البحوث والدراسات

النباتات الفطرية في الكويت: نظرة بيئية واقتصادية(١)

د. علي محمد الدوسري*
موضي محمد أحمد**
نور محمد الدوسري***
صفاء محمود العوضي****

ملخص:

تواجه تنمية البيئة الصحراوية في الكويت تحدياً كبيراً نتيجة النقص الحاد في الموارد المائية، وتدهور الغطاء النباتي، وازدياد حدة زحف الرمال، واتساع رقعة الأراضي المتدهورة. إن كشف التربة ورمال الصحراء لنحت الرياح يؤدي إلى ازدياد معدل الانسياق الرملي الذي له آثار اقتصادية ومجتمعية في الكويت. وقد احتوت هذه الدراسة الطويلة على ثلاث مراحل رئيسة، هي:

* المرحلة الأولى استمرت لمدة سنتين (٢٠٠٥-٢٠٠٧)، تم خلالها تعرف الخواص المورفولوجية والفيزيائية والكيميائية لرواسب الرياح

يتقدم الباحثون بالشكر الجزيل لمعهد الكويت للأبحاث العلمية لدعمه لهذه الدراسة. كما أن الشكر ممتد للأستاذ خليق الرحمن بيق لمساعدته لنا في التحاليل الكيميائية وتجميع المعلومات وللبروفسور عبدالرحمن خان للمساعدة في المعادلات الرياضية المطلوبة في الدراسة.

(١) البحث الفائز بجائزة مجلس التعاون لدول الخليج العربية للبيئة والحياة الفطرية لعامي ٢٠١٣/ ٢٠١٤، جائزة أفضل بحث في مجال الحياة الفطرية.

* باحث علمي، مركز أبحاث البيئة والعلوم الحياتية، برنامج دعم متخذي القرار، معهد الكويت للأبحاث العلمية، دولة الكويت.

** باحثة علمية في علم النبات، مركز أبحاث البيئة والعلوم الحياتية، برنامج دعم متخذي القرار، معهد الكويت للأبحاث العلمية، دولة الكويت.

*** باحثة مشاركة في علم النبات، مركز أبحاث البيئة والعلوم الحياتية، برنامج دعم متخذي القرار، معهد الكويت للأبحاث العلمية، دولة الكويت.

(النباك) المتراكمة حول ١٥ نوعاً من النباتات الفطرية السائدة في الكويت، وهي الثندى والرمث والعرفج والكداد والعوسج والحنظل والثمام والإرطة والرمرام والكحيل والعضرس والغردق والطرفة والثالوث والخريزة. تم جمع ما يقرب من ١,٦٤٠ عينة من النباك الرملية المتراكمة حول النباتات المعمرة، وأربعة أحزمة خضراء من الأثل والصفصاف متفرقة في أنحاء الكويت. أظهرت الدراسة أن الأثل والصفصاف إضافة إلى نبات الغردق من البيئة السبخية، والعوسج والرمث والإرطة من البيئة الصحراوية الأكثر جودة كمصائد فاعلة للرمال المتحركة؛ مما يجعلهما الأكثر فاعلية للتطبيقات الحاضرة والمستقبلية في مجال التحكم في الرمال.

* المرحلة الثانية هي دراسة تحليلية للقيمة الاقتصادية التي يوفرها النبات الفطري للمجتمع، عبر اعتماد طرق إحصائية وتحليلية لبيانات تم جمعها، تتناول التكاليف التي صرفتها الدولة نتيجة التدهور البيئي وربطها بالنباتات الفطرية كحل مستدام. تم خلال هذه الفترة تجميع البيانات الإحصائية لتكاليف إزاحة الرمال والغبار في الكويت خلال فترتين: الأولى في ١٩٩٣ والأخرى في ٢٠١٣؛ حيث لوحظ ارتفاع متوسط كلفة إزاحة المتر المكعب من الرمال السافية والمتراكمة حول المنشآت المدنية والعسكرية في الكويت من ٠,٤٩٧ د.ك/م^3 (١,٧٨ دولار أمريكي) في ١٩٩٣ إلى ١,٤٨٩ د.ك/م^3 (٥,٣٣ دولار أمريكي) في ٢٠١٣ وهي الكلفة الأعلى إقليمياً.

* المرحلة الأخيرة من يونيو ٢٠١١ حتى مايو ٢٠١٥ وهي الأكثر جهداً، وقامت على اختبار تطبيقي لدور النباتات الفطرية في التصدي للرمال والغبار، من خلال غرس النباتات الفطرية في منطقة ينعدم فيها الغطاء النباتي في منطقة اللياح. تم غرس ما يقرب من ١١٠ آلاف نبتة فطرية على هيئة ٦ جزر نباتية، مع التركيز على النباتات المعرضة للانقراض من الكويت كالعوسج والرمث والعرفج، وعبر مشاركة مجتمعية. تم غرس النباتات بهدف اختبار قدرتها كوسائل للحد من زحف الرمال وسفي الغبار ومراقبة رواسب الرياح. حجزت النباتات المغروسة ما مقداره ١١٥ طناً من الرمال السافية؛ مما وفر على الدولة كلفة تقديرية تعادل ١,٧٠٧,٦٧٥ ديناراً كويتياً (٦,١١٢,٧٦٤ دولاراً أمريكياً) هي كلفة إزاحتها في حال تراكمها على المنشآت المدنية والعسكرية، وساهمت في تقليل الرمال والغبار في منطقة التجارب بنسبة ٩٤٪ و٦٤,٥٪ على التوالي.

المقدمة:

يغلب على الكويت الرياح الشمالية الغربية؛ لذا تكون حركة الرمال السافية سواء كانت على هيئة فرشات أو كثبان رملية باتجاه الجنوب الشرقي. صنفت الكثبان الرملية إلى عدة أقسام منها حر الحركة (free dunes) والمقيدة (anchored dunes) بحسب تصنيف (Pye and Tsoar, 1990). تكون حركة الكثبان الرملية حرة الحركة بشكل متعرج، وبمتوسط ٦٠ متراً للكثبان الهلالية صغيرة الحجم (عرض < ٢٠ متراً) و٢٠ متراً للكبيرة منها (Al-Dousari and Pye, 2005). تعتبر النباك أحد أشهر الأمثلة للكثبان المقيدة الحركة، وعرفها ابن منظور (٢٠٠٣) في لسان العرب بقوله "والذي سمعته من العرب في النبكة وشاهدتهم يومئون إليها كل رابية من الرمال مسلكة الرأس ومحددته" حول النبات. يقول ابن الأعرابي (عالم اللغة) أخذت الأودية أسماءها بحسب النبات، فإذا كثر نبات العرفط (الطلح – *Acacia gerradii*) سمي الوادي بالفرش، وإذا تغذى منه النحل كان عسله طيب الطعم خبيث الرائحة، أما إذا كثر نبات الغضى (*Haloxylon persicum*) سمي بالقصيم، ومنه أخذت مدينة القصيم، وإذا كثر فيه نبات الأثل سمي بالأيكة، وقد كني قوم النبي الصالح شعيب – عليه السلام – بأصحاب الأيكة، أما إذا كثر نبات السلم (*Acacia ehrenhergiana*) فيسمى غال، وإذا كثر شجر السمر (*Acacia tortilis*) سمي الوادي سليل (ابن منظور، ٢٠٠٣). درست الخواص الرسوبية والمورفولوجية للأجسام المترسبة حول النباتات الساحلية في الكويت التي تدعى بالنباك أولاً عبر كليو والشيخ (١٩٨٦).

تبعت تلك الدراسة كثير من الدراسات الرسوبية على وجه الخصوص، مثل الذين درسوا النباك (Gunatilaka and Mwango, 1987: Khalaf et al., 1995) الساحلية الشمالية منها والجنوبية. كان (Al-Dousari et al., 2008) أول من درس النباك الصحراوية إضافة إلى الساحلية المتكونة حول أهم النباتات المعمرة في الكويت، وقارن خواصها الرسوبية والمورفولوجية. لذا تستكمل هذه الدراسة ما لم يتم في الدراسات السابقة، من خلال دراسة أهم النباتات المعمرة المقاومة

للجفاف في الكويت، وقدرتها على صد الرمال حرة الحركة، وتثبيت الكثبان الرملية المقيدة منها والمتحركة للوصول إلى أنفعها من ناحية الجدوى الاقتصادية في البيئة الصحراوية للجزيرة العربية عموماً وللكويت على وجه الخصوص، مع الأخذ بعين الاعتبار وجود تطبيق لمخرجات البحث لهذه الدراسة.

مناطق الدراسة وأهدافها:

تقع الكويت ضمن المسار الطبيعي لأحزمة الكثبان الرملية والرمال النشطة حرة الحركة. تمثل الرياح الشمالية الغربية ما يقرب من ٦٠٪ من مجموع اتجاهات الرياح، وهي المؤثر الرئيس في حركة الرواسب السطحية في الكويت (Al-Dousari and Pye, 2005). كان نطاق العمل في الأماكن التي تتراكم فيها الرمال، وهي المناطق الصحراوية والساحلية في دولة الكويت خلال المرحلة الأولى، بالإضافة إلى محمية اللياح التي تم تطبيق وسائل تثبيت هذه الرمال في المرحلة الثالثة.

المناطق الصحراوية والساحلية في دولة الكويت:

تم في هذا البحث خلال المرحلة الأولى دراسة الخواص المورفولوجية والرسوبية حول ٤ من الأحزمة الخضراء من الصفصاف والأثل في الكويت (الجدول ١)، إضافة إلى الرواسب الرملية حول ١٥ نوعاً من النباتات الساحلية منها والصحراوية، في مواقع موزعة على جميع أنحاء الكويت الساحلية والصحراوية على نحو ما هو موضح في الشكل (١).

محمية اللياح:

تتكون اللياح في معظمها من رسوبيات من الرمل والحصى (الصلبوخ) تعرف بتكوين الدبدبة المتكون في عصر البلوستوسين (Pleistocene)، يكسوها غطاء رقيق من الرواسب الحديثة (Holocene deposits) الرملية غير المتماسكة. كانت اللياح في السابق محاجر لاستخراج الصلبوخ لمواد البناء إلى أن أصدرت الهيئة العامة للبيئة في أكتوبر ١٩٩٧ القرار رقم ١٩٩٧/٩٧٣ بتنظيم أنشطة استخراج الصلبوخ والمحاجر لحماية الحياة الطبيعية في دولة الكويت. تلا ذلك

قرار من مجلس الوزراء في أغسطس ٢٠٠١ لردم المحاجر وتسويتها، وتأهيل النباتات الطبيعية والحياة الفطرية لطبيعتها وسابق عهدها، فتم على إثر ذلك ردم محاجر الصلبوخ في اللياح في يناير ٢٠٠٣؛ مما قضى تماماً على البيئة الفطرية في المنطقة، كما أشار العديد من الباحثين (M. Ahmed, et al. 2014, M. Ahmed, et al., 2015). إلى النتائج المترتبة على تدهور النظام الإيكولوجي في محمية اللياح نتيجة ردم محاجر الصلبوخ، وهي على النحو الآتي:

- تكون طبقة صلبة غير منفذة لمياه الأمطار من الجاتش (رمال متماسكة بكربونات الكالسيوم وحبيبات الطين)، ومن الصعب أن تخترقها جذور النباتات الفطرية في المنطقة أو أن تحفر الحيوانات الصحراوية جحورها فيها.
- تصلب التربة وانضغاطها نتيجة لحركة الآليات على الطرق الترابية، بالإضافة إلى أثر قطرات المطر على مر السنين، وعدم وجود غطاء نباتي يمتص القوة الاندفاعية لقطرات الأمطار على التربة، وهذا التصلب يجعل من الصعوبة نمو غطاء نباتي جديد عليه.
- تكون هيدرولوجية جديدة بفعل الإنسان بعد ردم محاجر الصلبوخ في المنطقة؛ حيث ظهرت أودية وخباري ومرتفعات جرداء لا تتوافق مع المورفولوجية المحيطة بالمنطقة، ولا ينبت فيها نبات على الرغم من وجود مواسم مطيرة؛ وذلك لأن الطبقة السطحية لا تحوي أي مخزون من بذور النباتات الفطرية بعد الردم.
- ظهور السيول الفجائية أشد قوة وأقوى أثراً؛ لما يلعب الغطاء النباتي في بطون الأودية من دور فاعل في التحكم في القوة الجارفة للسيل والاستفادة من مكوناته من الطمي والماء.
- زيادة ملحوظة في زحف الرمال؛ لما للنباتات والأشجار الفطرية بحسب نوعها من دور مهم في تكوين أجسام رملية حولها في ما يسمى بظاهرة النباك؛ فكل نبات له ظروف معينة للتحكم في الرمال السافية.
- زيادة ملحوظة في عدد العواصف الغبارية وكمياتها، وهو مشاهد في

وقتنا الحاضر؛ حيث تكون العواصف أشد عتواً وأوسع انتشاراً، بل إن بعض هذه العواصف أصبحت تأتي في غير أوقاتها المعهودة.

- اختفاء الحياة الفطرية وخاصة الزواحف والطيور في المنطقة؛ حيث إن النبات يمثل جزءاً من منظومة إيكولوجية متكاملة وتدهوره أو اندثاره يسبب خللاً في هذه المنظومة.

لذا ارتأت هذه الدراسة في المرحلة الثالثة إعادة الحياة الفطرية لسابق عهدها، كما نص قرار مجلس الوزراء، وقد تم إنشاء نظام الواحات الزراعية وبمشاركة مجتمعية فاعلة من طلاب المدارس وطالباتها في الفترة من مايو ٢٠١١ حتى يونيو ٢٠١٥.

الجدول (١)

المواقع والوصف المورفولوجي والنوعي للأحزمة الخضراء موضوع الدراسة

المنطقة	الإحداثيات		عدد الصفوف	نوع الأشجار	الأبعاد		
	N	E			الطول	العرض	الارتفاع
المطلاع	٢٩٢٢٥٤,٥٢	٤٧٣٧٠٩,٧٩	٤	الأثل والصفصاف	١٨٠٠	٥٠	٧
الجهراء	٢٩٢١٣٢,٨١	٤٧٣٩٢٠,٥٥	> ١٠٠	الأثل والصفصاف	١٦٠٠	١٤٠٠	١٠-٤,٩
كبد	٢٩١٩٣٧,٤	٤٧٤٥٠٥,٠	٢	الأثل والصفصاف	٤٠٠٠	١٠	١٢-٧,٤
الأحمدي	٢٩٢٢٣٣,٩	٤٧٩٣٥٩,٨	٢٦	الصفصاف	٣٠٠٠	٢٤٠	٧,٥

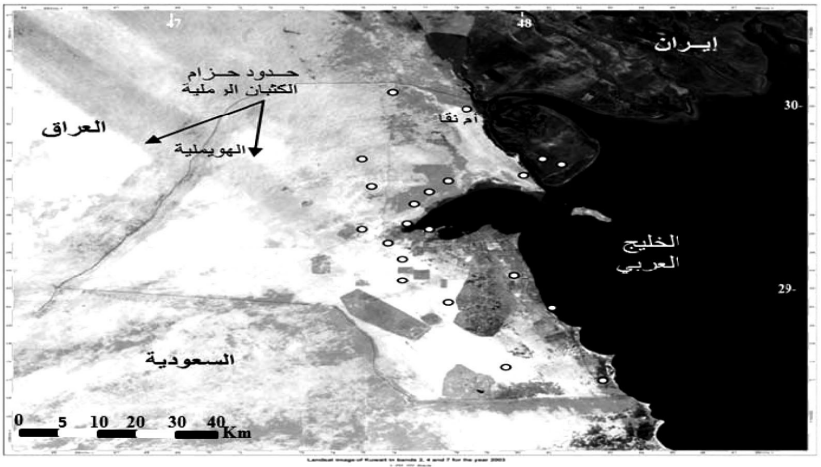
تهدف الدراسة للآتي:

١ – تعرف الخواص المورفولوجية والفيزيائية والكيميائية لرواسب الرياح (النباك) المتراكمة حول ١٥ نوعاً من النباتات الفطرية السائدة في الكويت، ومراقبة أثرها في تحسين خواص التربة المتدهورة، ورصد قدرتها للتصدي للرمال السافية والغبار في الكويت.

٢ – تقييم القيمة الاقتصادية التي يوفرها النبات الفطري للمجتمع وفق منظور جديد، عبر اعتماد طرق إحصائية لاختبار أكثر النباتات كفاءة في التصدي للرمال.

٣ – غرس واحات زراعية تحوي آلاف النباتات الفطرية في منطقة اللياح،

وبمشاركة مجتمعية طويلة الأجل، مع التركيز على المعرضة منها للانقراض من الكويت، ومتابعة تأثيرها على كميات رواسب الرياح (الرمال السافية والغبار).



الشكل (١) – صورة فضائية لاندسات ٢٠٠٣ توضح مواقع تجميع رواسب الرياح المتراكمة حول النباتات الفطرية السائدة في الكويت.

الوسائل المستخدمة في الدراسة:

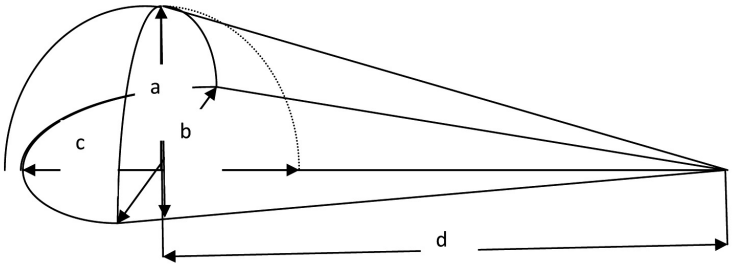
مراحل الدراسة والطرق المتبعة:

حوت الدراسة ثلاث مراحل رئيسة، هي:

المرحلة الأولى: تشمل تعرف الخواص الفيزيائية والكيميائية للأشجار والنباتات الفطرية. لذلك تم اختيار أربعة من الأحزمة الخضراء في كل من المطلاع والجهراء وكبد والأحمدي. تم جمع ٤٨٠ عينة تربة من الأحزمة الخضراء عبر ٣ خطوط تجميعية، ٣ منها في اتجاه الريح و٣ أخرى في منصرف الريح، وأخذت العينات كل ١٠ م حتى ٣٠ م وبعمق قدره ٦٠ سم.

تم دراسة الخواص المورفولوجية والفيزيائية والكيميائية لرواسب الرياح (النباك) المتراكمة حول ١٥ نوعاً من النباتات الفطرية السائدة في الكويت

واستمرت لمدة سنتين (٢٠٠٥-٢٠٠٧). ومن أمثلة النباتات الفطرية الثندى (*Cyperus conglomeratus*) والرمث (*Haloxylon salicornicum*) والعرفج (*Rhanteium epapposum*) والكداد (Astragalus spinosus) والعوسج (*Lycium shawii*) والحنظل (*Citrulluscolocynthis*) والثمام (*Panicum turgidum*) والغردق (*Nitraria retusa*) والطرفة (*Tamarix aphylla*) والثالوث (*Halocnemum strobilaceum*) والخريزة (*Salicornia europaea*) والرمرام (*Heliotropium bacciferum*) والأرطة (*Calligonum polygonoides*) والكحيل (*Arnebia decumbens*) والعضرس (*Convolvulus oxyphyllus*) من أجل التوصل لفهم طبيعة النباتات الفطرية. تم جمع ما يقرب من ٨٠٠ عينة من أسطح النباك الرملية المتراكمة حول النباتات المعمرة، و٨٤٠ عينة أخرى من أربعة أحزمة خضراء من الأثل (*Tamarix aphyllae*) والصفصاف (*Prosopis juliflora*) متفرقة في أنحاء الكويت؛ بهدف تعرف خواصها المورفولوجية والكيميائية. تم أخذ العينات من نطاق الأحزمة الخضراء عبر ثلاثة خطوط متوازية لجمع العينات في الوسط والطرفين. أخذت العينات في الخطوط المتوازية كل ١٠ أمتار حتى ٣٠ متراً اتجاه ومنصرف الرياح السائدة. جمعت العينات من تحت الأشجار والنباك الصحراوية والسبخية من قمة النباك بواقع عينة كل ١٠ سم حتى عمق ٧٠ سم لعشرين نباتاً من كل نوع. النباتات الصحراوية السائدة هي: الثندى والرمث والعرفج والكداد والعوسج والحنظل والثمام، في حين أن النباتات السائدة في السبخات هي: الغردق والطرفة والثالوث والخريزة في أماكن متفرقة بأنحاء الكويت موضحة (بالشكل ١). كما تم قياس مدى كفاءة كل نبات في حجز الرمال، من خلال أخذ معدل القياسات المورفولوجية المتمثلة بحجم التراكم الرملي حول كل نبات وارتفاعه وطوله وعرضه، عبر معادلة الشكل البيضاوي مع ذيل مثلث يشير إلى اتجاه منصرف الريح (الشكل ٢).



الشكل (٢) – الشكل البيضاوي المعتمد للنبكة مع ذيل مدبب باتجاه منصرف الريح والأبعاد التي تم الأخذ بها في الدراسة.

حجم الجسم البيضاوي الكامل هو:

$\frac{4\pi.a.b.c}{3}$ حيث يمثل c و a و b أبعاده التي تم قياسها.

حجم ربع الجسم البيضاوي الكامل وهو الحجم القريب لمقدمة النبكة:

$$V_E = \frac{4\pi.a_1b_1c_1}{4.3.2.2} = \frac{\pi.a_1.b_1.c_1}{12}$$

حيث

$$a_1 = a, b_1 = \frac{b}{2}, c_1 = \frac{c}{2}$$

وإذا أخذنا شكل المثلث المدبب من الصفر حتى القطر العمودي (a)

$(a)V_{=} \int A.da_1.$

تكون المساحة السطحية هي $b_1.d$ حيث

$b_1 = d.\tan$

ارتفاع التلال هو وظيفة مكافئ (parabolic function) من طول الذيل (d) معين على النحو الآتي:

$a_1 = a.d^2$ حيث الحجم

$$V_P = \int_0^d d\ tan\theta.d.ad^2\ .\delta d$$

حيث يمثل حجم الهرم كالآتي:

$$V_P = \int_0^d ad^4.tan\theta\delta d = \frac{\alpha\ tan\theta.d^5}{5}\ |_0^d = \frac{\alpha.d^5.tan\ \theta}{5|}$$

وبذلك تكون المعادلة النهائية لحساب حجم التراكم الرملي في النبكة على النحو الآتي:

$$V_E + V_P = \frac{\pi .a_1.b_1.c_1}{12} + \frac{\alpha.d^5.tan\theta}{5}$$

المرحلة الثانية هي دراسة تحليلية للقيمة الاقتصادية التي يوفرها النبات الفطري للمجتمع وفق منظور جديد، عبر اعتماد طرق إحصائية وتحليلية للتكاليف التي صرفتها الدولة نتيجة التدهور البيئي وربطها بالنباتات الفطرية كحل مستدام. تم خلال هذه الفترة تجميع البيانات الإحصائية لتكاليف إزاحة الرمال السافية والغبار في الكويت خلال فترتين، الأولى في ١٩٩٣ والثانية في ٢٠١٣. خلال هذه المرحلة، جمعت المعلومات الميدانية حول كميات وتكاليف إزاحة الرمال المتراكمة حول المنشآت المدنية والعسكرية وهي على النحو الآتي:

١ – الطرق السريعة.

٢ – آبار ومراكز التجميع النفطية التابعة لشركة نفط الكويت.

٣ – المحطات والمحولات الكهربائية التابعة لوزارة الكهرباء والماء.

٤ – قاعدة علي السالم الجوية.

ومن خلال هذا التجميع عرفت الكلفة الاقتصادية لإزاحة المتر المكعب من الرمال في الكويت زمانياً ومكانياً والتوقعات المستقبلية.

الخطوة الأخيرة كانت اختبار قدرة النباتات الفطرية في التحكم في رمال السافي والغبار؛ حيث تم غرس ١١٠ آلاف نبتة في منطقة اللياح، مع التركيز على النباتات المعرضة للانقراض من الكويت، كالعوسج والرمث والعرفج، وعبر مشاركة مجتمعية لدراسة مدى جودتها كوسائل تحكم للحد من سفي الرمال والغبار، ومراقبة الرواسب الرياح (الرمال السافية والغبار) عبر خمس مصائد للغبار والرمال (الشكل ٣).

التحاليل المخبرية لعينات التربة:

حفر قطاع التربة حول جميع النباتات الفطرية والأشجار (٢٠ قطاعاً للتربة لكل نبات) إلى عمق ٧٠ سم كحد أقصى، ومن ثم جمعت عينات من التربة كل ١٠ سم على أعماق مختلفة (من ٠–٧٠ سم) ووضعها في عبوات بلاستيكية

وتزويدها بأرقام مميزة لتحليلها لاحقاً في المختبر. تم إجراء نوعين من التحاليل على عينات التربة، وهي تحاليل فيزيائية وتحاليل كيميائية.

الشكل (٣) – مصائد لرصد الغبار (اليمين) والرمال (اليسار) في محمية الليلاح.

أولاً – التحاليل الفيزيائية لعينات التربة:

أجريت اختبارات فيزيائية لعينات التربة في المنطقة، وهي:

- قياس نفاذية التربة.
- قياس الكثافة الظاهرية والمسامية.
- قياس قوة اختراق التربة السطحية.
- قياس رطوبة التربة في الأعماق المختلفة للتربة.

قياس نفاذية التربة:

هذا الاختبار يقيس معدل سرعة تسرب عمود من الماء ارتفاعه ١٥–١٩ سم عبر مسامات التربة، خلال ٣٠ دقيقة، باستخدام مقياس نفاذية التربة (الأسطوانة المزدوجة Double Ring) وهو أسطوانتان مختلفتان في الحجم (أسطوانة خارجية كبيرة وأخرى داخلية صغيرة) مفتوحتا الجانبين تثبتان داخل التربة. ومتصل بالأسطوانة الصغيرة مسطرة لقياس ارتفاع عمود الماء. (الشكل ٤). إذا كانت نفاذية التربة عالية، فسوف تمتص المياه بسهولة، أما إذا

كانت النفاذية متدنية وضعيفة، فسوف تتراكم المياه على السطح أو تجري من فوقه إن لم يكن مستوياً. ولقياس حجم الماء المتسرب في الساعة تحسب على النحو الآتي:

قياس حجم الأسطوانة الداخلية = $\pi.R^2.h$

حيث إن R هو نصف قطر الأسطوانة الداخلية، (h) ارتفاع عمود الماء.

حجم الماء المتسرب = زمن (الدقيقة الواحدة) x حجم الأسطوانة الداخلية/ الزمن النهائي (الدقيقة).

الشكل (٤) – قياس التسرب الرأسي للمياه في التربة (الأسطوانة المزدوجة Double Ring**) (اليمين) وجهازا مقياس الأس الهيدروجيني والتوصيل الكهربائي (اليسار).**

قياس رطوبة التربة:

تقاس رطوبة التربة أو المحتوى المائي للتربة بالطريقة التقليدية المباشرة (الوزنية). عن طريق أخذ عينة من التربة يتم تقدير وزنها الرطب بوزن العينة كما هي وقت أخذ العينة، ويحصل على الوزن الجاف بتجفيف العينة في الفرن عند ١٠٥° سيليزية لمدة ٢٤ ساعة. وتحسب على أساس الوزن الجاف أو الرطب على النحو الآتي:

رطوبة التربة على أساس الوزن الجاف = (وزن التربة الرطبة – وزن التربة الجافة)/ وزن التربة الجافة × ١٠٠.

رطوبة التربة على أساس الوزن الرطب = (وزن التربة الرطبة – وزن التربة الجافة) / وزن التربة الرطبة × ١٠٠.

التحليل الحجمي للحبيبات:

جففت عينات التربة في الهواء قبل غربلتها، وأجري تحليل ميكانيكي لجميع عينات التربة باستخدام مناخل ذات فتحات قطرها بين ٢-٠,٠٦٣ ملليمتر، وباستخدام جهاز الهزاز لمدة ١٥ دقيقة لكل عينة. وقد تم وزن كل وحدة حجمية، ورسمت لها المنحنيات التراكمية أو التجميعية بهدف تعرف الخصائص الحجمية لحبيبات الرمل، واستخراج المعاملات الإحصائية لرواسب التربة المعالجة وغير المعالجة باستخدام الطريقة البيانية (Graphical method) لـ (Folk, 1974).

المحتوى العضوي:

تم قياس المحتوى العضوي في ٤٨٠ عينة من الأحزمة الخضراء الأربعة من أجل تعرف دورها في تحسين خواص التربة بالمنطقة. حلل المحتوى العضوي بقياس نسبة الكربون العضوي في التربة، وهو على النحو الآتي:

- نزن صحن من البورسلان وهو فارغ (أ).
- نزن ٢٥ جم من التربة الرطبة ونضعها داخل الصحن البورسلان ثم نضعها في الفرن عند درجة الحرارة $105^{o}c$ لمدة ٢٤ ساعة.
- نزن الصحن مع العينة المجففة في الفرن (ب).
- نضع العينة المجففة لتتحول إلى رماد في فرن خاص يسمى (Muffle Furnace) عند درجة $400^{o}c$ لمدة ساعتين.
- نخرج العينة من الفرن باستخدام ملقط، ومن ثم السماح للعينة بأن تبرد عند درجة حرارة الغرفة.
- نسجل كتلة الطبق الذي يحتوى على الرماد (ج).
- تحسب ٪ الكربون العضوي = (ب-ج / ب-أ) × ١٠٠
- ٪ المحتوى العضوي = ٪ الكربون العضوي × ١٠٠/ ٥٨.

ثانياً - القياسات الكيميائية:

لإجراء أي تحليل كيميائي يجب تحضير معجون مستخلص من عينات التربة عن طريق إضافة الماء المقطر لها، ويجب مراعاة الشروط الآتية: عدم

وجود ماء زائد، تلألؤ السطح الخارجي، انزلاق العجينة بسهولة على سكين. وقد أجريت التحاليل الكيميائية (درجة الحموضة والتوصيل الكهربائي) في الأعماق المختلفة للتربة لجميع العينات.

درجة الحموضة PH:

يتم قياس الأس الهيدروجيني للمعجون المشبع بالتربة باستخدام مقياس الأس الهيدروجيني (pH meter)، وهو أداة إلكترونية تستعمل لقياس درجة الحموضة أو القاعديّة لسائل معيّن، تكون من قطب خاص (قطب زجاجي) متصل بمقياس إلكتروني يقيس ويعرض رقم الأس الهيدروجيني (الشكل ٤).

التوصيل الكهربائي (EC):

قياس قدرة المادة على توصيل التيار الكهربائي (Jackson, 1985) لقياس التوصيل الكهربائي يجب نقل المعجون المشبع بالتربة إلى قمع خاص مغطى بورقة ترشيح يتم توصيله بمضخة تفريغ الهواء، ومن ثم يتم جمع المياه المرشحة من التربة. ومن ثم تنقل لقياس قيم التوصيل الكهربائي للمياه المرشحة بجهاز قياس التوصيل الكهربائي (الشكل ٤)، تعتبر الأرض ملحية إذا كان توصيلها الكهربائي يساوي ٤ ديسيمنز/متر أو أكثر.

النتائج والمناقشة:

المرحلة الأولى – الخواص الفيزيائية والكيميائية للنباتات الفطرية والأشجار:

دور الأحزمة الخضراء:

أثبتت الدراسة أن الأحزمة الخضراء تزيد خصوبة التربة (كمية الرمال الناعمة والناعمة جداً إضافة إلى محتوى المواد العضوية). تقل حرارة التربة تحت الأحزمة بمقدار درجتين، درجة سيليزية/سم من ٤٣,٥ إلى ٤١,٥ درجة سيليزية، بالمقارنة مع التربة في منصرف الرياح (١٠م و٣٠م) (جدول ٢ و٣). لوحظ أن الانسياب المائي يزداد نحو ٦٧٪ مقارنة بمنصرف واتجاه الريح حتى ٣٠ متراً (الشكل ٥).

أظهر متوسط العينات في اتجاه الريح أنها أقل حرارة ومحتوى رطوبي ودرجة توصيل كهربائي ودرجة الحموضة ومحتوى المواد العضوية منها في منصرف الريح. إلا أن العينات في منصرف الريح أظهرت انضغاطاً كلما ابتعدنا عن الأحزمة الخضراء إلا في منطقة المطلاع؛ لأنها ذات طبيعة صخرية، والتربة فيها منضغطة بفعل حركة الآليات وانعدام الغطاء النباتي فيها.

الأحزمة الخضراء ذات الخطوط الثلاثة أو أكثر تكون أكثر فاعلية في تحسين خواص التربة والتحكم في رواسب الرياح، في حين أن الأحزمة الخضراء ذات الخط الواحد لا تكون فاعلة إلا في حال وضعها خلف مصد مسامي بمقدار ٦٠٪.

ومن أهم ملاحظات هذه الدراسة حول الأحزمة الخضراء التي أشار لها العديد من الباحثين مثل (M. Ahmed, et al., 2014, M. Ahmed, et al., 2015, Al-Dousari, A. M. 2005):

١ – أن هناك تأثيراً إيجابياً للأحزمة الخضراء على متوسط التسرب الرأسي للمياه أسفل الأشجار في الصف الأول، بالمقارنة مع ٣٠ متراً بعيداً عنها في اتجاه الرياح (Upwind) (الشكل ٥أ).

٢ – ليس هناك فروق واضحة في متوسط التسرب الرأسي للمياه أسفل الأحزمة الخضراء في الصف الأول، بالمقارنة مع ٣٠ متراً بعيداً عنها في اتجاه منصرف الرياح (Downwind) (الشكل ٥ب)؛ مما يدل على أن أثر الأحزمة الخضراء الإيجابي يمتد في منصرف الرياح أكثر منه في اتجاه الرياح.

٣ – تكون الملوحة ودرجة التوصيل الكهربائي للأشجار مشابهة للنباتات السبخية وبخاصة نبات الغردق.

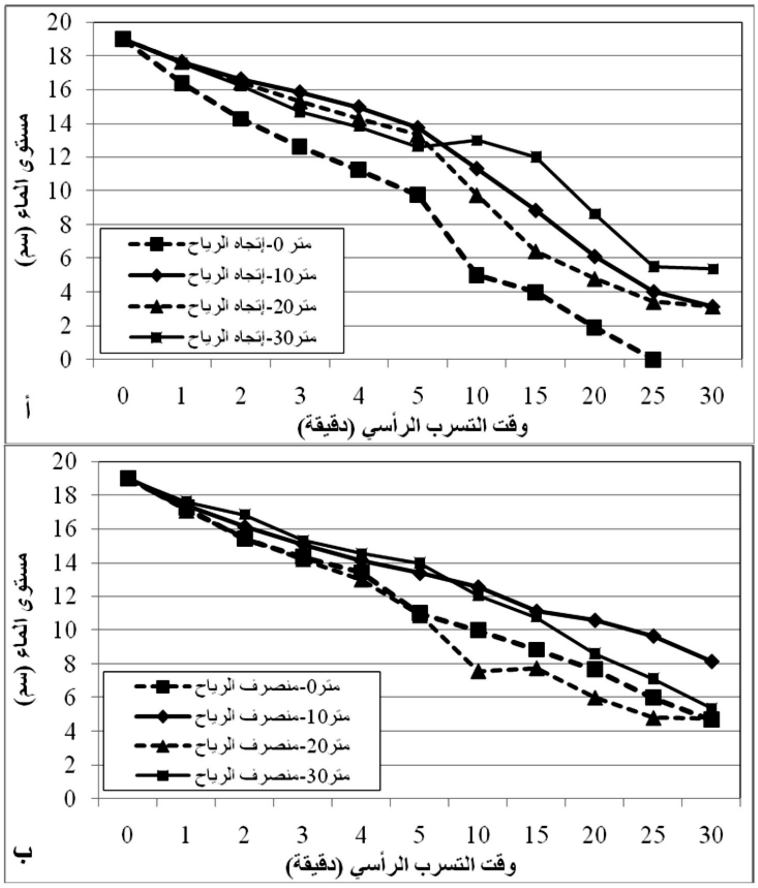
٤ – يعتبر التسرب الرأسي بعد ١٠ أمتار في/ وعكس اتجاه الرياح الأقل من بين المسافات، ويعزى ذلك لوجود طرق ترابية موازية للأحزمة الخضراء تسببت بانضغاط التربة؛ مما يقلل نفاذيتها للمياه.

الجدول (٢)
التحليل الحجمي والبيانات الإحصائية لعينات في الأحزمة الخضراء

البيانات الإحصائية	المتوسط	الانحراف المعياري	معامل الالتواء	التفرطح	الرمل الخشن جدا	الرمل الخشن	الرمل المتوسط الحجم	الرمل الناعم	الرمل الناعم جدا	الطمي
المتوسط الكلي	١,٠٨	١,٠٨	٠,٢٥	١,٣٥	٢٨	٢٥	٢٢	١٨	٦,٠	٠,٠٢
اتجاه الرياح (10-30 m)	١,١٤	١,٠٦	٠,١٩	٢,٤٧	٢٨	٢٢	٢٤	١٩	٧,٠	٠,٠٤
منصرف الرياح (10-30 m)	١,٠٢	١,١	٠,٣٤	٠,٦٣	٣٣	٢٣	٢٠	١٨	٥,٠	٠,٠٠
اتجاه الرياح (0 m)	١,٠٨	١,٠١	٠,٢٧	٠,٨٨	١٩	٤١	٢١	١٤	٦,٠	٠,٠٠
منصرف الرياح (0 m)	١,١٢	١,١٣	٠,١٦	٠,٦٦	٢٤	٢٧	٢١	٢٢	٥,٠	٠,٠٠

الجدول (٣)
متوسط تفاوت خواص التربة في قطاع التربة تحت الأحزمة الخضراء (كبد، الجهراء، الأحمدي، المطلاع)

العمق	حرارة التربة	القلوية	التوصيل الكهربائي	الرطوبة	المواد العضوية
السطح	٤٣,٥	٨,١	٤,٣	١,٠	١,١٥
٢٠ سم	٤١,٨	٧,٩	٥,٣	١,٣	١,٠٧
٤٠ سم	٤١,٨	٨,١	٥,٢	١,٥	١,٠٤
٦٠ سم	٤١,٥	٨,٢	٤,٧	٢,٨	١,٧٠



الشكل (٥) – متوسط التسرب الرأسي للماء تحت الأحزمة الخضراء في اتجاه الرياح (أ) ومنصرفها (ب) حتى ٣٠ متراً.

دور النباتات الفطرية:

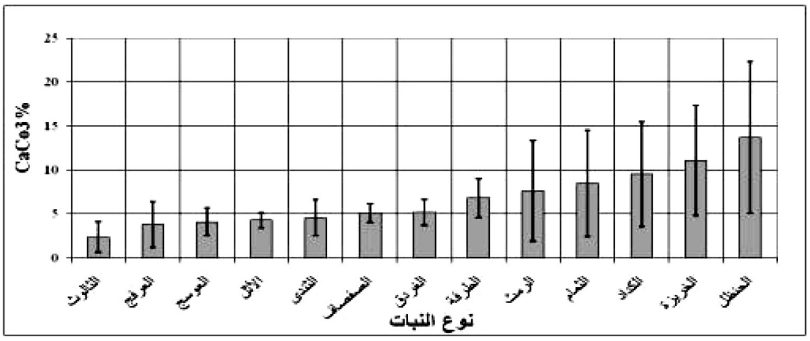
تنفرد النباتات الصحراوية بخواص فريدة؛ فالعرفج والثندى والرمث تعتبر مؤشراً جيداً لحدة العمليات الريحية في المنطقة. أظهرت التحاليل لعينات التربة حول النباتات الفطرية أن لكل نبات خواصه التي ينفرد بها عن غيره من النباتات الفطرية الأخرى. إذا كثر نبات العرفج في المنطقة دل على أن المنطقة غير متدهورة، في حين أن الرمث يبدأ مع دخول الرمال، وقدر معتبر من الكربونات

في تكوينات التربة (الشكل ٦) وبداية نشاط العمليات الريحية، أما الثندى فلا ينمو إلا في الأراضي التي تنشط فيها العمليات الريحية والتراكم الرملي الشديد (Al-Dousari, A. M. 2005). وتلك النباتات ذات رواسب تتميز بقلويتها وانخفاض درجة التوصيل الكهربائي والمحتوى الرطوبي، كما أنها تمتاز بالتقارب بين أغصانها وما يجاورها من النباتات. نبات العوسج من ناحية أخرى الأكثر مسافة بين الأغصان ويشتهر بالغيرة، لذا يعتبر الأبعد عن النباتات المجاورة، إلا أنه يمتاز بكفاءة عالية في صد الرمال من خلال أعلى تراكم رملي مقارنة بجميع النباتات الأخرى. الأقصر بين النباتات كلها هو الحنظل إلا أن رواسبه تعتبر الأعلى بين النباك بمحتوى كربونات الكالسيوم والأقل حموضة (الجدول ٤) والمحتوى الرطوبي وفي درجة التوصيل الكهربائي.

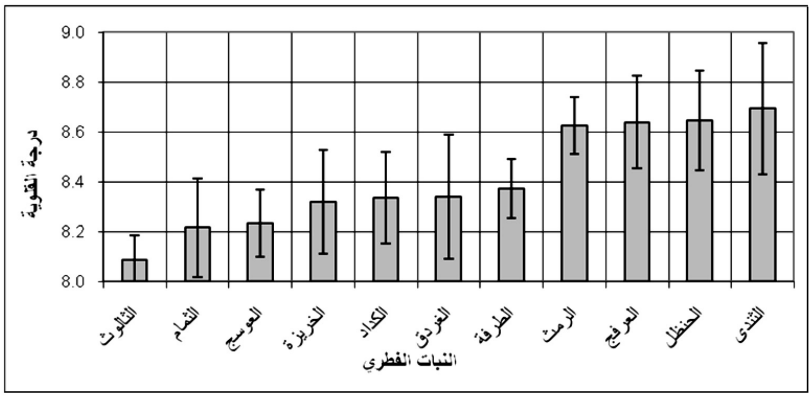
تختص النباتات في السبخات من ناحية أخرى بمزايا مورفولوجية وإيكولوجية عن النباتات الصحراوية. يعزى وجود هذه النباتات في السباخ المالحة إلى وجود عدسات ضحلة من الماء الجوفي العذب الذي يطفو على الجسم المائي المالح؛ نتيجة التغذية من مياه الأمطار المتساقطة والمياه السطحية الجارية، التي أثبتته هذه الدراسة من خلال المتابعة الشهرية لمدة ١٥ شهراً لمستوى المياه الجوفية، ومحتوى الأملاح الذائبة في بئرين للمياه، أحدهما كان في قصيم من ترسبات الرمال حول مجموعة من نبات الغردق، والآخر في مستوى السبخة التي عليها القصيم للمقارنة. إن نسبة كثافة المياه العذبة أقل ٤٠٪ مقارنة بالمياه المالحة؛ أي أن كل متر من المياه العذبة يدفع المياه المالحة ٤٠ متراً إلى الأسفل (Strahler and Strahler, 1973). الجسم الرملي حول النباتات يحمي النبات من ضربات الرمال المحمولة بالرياح. إن هذا الجسم يمتص المياه الناتجة بفعل الأمطار أو الجريان السطحي ليكون مخزوناً طبيعياً يستقي منه في فترات الجفاف والصيف إلى حين حلول موسم الأمطار. تمتاز رواسب النباتات في السبخات بحموضتها وقلة الكربونات وارتفاع نسبة المحتوى الرطوبي والأملاح في رواسبها (M. Ahmed, et al., 2014, M. Ahmed, et al., 2015). إن نسبة كربونات الكالسيوم في نباك الخريزة تعتبر الأعلى بين النباك الساحلية، في حين أن النسبة في نباك الثالوث والعرفج الأقل بين النباك عامة. لوحظ زيادة القلوية والملوحة

ودرجة التوصيل الكهربائي حتى عمق ٤٠ سم لجميع النباتات، بالمقارنة بما أعلاها من الرواسب (الأشكال: ٧-١٢، الجدول ٤).

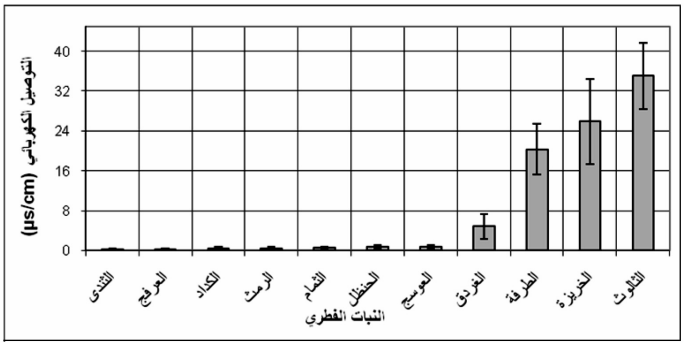
أظهرت الدراسة أن الأثل والصفصاف إضافة إلى نباتي الغردق والطرفة من البيئة السبخية والعوسج والرمث والإرطة من البيئة الصحراوية الأكثر جودة كمصائد فاعلة طبيعية للرمال المتحركة؛ مما يجعلهما الأكثر فاعلية للتطبيقات الحاضرة المستقبلية في مجال التحكم في الرمال (الشكل ١٣). تصل نسبة المواد العضوية إلى ٤,٨٥٪ و٩٪ في رمال السافي والغبار على التوالي.



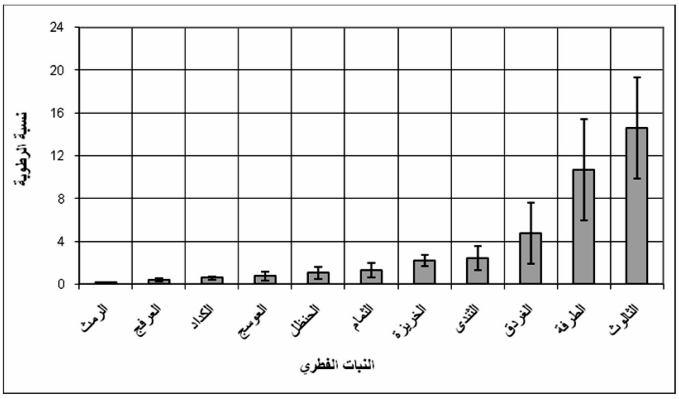
الشكل (٦) – معدل نسبة كربونات الكالسيوم في الترب المتراكمة حول أهم النباتات الفطرية والأشجار المحلية.



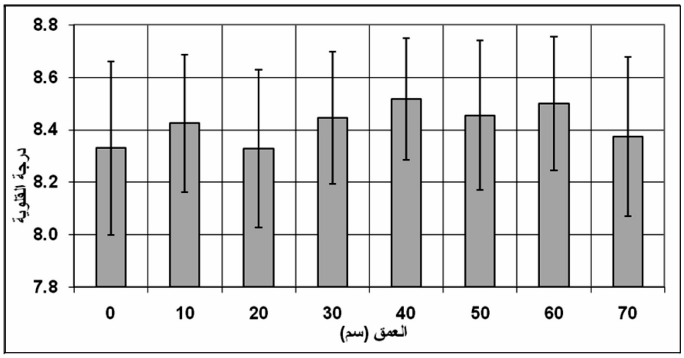
الشكل (٧) – درجة القلوية في ترب النباتات الفطرية.



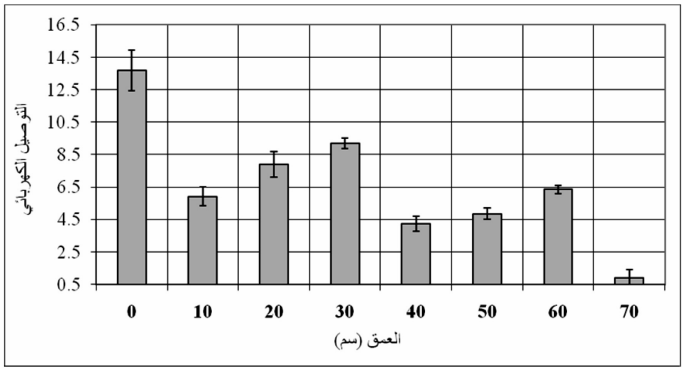
الشكل (٨) – درجة التوصيل الكهربائي في ترب النباتات الفطرية.



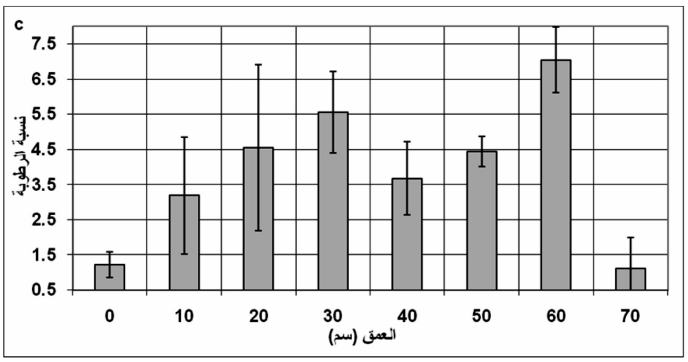
الشكل (٩) – نسبة الرطوبة في ترب النباتات الفطرية.



الشكل (١٠) – درجة القلوية في ترب النباتات الفطرية مع العمق.



الشكل (١١) – درجة التوصيل الكهربائي في ترب النباتات الفطرية مع العمق.



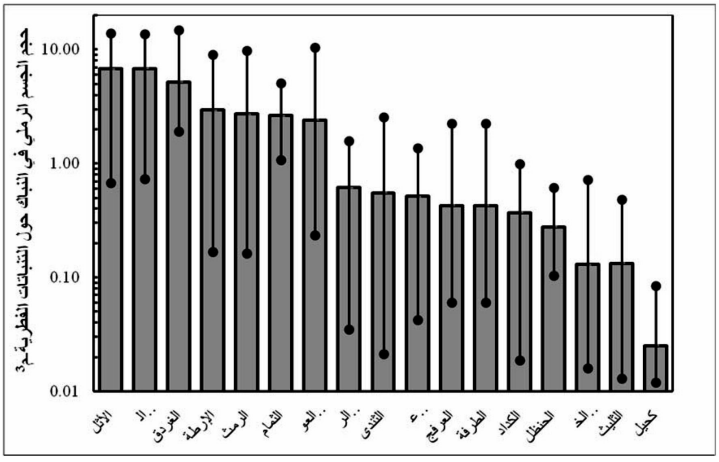
الشكل (١٢) – نسبة الرطوبة في ترب النباتات الفطرية مع العمق.

الجدول (٤)
الخواص الفيزيائية للنباتات والأشجار

النبات	نسبة الرطوبة	الأملاح (جزء/مليون)	التوصيل الكهربائي (ملليموز)	القلوية
الصفصاف	١,٨	٣١٣٧	٤,٩	٨,١
الأثل	١,٧	٣٠٧٣	٤,٨	٨,١
الغردق	٤,٧	٣٠٧٣	٤,٨	٨,٣
الرمث	٠,٢	٢٩١	٠,٥	٨,٦
الثمام	١,٣	٣٣٧	٠,٥	٨,٢

تابع/ الجدول (٤)
الخواص الفيزيائية للنباتات والأشجار

النبات	نسبة الرطوبة	الأملاح (جزء/مليون)	التوصيل الكهربائي (ملليموز)	القلوية
الثالوث	١٤,٦	٢٢٤٦٧	٣٥,١	٨,١
الحنظل	١,٠	٤٧٦	٠,٧	٨,٦
الطرفة	١٠,٧	١٢٩٦٧	٢٠,٣	٨,٤
العوسج	٠,٨	٤٩٥	٠,٨	٨,٢
الكداد	٠,٦	٢٨٤	٠,٤	٨,٣
العرفج	٠,٤	١٦٦	٠,٣	٨,٦
الثندى	٢,٤	١٥٧	٠,٢	٨,٧
الخريزة	٢,٢	١٦٥٧٣	٢٥,٩	٨,٣
المتوسط	٣,٧	٤٠٧١	٦,٤	٨,٤
الأعلى	١٤,٦	٢٢٤٦٧	٣٥,١	٨,٧
الأدنى	٠,١٥	١٥٦,٦	٠,٢	٨,١



الشكل (١٣) – المتوسط مع المدى لحجم التراكم الرملي حول الأشجار والنباتات الفطرية السائدة في الكويت.

المرحلة الثانية – النظرة الاقتصادية للنباتات الفطرية والأشجار:

الكلفة الاقتصادية لتراكم الرمال في الكويت:

على ضوء المعلومات المستقاة من عدة جهات حكومية في الكويت عرفنا أن متوسط تكلفة إزاحة المتر المكعب من الرمال حول المنشآت المدنية والعسكرية تعادل ٠,٤٩٧ د.ك؛ أي ١,٧٨ دولار أمريكي في ١٩٩٣، وارتفعت إلى ١,٤٨٩ د.ك (٥,٣٣ دولار أمريكي) في ٢٠١٣، وتعد هذه الكلفة الأعلى إقليمياً وعالمياً (الجدول ٥ والجدول ٦). وأن أكثر الطرق تضرراً من زحف الرمال في الكويت هي: التي تكون متعامدة على اتجاه الرياح السائدة في دولة الكويت (الرياح الشمالية الغربية). تم إزاحة ٣,١٦٠,٦٦١ م^{٣} من الرمال المتراكمة على المنشآت المدنية والعسكرية، وبكلفة إجمالية قدرها ١,١٦٥,٧١٦ د.ك خلال ٢٠١٣. ارتفعت كمية الرمال المتراكمة التي أزيحت من المنشآت في الكويت بنسبة ١٨٠٪، كما ارتفعت القيمة الإجمالية للإزاحة ١٩٨٪ في ٢٠١٣ بالمقارنة مع ١٩٩٣. تقدر القيمة الإجمالية لإقامة حزام أخضر بتسعة صفوف من الأشجار (تشمل السقاية) على الأماكن المتضررة من طريق واحد بطول ٢٠ كم بـ ٩٠,٩٠٠ د.ك؛ بمعنى أن الاستفادة من المبالغ المصروفة على إزاحة الرمال من طرق الكويت تكفل إقامة أحزمة خضراء بتسعة صفوف على جميع طرق الكويت المتضررة من تراكم الرمال؛ مما يوفر حماية مستدامة.

أظهرت الدراسة أن الأثل والصفصاف إضافة إلى نبات الغردق من البيئة السبخية والعوسج والرمث والإرطة من البيئة الصحراوية الأكثر جودة كمصائد فاعلة للرمال المتحركة؛ مما يجعلهما الأكثر فاعلية للتطبيقات الحاضرة والمستقبلية في مجال التحكم في الرمال (الشكل ١٤).

الجدول (٥)
كميات وتكاليف إزاحة الرمال من المنشآت المدنية والعسكرية

المنشأة	كلفة إزاحة المتر المكعب (د.ك)	كلفة إزاحة الرمال (د.ك)	مجموع الرمال المزاحة (م٣)	كلفة إزاحة المتر المكعب (د.ك)	كلفة إزاحة الرمال (د.ك)	مجموع الرمال المزاحة (م٣)
	١٩٩٣			٢٠١٣		
المنشآت النفطية	٠,٧٠٨	٢٠٠,٦٧٤	٢٨٣,٥٤٥	٠,٨٠٠	٢٧٧,٨٤٨	٣٤٧,٣١٠
الطرق السريعة	٠,٣٢٧	٢٥٥,٣١٨	٧٧٩,٨٥٥	٠,٢٢٦	٥٩٨,٧٥٨	٢,٤٣١,٦٥١
محطات الكهرباء	٠,٨	٣٤,٠٠٠	٤٢,٥٠٠	١,٦٦٣	٢٦٧,١١٠	١٦٠,٦٠٠
قاعدة عسكرية	٠,١٥٤	١٠٠,٠٠٠	٦٥٠,٧٠٠	١٦,٦٦٧	٢٢,٠٠٠	١,٣٢٠
المتوسط	٠,٤٩٧	١٤٧,٤٩٨	٤٣٩,١٥٠	١,٤٨٩	٢٩١,٤٢٩	٧٩٠,١٦٥
المجموع الكلي		**٥٨٩,٩٩٢**	**١,٧٥٦,٧٠٠**		**١,١٦٥,٧١٦**	**٣,١٦٠,٦٦١**

الجدول (٦)
كميات وتكاليف إزاحة الرمال في الكويت مقارنة مع الدول المحيطة

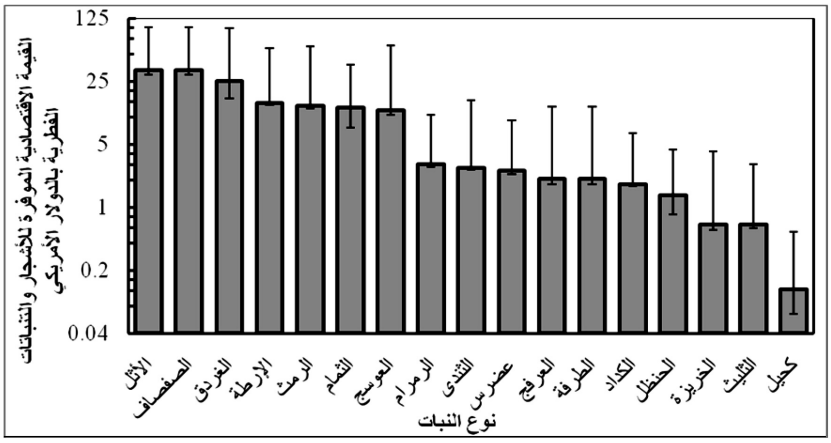
المنطقة	المرجع	المدة	كلفة إزاحة المتر المكعب (د.ك)	كلفة إزاحة المتر المكعب (دولار – US)
الكويت	الدراسة الحالية	١٩٩٣	٠,٤٩٧	١,٧٨٠
الكويت	الدراسة الحالية	٢٠١٣	١,٤٨٩	٥,٣٣٠
السعودية – الهفوف	Alghamdi and Al-Kahtani, 2005	٢٠٠٤	٠,١٤٠	٠,٥٠٠
السعودية – الرياض	صحيفة الحريق الإلكترونية	٢٠١٥	٠,٢٤٤	٠,٨٧٢
إيران – سيستان	Pahlavanravi et al., 2012	٢٠٠٠	٠,٥٥٨	٢,٠٠٠
إيران – سيستان	Pahlavanravie et al., 2012	٢٠٠٤	٠,١٤٠	٠,٥٠٠

التوقعات المستقبلية للتراكم الرملي والكلفة الاقتصادية:

إن التوقعات المستقبلية لزحف الرمال تتجه لتضاعف كمياتها وكلفتها الاقتصادية إلى الضعفين كل ٢٠ عاماً، وقد تصل كميات الرمال المزاحة في عام ٢٠٣٣ إلى ٦٠٠٠–٧٠٠٠ طن، وبكلفة مادية قد تصل إلى ٢,٥ مليون دينار،

وخاصة مع التدهور الشديد للأراضي في الكويت والتوسع العمراني غير المدروس. يمكن تلخيص أهم مؤشرات تدهور الأراضي بدولة الكويت فيما يأتي:

- القضاء على الغطاء النباتي؛ مما يجعل التربة مهيأة للتجوية والتذرية الريحية والمائية، ومن ثم زيادة الأتربة والغبار في الجو.
- اختفاء النباتات ذات القيمة الرعوية والأكثر كفاءة في صد الرمال مثل نبات العوسج *Lycium shawii* والعرفج *Rhanterium epapposum* والرمث *Haloxylon salicornium* وإحلال نباتات شوكية قليلة القيمة من الناحية الرعوية، مثل نبات الحاد (*Cornulaca monacantha*).
- انتشار البقع الجرداء حول آبار المياه ونقاط الرعي أو الجواخير الصحراوية، وهي مساحات من الأرض عارية من الغطاء النباتي، ولا يوجد فيها أي أثر لنشاط حيواني.
- الانضغاط الميكانيكي وتصلب التربة بسبب الحركة العشوائية للمركبات والمعدات الثقيلة على الطرق الترابية.



الشكل (١٤) – القيمة الاقتصادية (دولار أمريكي) الموفرة للأشجار والنباتات الفطرية في الكويت.

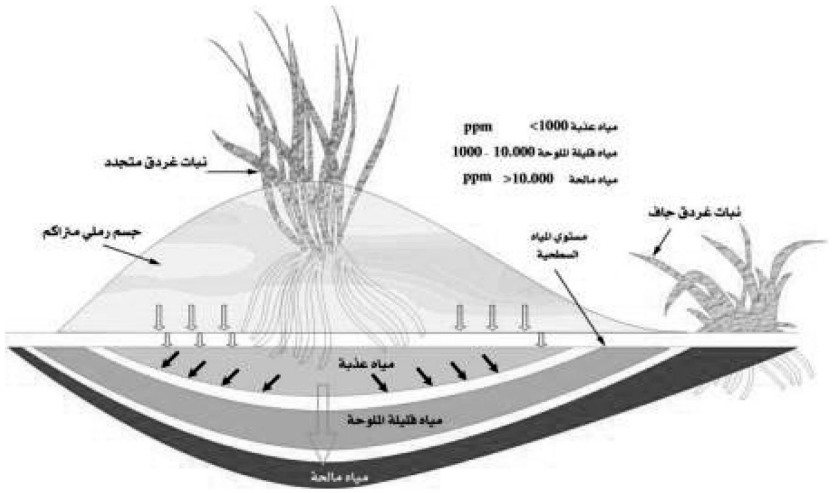
المرحلة الثالثة – غرس النباتات الفطرية واختبار قدرتها:

يمثل إعادة زراعة النباتات الفطرية وإنتاجها جزءاً رئيساً من مرحلة إعادة تأهيل المناطق المتدهورة في منطقة اللياح. تم إنتاج الآلاف من النباتات الفطرية لإعادة تأهيل المناطق المتضررة، عبر الزراعة النسيجية خلال الفترة من أبريل حتى مايو ٢٠١٥. تم خلال هذه المرحلة غرس ما يقرب من ١١٠ آلاف من النباتات الفطرية مع التركيز على المعرضة للانقراض، منها العوسج والرمث والعرفج بمحمية اللياح، وتم غرس النباتات بهيئة ٦ جزر نباتية (الشكلان ١٥ و١٦). تم ري هذه النباتات عبر وسائل تجريبية مختلفة للوصول لأنفع الطرق من أجل تعميمها، وتمت حمايتها من وطأة الصيف والعواصف الترابية الشديدة. المياه المستخدمة للري مياه قليلة الملوحة وذات ملوحة تقدر بـ ٤,٩٠٠ ملغم/لتر، وخالية من كبريتيد الهيدروجين. أشارت النتائج المنخفضة المخصبة لنظائر الأكسجين ١٨ والديتيريوم إلى وجود تغذية للمياه الجوفية من قبل مياه الأمطار. كونت هذه النباتات نباكاً ضخمة من الرمال والغبار، وقد أثبتت دراسة سابقة (Al-Dousari et al., 2008) قدرة النبات في تكوين عدسات من المياه العذبة في مناطق السبخات (الشكل ١٧).

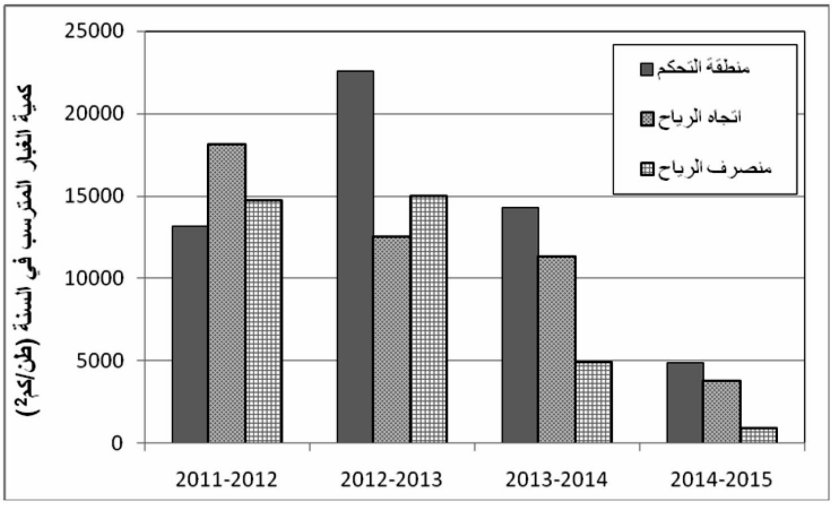
تم وضع مصائد لقياس الأنشطة الريحية (الغبار والرمال) في أول مايو ٢٠١١، وأظهرت النتائج الأولية تزايد كميات الرمال السافية والغبار خلال مايو ٢٠١٢؛ مما سبب تدهوراً لبعض النباتات. كانت كميات الرمال تعادل ٩٢١٢ جراماً في السنة، في حين كانت كميات الغبار المتساقط (مايو ٢٠١١ حتى مايو ٢٠١٥) تعادل ١١,٣٥٤ طن/كم٢، إلا أنه بعد اشتداد عود النباتات ونموها قلت كميات الرمال والغبار في منصرف الريح بالمقارنة مع اتجاه الرياح بنسبة ٩٤٪ و٦٤,٥٪ على التوالي (الشكل ١٨ والشكل ١٩).

الشكل (١٥) – بعض الصور توضح البدايات في غرس النباتات الفطرية بمشاركة طلاب المدارس والعوائل.

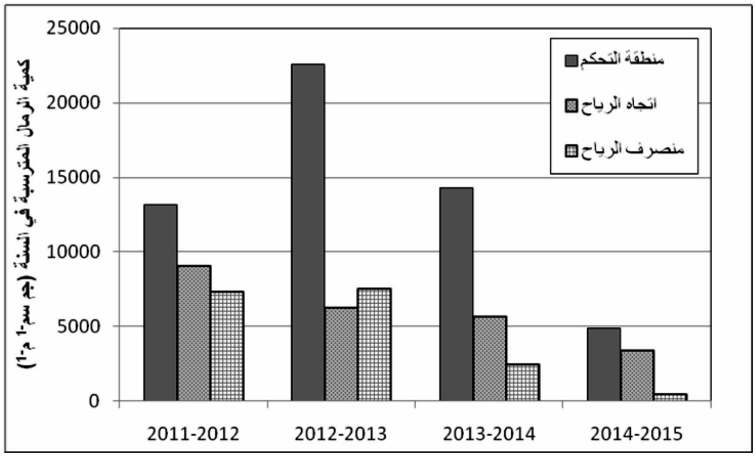
الشكل (١٦) – بعض الصور للمحمية بعد إعادة التأهيل وتكون الخباري الخضراء في موسم الربيع.



الشكل (١٧) – مقطع عرضي يفسر أسباب تجدد أو موت النباك من الجسم الرملي حولها الذي يحمي من الرمال السافية، ويغذي النبات ويخزن المياه العذبة لفترات الصيف والجفاف.



الشكل (١٨) – كمية الغبار المتساقط المرصودة في مصائد الغبار من ٢٠١١ حتى ٢٠١٥.



الشكل (١٩) – كمية الرمال المرصودة في مصائد الرمال من ٢٠١١ حتى ٢٠١٥.

الاستنتاجات:

ينظر للرمال والغبار في الدول الصحراوية كخطر وتهديد اقتصادي وبيئي، وهو منظور خاطئ؛ حيث إنهما جزء من النظام الأيكولوجي (الحيوي) في المناطق الصحراوية. إن من فوائد الرمال والغبار أنها الممول الرئيس لبذور النباتات الفطرية في المنطقة، ويعتبران عاملين مساعدين في تأهيل المناطق المتدهورة أو ما يسمى بـ (Healing factor). تصل نسبة المواد العضوية إلى ٤,٨٥٪ و٩٪ كحد أقصى في رمال السافي والغبار على التوالي. متوسط حجم الجسم الرملي حول كل شجرة من أشجار الأحزمة الخضراء يعادل ١٠م^{٣}، في حين أنه في النباتات المعمرة ٠,٧٥ م^{٣}. يعتبر نبات العوسج والغردق والرمث من أهم النباتات المعمرة التي تتميز بامتلاك أكبر حجم للجسم الرملي مترسب حول جسم النبات. تتميز النباتات التي تعيش في السبخات بخواص مورفولوجية وإيكولوجية تختلف تماماً عن النباتات التي تعيش في بيئة صحراوية. إن من أكفأ النباتات التي تستخدم كمصائد فاعلة طبيعية للرمال المتحركة أشجار الأثل والصفصاف، ومن النباتات الملحية نبات الغردق والطرفة، ومن النباتات الصحراوية العوسج والرمث. وهذه النباتات يوصى باستخدامها في التطبيقات المستقبلية الواعدة في مجال التحكم في الرمال.

تم غرس ١١٠ آلاف من النباتات الفطرية في محمية اللياح بهيئة ٦ جزر نباتية. استمر ري هذه النباتات عبر وسائل تجريبية متعددة للوصول لأنفع الطرق من أجل تعميمها، وتمت حمايتها من وطأة الصيف والعواصف الترابية الشديدة والرمال السافية. تم حفر بئر منتج (٢٠ – ٢٥ م^{٣}/ساعة) ووضع خزان مياه في اللياح، وقد وجد أن نوعية المياه الجوفية التي تم ضخها قليلة الملوحة تقدر بـ ٤،٩٠٠ ملجم/لتر، وأشارت النتائج إلى وجود تغذية للمياه الجوفية من قبل مياه الأمطار. تم وضع مصائد لقياس الأنشطة الريحية (الغبار والرمال) في أول مايو ٢٠١١. وقد أتم المشروع حالياً ٤ سنوات من تجميع الرمال والغبار؛ التي تعتبر مقياساً فعلياً لمدى النجاح في إعادة التأهيل للمناطق المتضررة في اللياح.

أوضح البحث أن كل نبات فطري له خواص مورفولوجية وكيميائية التربة تميزه عن بقية النباتات، لذا لا ينصح بتعميم غرس النباتات الفطرية في كل مكان ما لم تكن هذه الأماكن موافقة للخواص المورفولوجية والكيميائية لهذا النبات. كما أوضحت الدراسة بشكل قطعي القيمة البيئية والاقتصادية للنباتات الفطرية والأشجار المعمرة المقاومة للجفاف. إلا أنه من الجدير بالذكر أن هذه الأشجار (غير فطرية) بمعنى أنها مستجلبة وليست من الكويت، وذلك التوسع في زراعة الأشجار له مردود سلبي على المدى البعيد على الأنظمة الإيكولوجية (الحيوية) في المنطقة؛ لذا ينصح بحصر استخدامها في نطاق ضيق لحماية بعض المنشآت المدنية والعسكرية. كما تنصح الدراسة بالتوسع في مجال غرس النباتات الفطرية بحسب بيئاتها، ووفق الخرائط النباتية في الكويت، وأن تنحصر هذه الزراعة أو الغرس في نطاق المناطق التي تعرضت للتدهور بفعل الإنسان.

التوصيات:

تعتبر هذه الدراسة جزءاً أو بداية لسلسلة دراسات على العديد من النباتات الفطرية والمتنوعة والمنتشرة لتوسيع الاستفادة من التنوع البيولوجي في المنطقة. توصي الدراسة بعد عرض النتائج والاستنتاجات بالآتي:

١ – انتشار محميات بسيطة صغيرة الحجم من ٢ إلى ٥ كم^{٢} بدل المحميات الكبيرة بهيئة جزر نباتية تغرس فيها الأشجار الفطرية، وتتمركز في الخباري والأودية، وتعمل هذه الجزر النباتية كمصدر للبذور للمناطق المحيطة، ويراعى في توزيعها أنها تغطي جميع المناطق المتضررة.

٢ – تفتح السواتر الترابية في أماكن الخباري والأودية حتى يعود النظام الهيدرولوجي في المنطقة لطبيعته السابقة قبل إنشاء هذه الأسيجة أو السواتر الترابية؛ حيث إن السواتر الترابية أصبحت جزءاً رئيساً للشعور بالأمن الكاذب بعيد تحرير الكويت، وأدت لدمار شامل للغطاء النباتي، وتغير في هيدرولوجية المنطقة، وقد أشارت إلى ذلك كثير من الدراسات العلمية مثل (M. Ahmed, et al., 2014; M. Ahmed, et al., 2015; Al-Dousari, A. M. 2005).

٣ – الحرث الميكانيكي للطرق الترابية الفرعية والإبقاء على الرئيسة منها فقط؛ حيث وجد أن للحرث الميكانيكي قبل موسم الأمطار دوراً فاعلاً في عودة الغطاء النباتي؛ فالبذور التي تنتقل مع الرمال السافية تحشر في ثنايا المنطقة المحروثة، وتنمو النباتات الفطرية من جديد في المنطقة.

٤ – استعمال المواد الصديقة للبيئة من مخلفات الأشجار ووضعها على أشكال متعددة (هلالية ورباعية) على حواف الأودية لحجز مياه الأمطار المنسابة من خط تصريف المياه باتجاه الأودية؛ حيث وجد أن هذه المواد لها القدرة على زيادة خصوبة ونفاذية المياه في التربة المتدهورة. تستخدم هذه المواد أيضاً في المحميات الصغيرة في اتجاه الرياح؛ لما لها من قدرة عجيبة في زيادة الحياة الفطرية النباتية والحيوانية على حد سواء.

٥ – استخدام المربعات الشطرنجية بقياس؛ بحيث تكون الوحدة التقسيمية فيها مقدارها المتر المربع لحجز الرمال السافية، بما تحويه من بذور وحبوب اللقاح والمواد العضوية؛ مما يوفر نمواً للنباتات الفطرية في نطاقها.

٦ – الاهتمام بإصلاح الأراضي المتدهورة في أسرع وقت، وذلك لنتجنب تفاقم التدهور؛ بحيث يصبح إصلاحها معقداً وتكلفته عالية. نجد أن التربة

في منطقة الدراسة أظهرت النتائج الجيدة، وخاصة أن خواص التربة الفيزيائية ضعيفة مثل ضعف النفاذية والمسامية، وذلك للأسباب الآتية:

- تعرضها للانضغاط نتيجة حركة الآليات والمركبات عليها لمدة طويلة وخاصة خلال مراحل استخراج الصلبوخ.
- وجود مواد مثل كربونات الكالسيوم والجبس في التربة الرملية التي تعمل كمادة لاحمة للفراغات والمسامات في التربة.

٧ - التوسع في تطبيق نظم حصاد المياه وبالأخص المتون الهلالية باستخدام مواد صديقة للبيئة وبسيطة ومتوافرة ورخيصة.

المراجع

أولاً – المراجع العربية:

- ابن منظور. (٢٠٠٣). لسان العرب. دار صادر: بيروت. لبنان.
- صحيفة الحريق الإلكترونية، وقت الدخول ٢ يوليو ٢٠١٥ موقع:
< http://www.hareqnews.com/news.php?action = show&id = 8471 >
- كليو، عبدالحميد أحمد؛ الشيخ، أحمد إسماعيل. (١٩٨٦). نباك الساحل الشمالي في دولة الكويت: دراسة جيومورفولوجية. وحدة البحث والترجمة. قسم الجغرافيا. جامعة الكويت. إصدار رقم ١١.

ثانياً – المراجع الأجنبية:

- Al-Dousari, A.M., and Pye, K. (2005). Mapping and monitoring of dunes in northwestern Kuwait. Kuwait Journal of Science and Engineering, 32(2): 119-134.
- Al-Dousari, A. M. (2005). Causes and indicators of land degradation in northwestern part of Kuwait. Arab Gulf Journal of Scientific Research, 23(2): 69-79.
- Al-Dousari, A.M., Ahmed, M., Al-Senafy, M. and Al-Mutairi, M. (2008). Characteristics of nabkhas in relation to the dominant perennial plant species in Kuwait. Kuwait Journal of Science and Engineering, 35(1): 129-150.
- Alghamdi1 A.A. and Al-Kahtani, N.S. (2005). Sand Control Measures and Sand Drift Fences Journal of Performance of Constructed Facilities, 19(4): 295-299.
- Folk, R. (1974). Longitudinal dunes of the northwestern edge of the Simpson Desert, Northern Territory, Australia, 1. Geomorphology and grain size relationships. Sedimentology, 16, 5-54.
- Gunatilaka, A., and Mwango, S. (1987). Continental Sabkha pans and associated nebkhas in southern Kuwait, Arabian Gulf.Geological Society Special Publication No. 35: 189-203.

- Jackson, M. L. (1985). Soil Chemical Analysis. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, Inc.
- Khalaf, F.I., R. Misak, and A. M. Al-Dousari. (1995). Sedimentological and morphological characteristics of some nabkha deposits in the northern coastal plain of Kuwait, Arabia. Journal of Arid Environments, 29: 267-292.
- Modi Ahmed and Ali Al-Dousari. (2015). Rehabilitation of Artificial Degraded Playa Using PalmMat Water Conservation Techniques. Journal of Agricultural Science and Technology A 5 (2015) 90-98.
- M. Ahmed and Ali M. Al-Dousari. (2014). Techniques of water harvesting and its role in the rehabilitation of degraded playa (Case Study Liyah area-Kuwait). Journal of the Gulf and Arabian Peninsula Studies. 40(152): 83-123.
- Pahlavanravi, A., Miri, A., Ekhtesasi, M.R. (2012). The impact of different kinds of dust storms in hot and dry climate, a case study in Sistan region. Desert, 17(1): 15-25.
- Pye, K. and H. Tsoar. (1990). Aeolian Sand and Sand Dunes. Unwin Hyman. London.Pp: 396.
- Strahler, A.N. and Strahler, A.H. (1973). Environmental geosciences.Hamilton pub. Santa Barbara, California, Pp. 309.