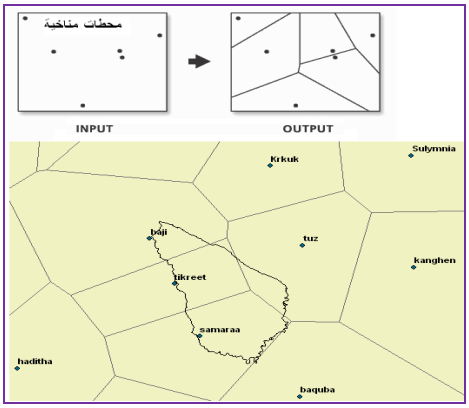


المصدر: بيانات القمر الصناعي **landsat tm5-2010** وباستخدام برنامج **Erdas Imagen9.1**

طبقات المناخ: للمناخ اثر كبير في ديناميكية الرمال وتغيير مورفولوجية الكثبان بشكل مباشر وبتظافر العوامل المذكورة آنفا[١٧]، فضلا عن المتغيرات المناخية (الحرارة – اتجاه الرياح – سرعة الرياح – الشدة المطرية) وبالعودة الى بيانات الأنواء الجوية لست محطات مناخية تحيط بالمنطقة للمدة من ١٩٨٠ – ٢٠١٠ وعلى التوالي(محطة سامراء، تكريت، بيجي، كركوك، طوزخورماتو، و بعقوبة) ولعدم وجود محطة في عموم منطقة الدراسة استخدمت طريقة مضلعات تايسون (الشكل ٩) في استخراج معدلات درجات الحرارة بتقسيم المنطقة الى مضلعات لمعرفة كمية كل مضلع من القيم للعناصر المناخية وذلك باستخدام برنامج **ArcGis9.3**– **Thiessen polygons**.

١٧ سعد عجيل مبارك الدراجي،تأثيرات المناخ في العمليات الجيومورفولوجية الريحية في منطقة العيث في قضاء الدور وآثارها البيئية، رسالة دكتوراه، غير منشورة ، جامعة بغداد ،كلية التربية ، قسم الجغرافية، ١٩٩٩،ص٦٤.

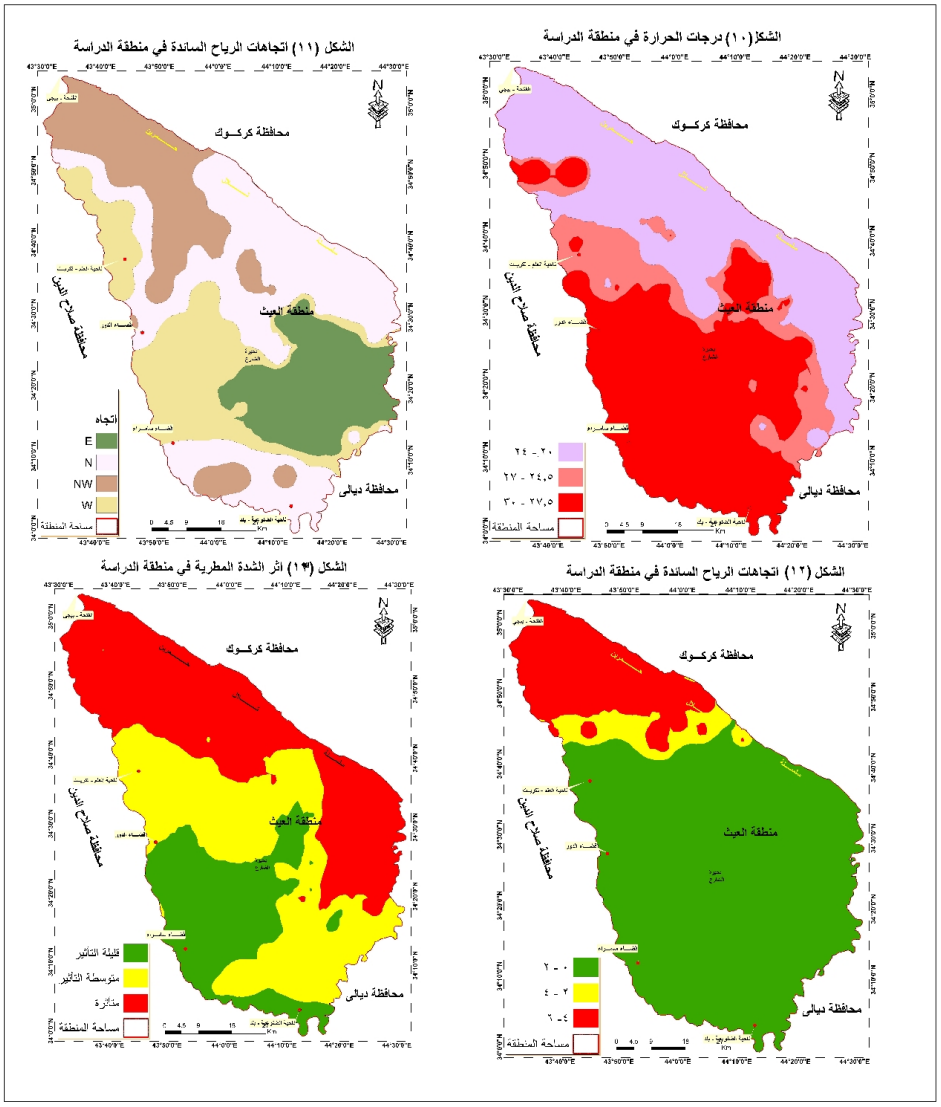
شكل(٩) يوضح طريقة عمل مضلعات ثايسون لقيم المحطات المناخية



المصدر: عمل الباحثة اعتمادا على بيانات محطات الانواء الجوية المحيطة بمنطقة الدراسة باستخدام برنامج ArcGis9.3

- الحرارة: تبين ان معدل درجات الحرارة في المنطقة متباينة بشكل تدريجي من المرتفعات نحو السهل الفيضى بين (٢٠– ٣٠° م) وتم تمثيلها بنسب محلية تتلائم ودرجات حرارة المنطقة وتضمنت الفئة الاولى (٢٠ – ٢٤° م) والثانية (٢٤,٥ – ٢٧° م) والثالثة (٢٧,٥– ٣٠° م) ووفقا لتوزيع الحرارة حسب مضلعات تايسون تبين ان الفئة الاولى شغلت نسبة مساحة (٦٤,٢%) والثانية (٢٠,١%) والثالثة (١٥,٧%) من مجمل مساحة المنطقة (شكل ١٠)
- اتجاه الرياح: وبنفس الالية السابقة فقد حددة الاتجاهات للرياح واثارها المباشرة على المنطقة باربع اتجاهات سائدة وهي على التوالي، الشمال الغربي وشغل نسبة (34.5%) والشمال (٣١,١%) والغرب (٢٥,١%) واتجاه الرياح من الشرق بنسبة (٩,٣%) من مجمل مساحة المنطقة (شكل ١١)
- سرعة الرياح: وقسمت سرعة الرياح كذلك حسب معدلات المنطقة للمحطات المذكورة وبطريقة تايسون الى ثلاث فئات، الاولى (٠–٢م/ثا) واثرت بنسبة (٦٢,١%) والفئة الثانية (٢– ٤م/ثا) بنسبة تأثير مساحية (١٧,٥%)، اما الفئة الثالثة (٤–٦م/ثا) فقد جائت بنسبة(٢٠,٥%) من مساحة منطقة الدراسة (شكل ١٢).

- الشدة المطرية:ومن خلال بيانات التساقط المطري لمعدلات مجاميع الامطار السنوية للمدة المذكورة واعتماد الشدات المطرية للمحطات المذكورة خلال ٣٠ دقيقة لبعض الايام خلال فصل التساقط المطري وباستخدام طريقة مضلعات تايسون تبين ان التأثير للشدات المطرية قد تباين بشكل كبير في عموم المنطقة كما في (الشكل ١٣) وقسم كذلك الى ثلاث فئات قليل التاثير وشكل نسبة (٢,٦%) من مجمل مساحة المنطقة ومتوسطة التأثير بنسبة (٤٧,٥%) ومناطق متأثرة واضحة بنسة مساحة (٤٩,٩%) من مجمل مساحة المنطقة.



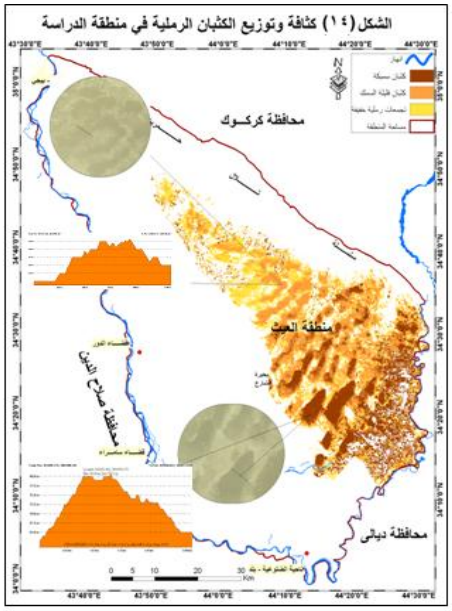
المصدر: عمل الباحثة اعتمادا على بيانات محطات الانواء الجوية المحيطة بمنطقة الدراسة باستخدام برنامج ArcGis9.3

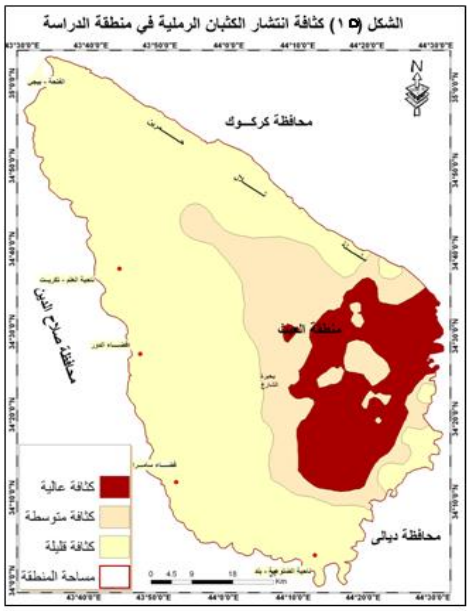
٣- أشكال الكثبان الرملية وخصائصها المورفولوجية:

يشمل على التوزيع الجغرافي للكثبان الرملية، من حيث المكان والكثافة، وأنواع هذه الكثبان الرملية وكالآتي:

- **التوزيع الجغرافي للكثبان:**

بتكامل البيانات الفضائية والدراسة الميدانية لمنطقة الدراسة أمكن تحديد مواقع الكثبان الرملية وكثافتها، ومن خلال السلوك الانعكاسي للرمال على وجه الخصوص واستخدام المؤشرات الطيفية والنسب الطيفية في الفصل بين الانسياقات الرملية والكثبان وذلك في الانعكاسية للحزمة الحرارية (الحزمة السادسة)[١٨] وباعتماد مؤشر السطوع الخاص بالتربة ومؤشر البلل الذي يعكس مدى تشبع الجسم العاكس بالماء ظهرت النتائج كما في (الشكل١٤-١٥)، وتبين مايأتي:





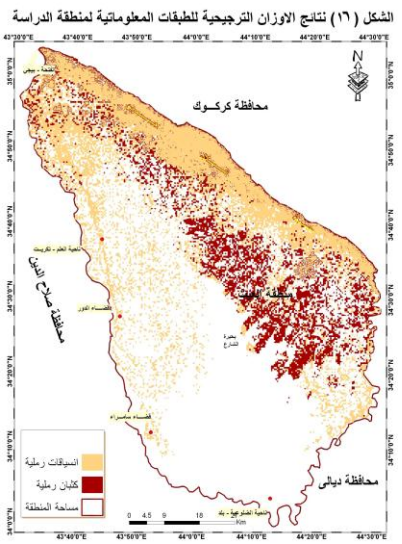
المصدر: بيانات القمر الصناعي **landsat tm5-2010** و بيانات الارتفاعات الرقمية **DEM** ١٤م، وباستخدام برنامج **Erdas Imagen9.1** و **ArcGis9.3**

- **تنتشر الكثبان الرملية جنوب شرق منطقة الدراسة عند المنطقة السهلية ذات الانحدار المنبسط ويرجع تجمع الرمال وتشكلها في هذا الشكل الى وجود المرتفعات المحاددة للمنطقة التي عملت على توجيه الرياح وتقليل سرعتها وتغيير اتجاهها، فضلا عن اثر**

١٨ Ai-Hinai K(1989):"Evaluatio of Remote Sensing Data for Sand Studies in Saudi Arabin" ,In :Workshop on Desert studying in the Kinkdom ofSaudi Arabia.

الشدات المطرية[١٩] التي عملت على تغلغل المجاري المائية بين الكثبان وجرف كميات الرمال من مصدرها الى مناطق تجمعها الحالية.

- شكلت الكثافة العالية للكثبان نسبة (١٥,٨%) من مجمل مساحة المنطقة، اما الكثافة المتوسطة فقد شكلت (١٩,٢%)، اما باقي النسبة فهي موزعة بشكل فرشات متداخلة في المنكشفات الصخرية والتربة.



شكل(١٧) الانعكاسية الطيفية للكثبان الرملية

المصدر: بيانات القمر الصناعي **landsat tm5-2010** و بيانات الارتفاعات الرقمية **DEM** ١٤م، وباستخدام برنامج **Erdas Imagen9.1** و **ArcGis9.3**.

اكدت مؤشرات الأوزان الترجيحية للطبقات المعلوماتية التوزيع الجغرافي، كما موضح في (الشكل١٦) ومقارنتها مع سلوكية الانعكاسية الطيفية (الشكل١٧) تبين التطابق في رسم النموذج العام.

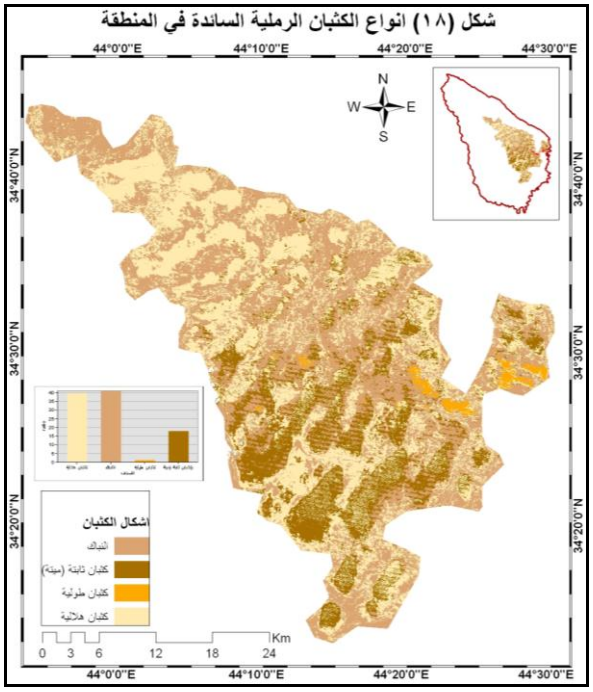
١٩ Cooke, ١٩٩٣ . Desert Geomorphology. UCL Press, London,PP,526. R. U. and Warren . A)

- أنواع الكثبان الرملية:

تختلف أشكال الكثبان الرملية من حيث تباين انحداراتها، وأبعادها، ومظهر أسطحها، ونمطها العام، وتباين أحجامها، والكثبان الرملية في منطقة الدراسة تتنوع بتنوع العوامل المؤثرة في تشكيلها وابرز انواع هذه الكثبان (شكل١٨): (الكثبان الهلالية – الكثبان الطولية – الكثبان العرضية).

- الكثبان الهلالية: ويتميز هذا النوع من الكثبان الرملية بشكله الهلالي وانحداره البسيط المواجه لاتجاه الرياح، بينما يتصف الانحدار لضل الكثيب بشدته، ويُطلق عليه اسم الصباب، وله ذراعان جانبيان أقل ارتفاعاً من الكثيب، ويشيران إلى اتجاه منصرف الرياح السائدة، وتعمل الرياح على زحزحة جانبي الكثيب بدرجة أسرع منها بالنسبة للقسم الأوسط منه، ومن ثم يتخذ الكثيف شكلاً هلالياً، ويتكون هذا النوع من الكثبان في المناطق التي تتميز بهبوب الرياح في اتجاهات محددة ثابتة كما يمتاز بوجود دوامات هوائية تعمل على رفع الرمال وتسقطها جانبا[٢٠]، وتعمل الرياح على تغيير شكل الكثيب باستمرار، فقد يتحول شكله الهلالي إلى أشكال مختلفة أخرى خاصة في منطقة البحث وتنتشر هذه الكثبان في معظم المنطقة وشكلت نسبة (٣٩,٧%) من مجمل مساحة الكثبان.

20 Thomas. T. Warner,(2004) Desert Meteorology, cambridge university press,pp.205.



المصدر: الدراسة الميدانية وبيانات القمر الصناعي **landsat tm5-2010** و بيانات الارتفاعات الرقمية **DEM** ١٤م، وباستخدام برنامج **Erdas Imagen9.1** و **ArcGis9.3**.

- **الكثبان الثابتة او(الميتة): ويُقصد بها تلك الكثبان، التي تماسكت حبيباتها ولم تعد تتحرك، وتتشكل بفعل وجود رياح تهب من جميع الاتجاهات، وينتشر هذا النوع في نهايات الكثبان شمال مدينة بلد وسامراء قرب بحيرة الشاري وذلك لبعدها عن الحاجز التلالي لحمرين ووقوعها في ارض شبه سهلية مفتوحة للرياح من كافة الاتجاهات وقد شكلت نسبة (١٧,٨%) من مجمل مساحة الكثبان.**
- **النباك أو ظل الرمال: تتشكل في حال وجود عقبة مهب الريح المحملة بالرمال كصخرة مثلا لا ترتفع إلا بضع سنتيمترات عن سطح الأرض،تتراكم الرمال عند الجهة المواجهة للرياح، وتسقط بعض الذرات الدقيقة العالقة بالهواء على جانبي العقبة وباستمرار تراكم الرمال تغطى معظم أجزاء العقبة فتنهال الرمال على الجانبين معاً، وتظهر كومات رملية**

صغيرة نمو ويطلق عليها في هذه الحالة اسم ظل الرمل، أما إذا كان العائق عبارة عن اشواك او اي نباتات تواجه الرياح المحملة بالرمال، فيطلق على الكومات الرملية المتراكمة حولها اسم النباك وغالبا ما تتواجد عند السبخات الملحية وهي منتشرة في وسط المنطقة وعند الاتجاه الشمال الغربي والغرب بفعل الاودية المنتشرة وقد شكل نسبة (٤١,٢%) من مجمل مساحة الكثبان المنتشرة في المنطقة.

- الكثبان الطولية: تمتد بصورة موازية للاتجاه العام للرياح السائدة، كما تبين انها تنشأ عند توفر تيارات هوائية متجاورة قوية وتتناقص سرعتهما فتلقي بالرواسب الرملية لتشكل هذا النوع من الكثبان، وهي قلية الانتشار وتتواجد عند المنحدرات الجنوبية الشرقية وقد شكلت نسبة مساحة(١,٣%) من مجمل مساحة الكثبان.
- الكثبان العرضية: وهي تبدو على شكل موجات رملية متتالية، بعضها أمام بعضها الآخر، وتعترض حركة الرياح السائدة، لأنها تكون عمودية عليها، وتنشأ من رياح معتدلة وتهب من اتجاه واحد، يتصف جانبها المواجه للرياح بانحداره القليل في حين تزداد درجة انحداره على الجانب المعاكس للرياح ومن هنا جاءت تسميتها باسم الكثبان العرضية، وهي تتكون من جانبين، مثل الكثيب الهلالي، ينحدران في اتجاهين متضادين، الأول انحداره ضعيف ويتخذ شكلاً مقعراً، والثاني انحداره شديد وشكله مستقيم. وبالتالي، تظهر هذه الإرسابات الرملية على شكل حواجز رملية عرضية، وتعمل الرياح على نقل كميات كبيرة من الرمال المتجمعة فوق جوانب الكثبان العرضية وتدفعها أمامها، وان منطقة الدراسة في اغلبها هي كثبان مستعرضة كما موضح سابقا بتاثير جميع العوامل الطبيعية السائدة في المنطقة.

٤– التحليل المورفومترى للكثبان الرملية:

- التحليل المورفومترى لأبعاد الكثبان:

تم قياس اطوال الكثبان وعرضها من البيانات الفضائية والدراسة الميدانية للتأكد من صحة القياسات باخذ عينات وبتوفر (مقياس رسم ١/ ١٠٠٠٠) للبيانات القمر ايكونوس والتعرف على ارتفاع الكثيب بتوفر بيانات الارتفاع الرقمية وقياس زاوية الانحدار ميدانيا لـ(١٤) كثيب أظهرت القياسات كما في الجدول ().

جدول(٢) القياسات المورفومترية لابعاد الكثبان في منطقة الدراسة

ت	مستوى القاعدة م	الارتفاع م	طول الكثيب م	عرض الكثيب م	مساحة كم٢	ت	مستوى القاعدة م	الارتفاع م	طول الكثيب م	عرض الكثيب م	مساحة كم٢
1	65	6.5	315	27.51	6.2	36	91.5	7	223.3	19.08	3.1
2	67.5	2.5	139.5	17.35	2.1	37	104.5	9	207.5	24.96	5.1
3	68	5.5	565.5	17.67	10.2	38	112.5	7.5	187.8	29.71	4.7
4	67	5	349.1	22.6	7.5	39	114.5	14	758.2	29.03	14.2
5	65	10.5	875.5	34.82	27.1	40	95.5	9.5	255.2	19.46	4.6
6	70	15.5	1034.4	35.67	33.9	41	99.5	13	364.1	16.2	4.4
7	81.5	9.5	160.7	24.34	3.6	42	85.5	10	425.1	31.56	7
8	78	8.5	255.9	32.33	6.9	43	94.5	6.5	260.6	21.7	4.1
9	79	9.5	460.4	29.99	9.2	44	90.5	7	131.3	30.05	5.7
10	84.5	11.5	184.3	14.36	1.9	45	80	9.5	463.4	24.94	8.4
11	82.5	10.5	75.6	7.38	0.5	46	82.5	9.5	299.2	19.21	5.7
12	82.5	9.5	57.1	12.8	0.7	47	105	15	415.4	26.6	7.8
13	75.5	8.5	211.9	38.84	5.9	48	112.5	7.5	136.1	20.69	2.4
14	82.5	6	70.6	13.2	0.7	49	102	13	257.8	24.21	5
15	85.5	15	115.9	34.71	3.6	50	112	13	603.2	33.06	19.1
16	68.5	20	466.5	20.89	14.5	51	105	5	188.7	18.64	2.7
17	68	14.5	545.6	39.39	15.7	52	105.5	9.5	180.8	9.41	1.1
18	65	8.5	176.6	18.58	2.9	53	109.5	5.5	359.9	17.94	5.7
19	59.5	12.5	65.4	23.98	1.3	54	103.5	7.5	172.1	36.4	4.5
20	60.5	6.5	403	24.54	7.8	55	120.5	4	157.4	15.55	2.7
21	68.5	20	701.5	22.91	14.5	56	112.5	8.5	164.1	18.82	2.7
22	70.5	17	685.8	12.84	10.9	57	104.5	7.5	282.9	18.84	5.4
23	70.5	21	1062	27.51	26.2	58	67.5	8	91.7	16.06	1.4
24	78	11	543.1	19.74	11.6	59	86	4.5	141.2	37.78	5.7
25	78.5	10	516.6	23.45	7.2	60	98.5	6.5	337.5	51.97	11.3
26	68.5	20	718.8	19.73	15.6	61	95.5	7.5	98	22.71	2.3
27	73	26.5	1119.7	17.56	22.9	62	99.5	8	518.2	52.43	15.4
28	89.5	13	809.9	22.2	15.2	63	108.5	8	187.8	27.04	3.9
29	89.5	11	794.4	24.26	14.9	64	97.5	8.5	148.9	22.59	1.9

3.8	21.45	254.7	5.5	88.5	65	18.4	20.24	858.5	13.5	89.5	30
8.8	25.71	438.6	13.5	76.5	66	12.4	26.73	550.3	18	110.5	31
5.9	11.46	497.5	8.5	79.5	67	5.1	27.9	200.1	12.5	117.5	32
12.1	51.92	166.4	7.5	102.5	68	6.8	24.1	369.7	9.5	111.5	33
2	12.63	202	6	104	69	1.2	19.75	64.7	8.5	103.5	34
8.1	24.4	370.1	10.2	88.8	المعدل	9.8	23.17	437.7	4	109	35

المصدر: قياسات الدراسة الميدانية وبيانات القمر الصناعي **landsat tm5-2010** و بيانات الارتفاعات الرقمية **DEM** ١٤م، وباستخدام برنامج **Erdas Imagen9.1** و **ArcGis9.3**.

- **الطول: تباينت الاطوال للكثبان من(٥٧م) الى(١١٢٠م) وقد سجل متوسط الاطوال (٣٧٦) م وبانحراف معياري قدره (٢٦١) م وتركزت الاطوال عند منتصف المنطقة حتى جنوبه الشرقي.**
- **العرض: سجل اقل عرض (٧,٤م) واقصى عرض (٥٢,٤م) وكان المتوسط العام لعرض مجمل الكثبان (٢٤,٥م) وقد تركز اعرض الكثبان عند المنطقة الجنوبية الشرقية عند الكثبان الميتة.**
- **الارتفاع: تباين الارتفاع بين (٢,٥م – ٢٦,٥م) وبلغ متوسط الارتفاع (١٠,٣م) لمجمل كثبان المنطقة، توزعت بين اقلها عند اقصى الغرب واعلاها عن اقصى الجنوب الشرقي، وتباين مستوى القاعدة المحلي للكثبان بين (٥٩,٥م – ١٢٠,٥م) فوق مستوى سطح البحر.**
- **مساحة الكثبان: سجل المتوسط العام لمساحة كثبان المنطقة (٨,٣كم٢) وتباينت في مساحتها بين (٠,٥كم٢ – ٣٣,٩كم٢) واقلها مساحة كان في أقصى الشمال الغربي في حين ان اكبرها مساحة تركز عند شرق بحيرة الشاري.**
- **تحليل قطاعات منحدرات الكثبان الرملية:**

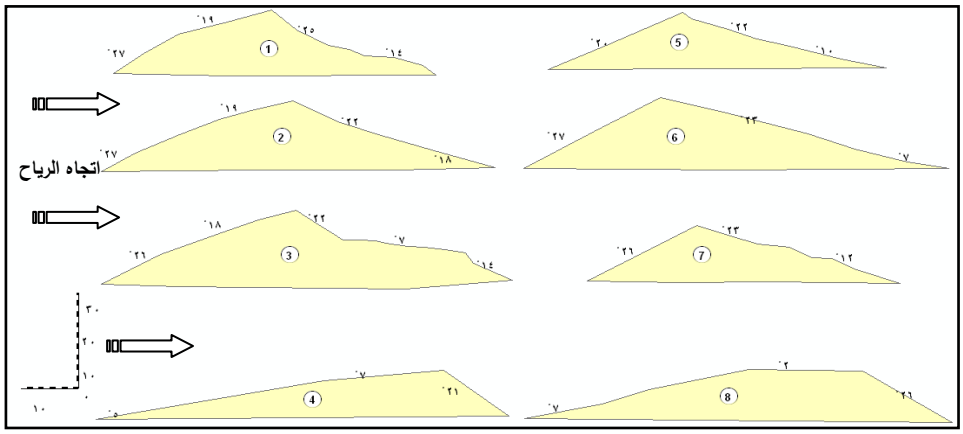
تم اخذ نماذج من اشكال الكثبان الرملية ورسم قطاعات عرضية لها (الشكل ١٩) تبين ان كل الكثبان بجميع اشكالها تقسم الى (الجانب المواجه لاتجاه الرياح Windward Slope – و الجانب المظاهر للرياح Leeward – Slope والقمة Crest) وقد تباينت الانحدارات لجميع الكثبان المقاسة عند الجانب المواجه للرياح بين (٥ ْ– ٢٧ْ) بينما

وتوزعت عند الكثبان بمختلف ارتفاعاتها، فقد اخذت الكثبان الصغيرة الحجم والقليلة الارتفاع وذات العرض الكبير

قلة في انحدار السطح نتيجة لبداية نشوئها، وشملت كذلك الكثبان الهلالية في بداية تشكيلها، اما الكثبان المتوسطة والكبيرة الحجم وذات الارتفاعات العالية قد زادت درجة انحدارها.

وقد تباينت درجة الانحدار عند الجانب المظاهر للرياح (٧ ْ – ٢٦ ْ) تنحدر الرمال من أعالي الكثيب بفعل الجاذبية الأرضية، وتكون انحداراً شديداً تقل في الكثبان الهلالية والطولية وتزداد عند الكثبان الميتة، اما قياس القمة فان درجة الانحدار(٢٢ ْ – ٢٦ ْ) عند الكثبان الهلالية والطولية، اما الكثبان الميتة والنباك (٢ ْ – ٧ ْ)، وتختلف بذلك كثبان النباك او الثابتة التي تقل فيها درجة الانحدار بشكل كبير، وهذا يعود الى اساس تكوين الرمال حيث ان الرياح بفقدان قوتها تذري الرمال وبفعل الحركة الافقية تبني هذه الإشكال من التجمعات الرملية والتي

شكل(١٩) القطاعات العرضية لنماذج مختارة لمختلف انواع الكثبان في منطقة البحث



المصدر: قياسات الدراسة الميدانية وبيانات القمر الصناعي **landsat tm5-2010** و بيانات الارتفاعات الرقمية **DEM** ١٤م، وباستخدام برنامج **ArcGis9.3**.

تختلف باشكالها تبعا لقوة الرياح من جهة والمصدر الرملي من جهة ثانية، فضلا عن العوامل الطبيعية الأخرى المذكورة آنفا، وبتجمع الرمال وارتفاعها تختلف درجة الانحدار مما يؤدي الى زحف الرمال وقفزها نحو الجانب المظاهر فتتشكل القمة الحادة عند بداية تشكيل الكثيب الرملي وقلة في الانحدار في هذا الجانب

- تحليل احجام الرمال:

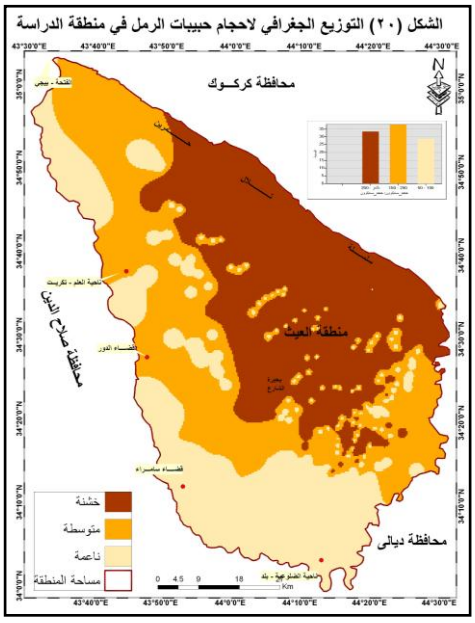
تم جمع وتحليل ١٢ نموذج موزعة على مجمل منطقة الدراسة وفق انواع الكثبان، وكل نوع كثيب تؤخذ منه ثلاث نماذج (المواجه للرياح – القمة – المظاهر للرياح) وتم اجراء التحليل الميكانيكي باستخدام المناخل، وبينت النتائج في الجدول (٣) و(الشكل٢٠).

جدول(٣)التوزيع الجغرافي لحجم حبيبات الرمال ومساحتها ونسبتها المئوية

حجم الحبيبات	الحجم الحبيبي بـ مايكرون	المساحة كم٢	النسبة %
ناعمة	50	1646.7	28.6
متوسطة	150	2193.4	38
خشنة	250	1925.5	33.4

المصدر: قياسات الدراسة الميدانية وبيانات القمر الصناعي **landsat tm5-2010**، ونمذجتها باستخدام برنامج **Erdas Imagen9.1** و **ArcGis9.3**.

يتوزع الرمل الخشن بحجم (٢٥٠ – فأكثر)مايكرون في مناطق انتشار الكثبان الرملية عموما خاصة الكثبان القديمة التكوين وتمثل مانسبته ٨٨% من الجهة المواجهة للرياح، وقد شكل نسبة (٣٣,٤%) من مجمل منطقة البحث، ويعود الى نقله بواسطة المياه فضلا عن عامل الرياح.اما الرمال ذات الاحجام المتوسطة (١٥٠–٢٥٠)مايكرون فقد انتشرت عند نهايات الكثبان الرملية من جهة وعلى طول الفرشات الرملية وانتشرت كذلك في الكثبان الطولية والهلالية والنباك،وقد شكلت مانسبته (٣٨%) من مجمل منطقة الدراسة.واخيرا الحبيبات



المصـدر :اعتمـادا علـى نتـائج جـدول(٣) قياسـات الدراسـة الميدانية وبيانات القمر الصناعي **landsat tm5-2010** ، ونمذجتها باستخدام برنامج **Erdas Imagen9.1** و **ArcGis9.3** .

الرملية التي تتراوح احجامها بين (٥٠–١٥٠)مايكرون فانها تتحرك بحرية لذا تتواجد في مناطق بعيدة وعند نهايات الكثبان خاصة الكثبان الهلالية والنباك والتي تتغير مورفولوجيتها خلال الليل والنهار بفعل تأثرها بالرياح المحلية وطوبوغرافية المنطقة كونها ذرات سهلة الحركة والقفز والتدحرج.وقد شكلت نسبة (٢٨,٦%) من مجمل رواسب المنطقة.

توصلت الدرسة الى:

- من خلال ما سبق يمكن القول ان اصل الرواسب في المنطقة يرجع في الأساس الى عوامل طبيعية منها نحت المجاري المائية بفعل الشدات المطرية للمنكشفات الصخرية السائدة والتي تتشكل بمعظمها من صخور رملية، فضلا عن طوبوغرافية المنطقة وشدة الانحدار عند مرتفعات حمرين والرياح الشمالية الغربية السائدة خلال معظم ايام السنة.
- كما ان وجود مروحتي العظيم من جهة الشمال والفتحة من جهة الشمال الغربي تؤكد ان اصل هذه الرواسب هي نهرية منقولة تعود الى عصر البلايوستوسين، وبدأت بالتشكل خلال فترة الجفاف السائدة انذاك ولحد الآن.

- بينت الدراسة ان التكوينات الرملية قد شكلت النسبة الاكبر من الرواسب(٦٧%)في منطقة الدراسة وهذا ما اكدته معظم الدراسات في المنطقة.
- يعكس الشكل المورفولوجي للتكوينات تعدد اشكال الكثبان (الهلالية – الطولية – الميتة – النباك – فضلا عن انها بمجملها قد تطورت الى كثبان عرضية).
- دلت الدراسة ان الاتجاه السائد لحركة الكثبان الطولية هو باتجاه حركة الرياح موازيا لخط القمة وتتحول الرمال جانبيا في الاتجاهين بشكل غير متساوي اعتمادا على تردد اتجاه الرياح السائدة وهيئة امتداد سلسلة مرتفعات حمرين (شمالي غربي– جنوبي شرقي) كما وجد تشابه في عناصر حجم حبيبات الرمل لكل المواقع عدا بعض الفروق عند نهايات جسم الكثبان.
- من خلال تحليل البيانات الفضائية تم تمييز المظاهر الجيومورفولوجية الاتية (كثبان رملية سميكة – كثبان هلالية– انسياقات رملية – أراضي جرداء – رواسب ريحية– رواسب منحدرات) ثم كانت الخطوة التالية هي تقسيم صنف الرمال (الانسياقات الرملية والكثبان) بفعل الانعكاسية الطيفية والتعرف على البصمة الطيفية باستخدام مؤشر القسمة بين الحزم الطيفية (بقسمة الحزمة الحرارية من الحزم المرئية (الحزمة ٢) لغرض الكشف عن سمك الكثبان الرملية.
- ان عدم وجود النبات الطبيعي في المنطقة عزز من تأثير الرياح في مورفولوجية الكثبان الرملية بفعل الحركة المستمرة فضلا عن الانحدار ووفرة مصادر الرمال.

التوصيات:

- ضرورة تكثيف الدراسات في منطقة الدراسة خاصة لاهميتها ومساحتها للمحافظة من جهة واراضي القطر بشكل عام فيما يخص بظاهرة التصحر والكثبان الرملية، فكما هو ملاحظ زيادة مظاهر التجمعات الرملية التي تسبب مشاكل تنموية في عموم القطر.
- ضرورة متابعة التغيرات البيئية والكشف عن ديناميكية الكثبان والية تشكيلها للسيطرة عليها والوقوف على تطورها مستقبلا.

- تفعيل استخدام التقنيات الحديثة من تكنولوجيا الفضاء وبرمجيات نظم المعلومات في بناء الجيومعلوماتية للمنطقة وبشكل متكامل مع الدراسات الميدانية النموذجية لصناعة النموذج المكاني والطيفي لاغراض اتخاذ القرار السريع للمشكلات الطارئة بفعل ديناميكية الكثبان والتقليل من اثارها المدمرة على استخدامات الارض المختلفة.
- تضافر الجهود لمختلف المؤسسات وتعاونها المشترك في تشكيل مؤسسات بحثية فيما يخص الدراسات البيئية لمثل هكذا اقليم.

المراجع:

- احمد، حميد سعيد و الجبوري، حاتم خضير صالح، تقرير عن هايدرولوجية وهايدروكيميائية لوحة سامراء، (١:٢٥٠٠٠)، جمهورية العراق، وزارة الصناعة والمعادن، المنشأة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، بغداد (غير منشورة)، ٢١٠٠٥.
- البحيري، صلاح الدين، اشكال الارض،دار الفكر المعاصر،بيروت–لبنان،٢٠٠١.
- الجبوري، محمود حمادة صالح، ظاهرة التصحر وآثرها على الاراضي الزراعية في محافظة صلاح الدين، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة بغداد ٢٠٠٠.
- الجراح، عمر برهان، دراسة مورفومترية لنهر دجلة بين سامراء وبغداد بمساعدة التحسس النائي، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية العلوم، جامعة بغداد، بغداد، ١٩٩٥، ص١٨و٩٠.
- الدراجي، سعد عجيل مبارك،تأثيرات المناخ في العمليات الجيومورفولوجية الريحية في منطقة العيث في قضاء الدور وآثارها البيئية، رسالة دكتوراه، غير منشورة، جامعة بغداد،كلية التربية، قسم الجغرافية، ١٩٩٩.
- السامرائي، احمد ياسين علي، جيومورفولوجية بحيرة الشارع باستخدام بيانات التحسس النائي، اطروحة دكتوراه، جامعة بغداد، كلية التربية،قسم الجغرافية،١٩٩٥.
- ال سعود، مشاعل بنت محمد، تطبيق تقنية الاستشعار عن بعد في مراقبة زحف الكثبان الرملية في واحة الاحساء،الجمعية الجغرافية الكويتية، شباط،٢٠٠٤.
- السياب، عبد الله وآخرون، جيولوجية العراق، جامعة الموصل، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل، ١٩٨٢.

- شاكر، سحر نافع، جيمورفولوجية العراق في العصر الرباعي، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، عدد ٢٣، بغداد، ١٩٨٩.
- العاني، فليح حسن،واقع التصحر في جمهورية العرا ق وطرق مكافحته، الندوة العربية الاولى لتثبيت الكثبان الرملية ومكافحة التصحر، بغداد،١٤-٢٢ تشرين الاول ١٩٨٤.
- وزارة الصناعة،مديرية المسح والتحري المعدني، تقرير الكثبان الرملية لمنطقة بيجي – تكريت – بحيرة الشاري ١٩٨٧.
- **Ai-Hinai K(1989):"Evaluatio of Remote Sensing Data for Sand Studies in Saudi Arabin" ,In:Workshop on Desert studying in the Kinkdom ofSaudi Arabia.**
- **Buringh ,Soil Sand Conditions In Iraq Soil and soil condition in Iraq,Ministary of Agriculture ,Baghdad, 1960.**
- **Cooke, R. U. and Warren. A (.١٩٩٣) ,Desert Geomorphology. UCL Press, London,**
- **. Desert Geomorphology. UCL Press, London,PP,526.١٩٩٣ Cooke, R. U. and Warren. A (**
- **Tau Rho Alpha, John P. Galloway,1998 Sand Dunes Computer animations and paper models**
- **Thomas. T. Warner,(2004) Desert Meteorology, cambridge university press,**
- **T.Mesbahzadeh. and H. Ahmadi. (2012) Investigation of Sand Drift Potential (Case Study Yazd – Ardakan Plain) J. Agr. Sci. Tech Vol. 14:**
- **U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR U.S. GEOLOGICAL SURVEY U.S. Geological Survey Menlo Park, CA 94025**
- **W.M. SHEHATA1998 A Study on Sand Dune Forms Southeast of Jeddah, Saudi Arabia, JKAU: Earth Sci., vol. 10, pp. 91-103 (1419 A.H. / 1998 A.D ،**
- **Zareian, M.2007, Investigation of the Sand Dune Morphodynamics in the South of Iran. MSc. Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj Iran.**