# تأثير حركة مركبات سيارات الدفع الرباعي على التربة والغطاء النباتي في المنطقة الشرقية بالمملكة العربية السعودية

**الدكتور / محمد عبد الوهاب الفريدان**
**كلية العلوم – جامعة الملك فيصل – الإحساء – المملكة العربية السعودية**

الملخص :

**تناولت هذه الدراسة تأثير حركة مركبات الدفع الرباعي على التربة والغطاء النباتي بالمنطقة الشرقية بالمملكة العربية السعودية, وتشير نتائج الدراسة إلى أن حركة المركبات قد أثرت معنويا على بعض خواص التربة السطحية وخصائص الغطاء النباتي, وبشكل عام، كلما زادت كثافة الحركة كلما تدهورت خواص التربة وخصائص الغطاء النباتي بشكل ملحوظ**

**وقد تأثرت خواص التربة معنويا بالكثافة العالية للحركة نتيجة لشدة الدهس (المعاملة الأولى والثانية) ،حيث تسببت زيادة كثافة الحركة وشدة الدهس الناجم عنها في انضغاط التربة وانخفاض المسامية الكلية, كما لوحظت تغيرات في بعض خواص التربة نتيجة لحركة المركبات، مثل الكثافة الظاهرية، ومحتوى المادة العضوية، وقدرة التربة على الاحتفاظ بالماء, وفي حالة المعدلات العالية لحركة المركبات فإن هذه الخواص تتأثر معنويا بدرجة كبيرة .**

**ووفقاً لنتائج الدراسة، فقد انخفضت قيمة الغطاء النباتي النسبي في شكل منحنى خطي مع زيادة كثافة حركة مرور المركبات, وقد لوحظ انخفاضًا معنويًا في التغطية النباتية في المعاملتين الأولى والثانية على وجه الخصوص, كما تسببت زيادة كثافة حركة مركبات الدفع الرباعي في انخفاض سريع في كثافة الغطاء النباتي بالمقارنة بالمعاملة القياسية وزيادة مساحة الأرض الجرداء .**

**وتشير نتائج هذه الدراسة إلى أن آثار حركة المركبات على الغطاء النباتي والتربة هي في المقام الأول ضرر ميكانيكي للغطاء النباتي وانضغاط التربة, و يوصي هذا البحث هيئة المحافظة علي الحياة الفطرية والبرية بالسيطرة على كثافة استخدام المركبات بتخطيط**

**مسارات لحركة المركبات وإدارتها بحيث تحد من تدهور التربة والغطاء النباتي والاهتمام بالمحميات الطبيعية من تأثير النشاط الإنساني الجائر .**

المقدمة :

**تعد العشائر النباتية في المنطقة الشرقية للمملكة العربية السعودية أحد أهم الموارد الطبيعية بالمملكة التي ينبغي تنميتها والمحافظة عليها، ولكن في الآونة الأخيرة ازدهرت ظاهرة الترفيه وقضاء الوقت في أحضان الطبيعة الصحراوية وبخاصة الكثبان الرملية, وقد صحب ذلك استخدام مكثف لسيارات الدفع الرباعي بالمنطقة، وفي كثير من الدول تم توثيق تأثير الأنشطة الإنسانية بكافة أنواعها الترفيهية والتنموية والرعوية) على نمو العشائر النباتية, وقد لوحظ اكتساب تلك العشائر النباتية لخصائص تسهم في مقاومة هذه النباتات للتأثيرات السالبة للأنشطة الإنسانية,وبرغم تقدير أهمية العشائر النباتية الطبيعية بالمملكة، إلا أن النشاط الإنساني بكافة أنواعه التنموية والترفيهية والرعي الجائر في ازدياد مما يهدد باندثار معظم هذه العشائر وبخاصة تلك التي تنمو في الكثبان الرملية .**

**وقد قامت الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة بالمملكة العربية السعودية كجزء من التخطيط الاستراتيجي لإدارة الموارد الطبيعية، بإجراء تقييم وحصر لتلك الموارد في سبيل تحسين مستوى إدارة الموارد الساحلية على البحر الأحمر والخليج العربي، وتم خلال هذه الدراسات تحديد إحدى عشر منطقة هشة بيئياً وسبع مناطق (UCN 1987a, b and Price et al,, 1987) للاستخدام الترفيهي على الجانب السعودي من ساحل الخليج العربي, وقد أصبحت المناطق الساحلية للخليج العربي في المملكة ذات أهمية متزايدة لتحقيق عدد من الأهداف الإستراتيجية الاجتماعية، والاقتصادية، والتنموية, ولذا أصبح من الضروري معرفة مدى تأثير هذه الأنشطة البشرية على البيئة الساحلية الخليجية (Price et al,, 1993 ) .**

**وقد زادت في العقود الأخيرة النشاطات الترفيهية في المناطق الصحراوية، وأصبحت هناك حاجة ماسة إلى تحسين فهمنا لتأثيرات هذه الأنشطة على النظم البيئية الطبيعية وكيفية إدارتها بصورة أفضل (Harper-Lore, 2003 and Rumba et al,, 2001), كما توجد للطرق بكافة أنواعها تأثيرات مختلفة تتمثل في: زيادة الوفيات الناجمة عن حوادث المرور، تعديل**

سلوك الحيوان، تغير البيئة النباتية، تغير خواص التربة نتيجة لانضغاطها، تغير الخواص الكيميائية للبيئة، انتشار الأنواع النباتية غير المتوطنة و زيادة معدلات تغيير الموائل .

تتعرض بيئات الغطاء النباتي الطبيعي لظاهرة التراص الناجم عن ضغط وزن المركبات أثناء حركتها, ويعد رص التربة فيما يختص بالمحافظة على الغطاء النباتي عملية غير مرغوب فيها، حيث تؤدي إلى تقليل نسبة الهواء في الفراغات البينية في التربة وتزيد من مقاومة التربة لنمو جذر النباتات, كما يقلل الرص من قدرة التربة على الانضغاط، ويقلل من نفاذية التربة وبالتالي تنخفض قدرتها على رشح المياه, ويتسبب هذا النوع من التراص في انخفاض إنتاجية الغطاء النباتي من العلف الأخضر بسبب انخفاض معدل الاستفادة من مياه الأمطار(Liddle, 1997), وتقلل نفاذية الماء إلى أعماق التربة، وخاصة في الأراضي الجافة, وبالتالي، يؤدي ذلك إلى تكوين تربةً غير صالحة لنمو النبات، وبالتالي تحد من نمو الغطاء النباتي الطبيعي, علاوة علي ذلك فإن حركة المركبات تؤدي إلى دهس الغطاء النباتي الطبيعي وقتل البادرات حديثة النمو وطمرها بالتربة، وبالتالي خفض تنوع الغطاء النباتي و خفض المواد العضوية في الطبقة العليا للتربة (Belnap, 1995)، حيث تسهم المواد العضوية في توفير العناصر الغذائية في التربة، وبالتالي ثبات واستدامة التربة (Lavee et al,, 1995) .

لقد تمت دراسة تنوع الأنواع النباتية وتراكيبها في كثير من النظم البيئية، كما تم تحديد العوامل التي تؤثر على وفرة الأنواع النباتية وتركيباتها (Gurevitch et al,, 2006), ومع ذلك، فهناك اهتمام محدود بأنماط وفرة الأنواع النباتية وتكوين الغطاء النباتي تحت تأثير ضغوط الأنشطة البشرية (Pellissier et al,, 2008), ومعرفة مدى التغيرات التي تحدث لأنماط الغطاء النباتي في ظل هذه الظروف، وقد تسهم في تنفيذ تدابير أكثر فعالية لحماية الموارد الطبيعية من الأنشطة البشرية ,وقد أثبتت العديد من الدراسات أن الأنشطة البشرية آثار قوية على انتشار الأنواع النباتية (Lindborg and Eriksson, 2004), ويمكن ملاحظة آثار الأنشطة البشرية بمتابعة تلك التأثيرات في موقع معين (Soderstrom et al,, 2001), ويتأثر وجود وتكرار الأنواع النباتية في نظام بيئي معين بدرجة كبيرة بالعوامل البيولوجية (Tremlova and Munzbergova, 2007), ويكون تأثير الأنشطة البشرية ملموساً على الأنواع النباتية ذات سمات محددة (Williams et al,, 2004), وتتمثل الصفات النموذجية للنباتات التي تعيش في

البيئات المتأثرة بالأنشطة البشرية عموما بوجود الأنواع النباتية القادرة على التنافس، ذات الاحتياجات الغذائية ومتطلبات الضوء العالية، وبنك بذور ثابت في التربة، وزهور تتلقح بالرياح، وتتناثر البذور بواسطة الرياح وكذلك بواسطة الإنسان (Lososova et al,, 2006) .

ولا يتعافى الغطاء النباتي بسرعة في المناطق الصحراوية التي يبلغ متوسط هطول الأمطار السنوي فيها أقل من ٢٥ سم، ويمكن أن تتأثر كثافة الغطاء النباتي بشكل كبير بوجود ولو مسار واحد للسيارات, وقد تم تقييم الأضرار التي لحقت بالغطاء النباتي في هذه المناطق من خلال تقييمات سنوية والتي تستخدم إلى خصائص الغطاء النباتي وتركيب المجتمع النباتية للحصول على قيم كمية لتقدير مدى الانخفاض في هذه الخصائص (Femi et al,, 2001) .

وتهدف هذه الورقة إلى تحديد مدى تأثير حركة مركبات الدفع الرباعي على خواص التربة وخصائص الغطاء النباتي, وكذلك لتحديد مدى أهمية التأثير السلبي لحركة مركبات الدفع الرباعي على تنوع المجتمعات النباتية في الكثبان الرملية الطبيعية المستقرة .

وتناولت هذه الدراسة فرضيات محددة بشأن الآثار الناجمة عن حركة المرور لأربع سيارات دفع رباعي (FWDC) على النباتات الطليعية والمجتمعات الشجيرية في الكثبان الرملية، وهذه الفرضيات هي :

١- انخفاض ارتفاع نباتات الغطاء النباتي ونسبة التغطية بسبب تأثيرات الحركة المرورية, وتعد هاتين الخاصيتين كمؤشرات يمكن الاعتماد عليها للضرر الناجم عن حركة المرور .
٢- اختلاف حجم التغيير في ارتفاع نباتات الغطاء النباتي ونسبة التغطية يعتمد على شدة المعاملات، وأي معاملات ذات تأثير كبير تؤدي إلى انخفاض أكبر في خصائص الغطاء النباتي بالمقارنة مع المعاملات ذات تأثير المنخفض .
٣- نظراً لقوى الانحراف، فان السيارات التي تتحرك على طول خط منحني تؤدي إلى ضرر أكبر من تلك التي تتحرك على طول خط مستقيم .
٤- تختلف استجابة النباتات الطليعية عن الشجيرات في الكثبان الرملية لتأثيرات حركة المرور

منطقة الدراسة :

أجريت هذه الدراسة على الجزء الجنوبي الشرقي للمنطقة الشرقية بالمملكة العربية السعودية بين خليج شاطئ نصف القمر وخليج سلوى, وتقع المنطقة في محاذاة الخليج العربي على حوالي ١٢م فوق مستوى سطح البحر, ويتميز المناخ الصحراوي بصيف حار وشتاء دافئ, يتراوح متوسط الحد الأقصى والحد الأدنى السنوي لدرجات الحرارة (الفترة من١٩٨٢-٢٠١٣م) بين ٣٨م و١٥°م، على التوالي , ويعد غالباً معدل هطول الأمطار في المنطقة الشرقية منخفض جدًا (المعدل السنوي يبلغ ٨٩,٧ ملم ) ويقع الهطول في معظم الأحيان بين ديسمبر ومارس (World Meteorological Organization, 2012)، مع وجود تذبذبات زمانية ومكانية كبيرة,وقد تم الحصول على بيانات عناصر الأرصاد الجوية المطلوبة لمنطقة الأحساء من سجلات الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة .

التحليلات المعملية للتربة :

تم تجهيز عينات التربة للتحاليل الفيزيائية والكيميائية المختلفة، حيث نشرت وجففت هوائيًا ثم طحنت ونخلت بواسطة منخل سعة ثقوبه ٢ مم, وقدرت كتلة الجزء الخشن ( 〉 ٢ مم) وحساب النسبة المئوية للحصى بالنسبة لكتلة العينة الكلية .

قد تم إجراء التحليل الميكانيكي باستخدام طريقة الهيدروميتر بعد إجراء المعاملات الابتدائية فتمت إزالة الأملاح الذائبة وكربونات الكالسيوم باستخدام حمض هيدروكلوريك ٠,١ عياري والغسيل بالماء، ثم تم التخلص من المادة العضوية باستخدام فوق أكسيد الهيدروجين ٣٠% ثم الغسيل بالماء المقطر, تم تفريق العينة باستخدام فوسفات الصوديوم, ومن ثم حساب النسبة المئوية للسلت والطين والرمل طبقًا لطريقة (Day, 1965) لتحديد قوام التربة وتم تقدير الكربونات الكلية باستخدام جهاز الكالسيمتر وقياس حجم ثاني أكسيد الكربون المكافئ الناتج من تفاعل الكربونات مع حمض الهيدروكلوريك المخفف وحسبت النتائج على صورة كربونات كالسيوم $CaCO_3$ جم/جم تربة طبقاً (Loeppert and Suarez, 1996) .

وتم تقدير كل من الأس الهيدروجيني للتربة pH في عجينة التربة المشبعة والتوصيل الكهربائي (ECe) في مستخلص عجينة التربة المشبعة باستخدام جهاز pH meter وجهاز EC meter (ديسيمنز/م) على التوالي (Rhodes, 1996 and Thomas, 1996), كما تم تقدير

تركيز الصوديوم والبوتاسيوم باستخدام جهاز اللهب Flame Photometer، وقدر تركيز الكالسيوم والماغنسيوم باستخدام المعايرة بمحلول قياسي من الفرسين (EDTA) في وجود الأدلة المناسبة، وقدر تركيز الكربونات والبيكربونات الذائبة بواسطة المعايرة بحمض الكبريتيك ٠,١ عياري في وجود الأدلة المناسبة، بينما قدر تركيز أيون الكلوريد باستخدام محلول نترات الفضة ٠,١ عياري في وجود كرومات البوتاسيوم كدليل طبقًا لـ (Richard, 1954)، كما قدرت الكبريتات بعمل معلق من كبريتات الباريوم بإضافة محلول كبريتات الباريوم للعينة ثم قياس العكارة باستخدام جهاز (Turbidimeter) على طول موجة ٤٧٠ ملليميكرون (Rainwater and Thatcher, 1979) .

وقدر محتوى التربة من الكربون العضوي طبقًا لطريقة Nelson and Sommers (1996) حيث تم هضم عينة التربة بحمض الكبريتيك المركز في وجود كمية معلومة من بيكرومات البوتاسيوم ودليل ثنائي الفينيل أمين لمعايرة الزيادة من بيكرومات البوتاسيوم بكبريتات الحديدوز والأمونيوم ٠,١ عياري ومن ثم حسب محتوى التربة من الكربون العضوي والمادة العضوية جم/كجم .

قياسات الغطاء النباتي والتنوع في منطقة الدراسة :

تم تسجيل تكوينات المجتمعات النباتية في النظم البيئية في الكثبان الرملية عن طريق تحديد جميع الأنواع النباتية قبل أن تجف النباتات بسبب توقف هطول الأمطار في الصيف, لكل الأنواع النباتية، تم تقدير نسبة المساهمة في إجمالي الغطاء النباتي الأفقي في قطاعات عشوائية بمساحة ٢٥ × ٢٥ سم في كل مجتمع نباتي .

وقد كشفت دراسة أجراها Groom et al, (2007) لتحديد عدد مسارات السيارات اللازمة لخفض ارتفاع نباتات الغطاء النباتي بنسبة معينة, وقد افترضوا أن انخفاض ارتفاع النبات بنسبة ٥٪ يمكن أن يؤخذ كإشارة على وجود تأثير دهس منخفض، في حين يمكن وصف التأثير المعتدل بانخفاض يبلغ ٢٠٪ ويمكن تحقيق التأثير الكبير عندما يدمر الغطاء النباتي, وبالتالي بعد أخذ قياسات الغطاء النباتي الأولية، تم تعديل المعاملات التجريبية من واقع الغطاء النباتي في منطقة الدراسة وتم تنفيذ المعاملات الثلاثة: منخفضة (ثلاثة ممرات)

متوسطة (١٥ ممر) وعالية (٤٥ ممر) واختيار مواقعها بصورة عشوائية، وقد تم استخدام ثلاثة مكررات لحركتي المركبات المستقيمة والمنحرفة, وقد تم استخدام سيارات دفع رباعي ماركة لاند كروزر برادو موديل ٢٠١١ (الكتلة = ١٤٢٠ كجم) مزودة بإطارات قياسية (العرض= ٢٣٠ مم)، وقد استخدم سرعة بمعدل ١٠ كلم/ ساعة, وقد أعيد أخذ قياسات الغطاء النباتي بعد كل تطبيق للمعاملات, تم تكرار المعاملات ٥ مرات بعد كل شهرين, وتركت ثلاث قطع عشوائية بمثابة قطع قياسية, وتم تطبيق كافة المعاملات على جميع أنواع المواقع المتوفرة بالمنطقة سواء كانت نباتات حولية أو شجيرات,ومن خلال المسح الميدانى للنباتات فقد تم رصد وجود وعدم وجود الأنواع النباتية المختلفة في كافة القطع التجريبية قبل وأثناء وبعد إجراء المعاملات .

القياسات :

تم رصد آثار المعاملات المختلفة عن طريق تسجيل كثافة الغطاء النباتي والنسبة المئوية للتغطية, وأيضاً، تم قياس محتوى بنك للبذور ويعتقد أن هذه الخصائص مفيدة لأغراض الإدارة للنباتات البرية, وقد تم قياس ارتفاع النباتات باستخدام نقاط التقاطع من عينات تبعد ١٠ سم عن بعضها البعض, وتعرف التغطية النباتية بأنها المساحة من الأرض التي تغطيها أجزاء النبات التي فوقها، وذلك عندما ينظر إليها من أعلى، وقد حسبت التغطية كنسبة مئوية .

النتائج والمناقشة :

## البيانات المناخية لمنطقة الدراسة :

وقد شملت العناصر المناخية التي تم رصدها أثناء الدراسة على : درجات حرارة الهواء، الرطوبة النسبية ، معدل هطول الأمطار، حيث تم الاعتماد في ذلك على بيانات محطة الأرصاد بمحطة التدريب والأبحاث الزراعية والبيطرية التابعة لجامعة الملك فيصل وهي الأقرب لمنطقة الدراسة, ويوضح الجدول ٢ قيم هذه العناصر خلال عامى ٢٠١٣ و ٢٠١٤م .

ويتبين من الجدول (١) ارتفاع درجات الحرارة صيفاً وذلك في شهور مايو (٤٣,٥) ويونيو (٤٤,٧) ويوليو (٤٥,٠) وانخفاضها شتاءً، حيث سجلت اقل درجة حرارة في شهر

يناير (٢١,٥), كما يتضح من الجدول أن المناخ في منطقة الدراسة يعد مناخا حارا لتجاوز متوسط الحرارة ١٨م إضافة إلى انخفاض معدل هطول الأمطار مما يعني أنها تنتمي لمناخ المناطق الصحراوية الحارة (Incos Marine Ltd, 1976), كما يبين الجدول (٢) النسبة المئوية للرطوبة النسبية، وتؤثر الرطوبة النسبية على معدل الفقد الحراري والمائي للنباتات الطبيعية بتأثيرها على معدل البخر نتح، بالإضافة إلى أنها تسهم في توفير بعضا من الاحتياجات المائية للنباتات وذلك بعد تكثيفها في صورة ندى يمكن امتصاصه مباشرة عن طريق الأوراق وعن طريق الجذور عندما تتساقط قطرات الماء على التربة في منطقة انتشار الجذور, وتشير النتائج الموجودة في جدول (٢) إلى أن قيم الرطوبة النسبية تتراوح بين ١٨,١% و٤٨,٥%, وقد سجلت أقصى قيمها في ديسمبر وأدناها في يوليو, ويلاحظ من الجدول ارتفاع الرطوبة النسبية خلال فصل الشتاء مقارنة بشهور الصيف, وقد اقترن ارتفاع درجات الحرارة في هذه المنطقة، بانخفاض ملحوظ في مستوى الرطوبة النسبية المسجلة .

ويؤدي عادة ارتفاع درجات الحرارة أثناء الصيف إلى زيادة معدلات هبوب الرياح وبالتالي انخفاض الرطوبة النسبية حيث تحمل الرياح الهواء المشبع ببخار الماء حول النباتات وفوق التربة بعيداً عن المنطقة .

وتعد المنطقة الشرقية الأكثر جفافاً بين مناطق المملكة، حيث تتسم بانخفاض معدلات الأمطار إلى حد كبير، كما تتسم أيضًا بتباين معدلات الأمطار من عام إلى آخر وتتركز فترة هطول الأمطار في فصل الشتاء جدول (١), ويتضح من الجدول أن الموسم المطير قد تركز خلال الفترة من نوفمبر إلى مارس .

جدول (١) : عناصر المناخ في منطقة الدراسة

| الشهر | درجة الحرارة (م) | | كمية المطر (ملم) | الرطوبة النسبية (%) |
|---|---|---|---|---|
| | العظمى | الصغرى | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| نوفمبر ٢٠١٣ | ٢٩,٧ | ١٠,٣ | ٠,١٣ | ٣٦,٨ |
| ديسمبر ٢٠١٣ | ٢٣,٢ | ٧,٤ | ٧,٧٤ | ٤٨,٥ |
| يناير ٢٠١٤ | ٢١,٥ | ٥,٩ | ٤,٧٤ | ٤٧,٣ |
| فبراير ٢٠١٤ | ٢٤,٤ | ٨,١ | ٦,٤٥ | ٤٢,١ |
| مارس ٢٠١٤ | ٢٦,٥ | ١١,٤ | ٥,٠٩ | ٣٩,٨ |
| أبريل ٢٠١٤ | ٣٤,٩ | ١٧,٢ | ٠ | ٣٥,٥ |
| مايو ٢٠١٤ | ٤٣,٥ | ٢١,٨ | ٠ | ٢٣,٦ |
| يونيو ٢٠١٤ | ٤٤,٧ | ٢٣,٠ | ٠ | ١٩,٤ |
| يوليو ٢٠١٤ | ٤٥,٠ | ٢٣,٧ | ٠ | ١٨,١ |
| أغسطس ٢٠١٤ | ٤٤,٢ | ٢٥,٣ | ٠,٠٠ | ٢١,٥ |
| سبتمبر ٢٠١٤ | ٤٢,٤ | ٢٣,٩ | ٠,٠٠ | ٢٧,٨ |
| اكتوبر ٢٠١٤ | ٣٦,٧ | ٢١,٦ | ٠,٠٠ | ٢٨,٩ |

خواص التربة في منطقة الدراسة :

**تختلف التربة اختلافًا كبيراً في السمك حيث أنها عميقة في الكثبان الرملية وضحلة في المسطحات الرملية, وقد تم عرض خصائص التربة في منطقة الدراسة في الجدول (٢). وتعد التربة في المواقع المختلفة رملية القوام: إذ أن الرمال يشكل (٨٨-٩٨٪) والطمي (٢-٧٪) والطين (٠-٥٪) ولون التربة محمر, وبرغم أن التربة عمومًا فقيرة في المادة العضوية، إلا أن مسطحات الرمال المستقرة تحتوي على نسبة مرتفعة نسبيا من المادة العضوية، والتي يمكن أن تعزى إلى توافر الغطاء النباتي وزيادة تراكم المخلفات العضوية لبعض الأنواع السائدة؛ هذا واضح في مجتمعات كل من الرمث، الثمام والعاذر, وتعد التربة عموماً قلوية (الأس الهيدروجيني يتراوح بين ٧,٩ – ٩,٨) وتتميز بارتفاع مستوى الملوحة بشكل ملحوظ حيث تتراوح قيمة التوصيل الكهربي بين ٦,٨- ٩,٧ ديسيمنز/ م(الجدول ٢) .**

جدول (٢) : خواص التربة في منطقة الدراسة

| خواص التربة | القيم | |
|---|---|---|
| | المدى | المتوسط |
| **الرمل%** | ٩٨-٨٨ | ٩٣,٤ |
| **الطمي%** | ٧-٢ | ٤,٨ |
| **الطين%** | ٥-٠ | ١,٨ |
| **الأس الهيدروجيني** | ٩,٨ -٧,٩ | ٩,٢ |
| **التوصيل الكهربي (ديسيمنز/م)** | ٩,٧-٦,٨ | ٨,٦ |
| **القدرة على الاحتفاظ بالماء** | ١١,٢ – ٥,٧ | ٧,٩٦ |
| **المادة العضوية%** | ٠,٨٧-٠,٣٣ | ٠,٥٦ |
| **المسامية الكلية%** | ٨٧,٤-٧٩,٩ | ٨٤,٧ |
| **الكثافة الظاهرية (جم/سم٣)** | ١,٠٩-٠,٧٩ | ٠,٩٣ |
| **المقاومة للاختراق (كجم/سم٢)** | ٣,٥٩ – ٣,٣٦ | ٣,٤٢ |

نباتات الكثبان الرملية في منطقة الدراسة :

**كانت أنواع العائلة النجيلية الأكثر شيوعًا، تليها الفصيلة البقولية, وتسيطر الأنواع العشبية على الغطاء النباتي، في جميع المواقع, وكانت الأنواع الشائعة توجد بالرمث، الثمام، الكاري،الحماط، النصي، العاذر، الثنداء، القرحان والسعدان .**

الآثار البيئية لحركة مركبات الدفع الرباعي :

## حجم المساحة المتأثرة بحركة مركبات الدفع الرباعي :

**أوضحت نتائج الدراسة التباين في المسحة المتأثرة بالمعاملات التجريبية التي تناولتها الدراسة جدول (٣) .**

**وكانت مساحة المنطقة المتأثرة من كثافة حركة المركبات العالية الأكبر (١٥,٤٪ ± ٠,٩٣) مقارنة بمساحة المواقع المتأثرة بحركة المركبات بكثافة أقل الجدول (٣). وبما يقرب من أربعة أضعاف بالمقارنة مع المواقع التي تعرضت إلى كثافة حركة منخفضة (٣,٩٤٪ ± ٠,٠٣)، وكان هذا التأثير ناجماً أساساً من ضغوط كثافة حركة المركبات في**

المعاملتين المرتفعة والمتوسطة (٩,٧٪ ± ٠,٢٧) على التربة والغطاء النباتي، بينما أثرت المعاملة المنخفضة على مساحة صغيرة من سطح الكثبان الرملية المستقرة (الجدول ٣) .

جدول (٣) : تأثير كثافة حركة مركبات الدفع الرباعي في خواص الكثبان الرملية المستقرة في منطقة الدراسة (جميع القيم كنسب مئوية)

| كثافة حركة مركبات الدفع الرباعي | المساحة المتأثرة ٪ | المساحة غير المتأثرة ٪ | اختبار Mann Whitney |
|---|---|---|---|
| المرتفعة | ١٥,٤ ± ٠,٩٣أ | ٨٤,٦ ± ٠,١٣ب | ٢,٤٩ |
| المتوسطة | ١,٧ ± ٠,٢٧أ | ٩٠,٣ ± ٠,٠٧ب | ٢,٥١ |
| المنخفضة | ٣,٩٤ ± ٠,٠٣ب | ٩٦,١ ± ٠,٠٦أ | ١,٧٢ |

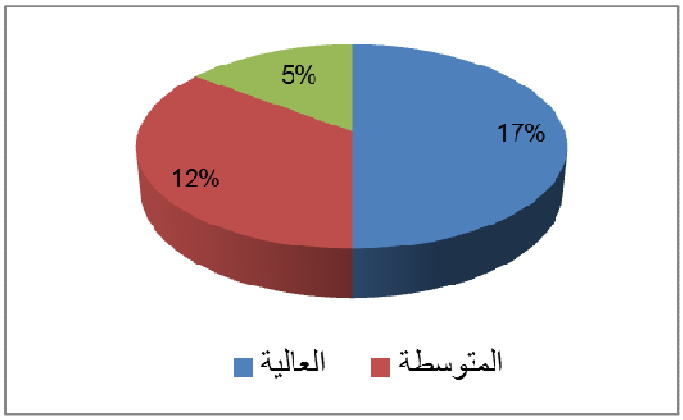
المتوسطات داخل كل عمود والتي تحمل نفس الحروف لا تختلف عن بعضها البعض باستخدام اختبار دنكن بمعنوية ٠,٠٥.

وقد لوحظ من خلال الدراسة مدى التأثير السلبي لحركة مركبات الدفع الرباعي على خواص التربة ،حيث تعد الكثبان الرملية من البيئات الهشة وغير المستقرة والتي يكون التوازن الحركي بين مكوناتها البيئية غير قابل لاحتمالات التغيير، أو أن يكون هذا التوازن في صورة لا تسمح بقدر كبير من المرونة للاستجابة للتأثيرات المختلفة للنشاطات البشرية, ويتفق ما توصلت إليه هذه الدراسة مع ما ذكره (Hill and Pickering, 2006) الذي أكد أن الدهس بواسطة المركبات في البيئات الهشة قد أدى إلى تدهور خواص الأراضي والغطاء النباتي,وتعزى الآثار البيئية لحركة المركبات على الكثبان الرملية المستقرة، الدهس في مسارات المركبات، كما تتراكم كميات كبيرة من الغبار على أوراق النباتات حتى يتغير لونها من اللون الأخضر إلى اللون الأبيض أو البني، مما يتسبب في إغلاق الثغور في أوراق النبات ويؤثر ذلك سلباً على عمليات النتح والاتزان المائي والتنفس والتمثيل الضوئي وإنتاج الكلوروفيل ومن ثم تتعرض النباتات إلى ظاهرة الذبول والموت على نطاق واسع مما يؤدى إلى تدهور الغطاء النباتي .

وبرغم ظهور دلائل مادية واضحة للتأثيرات الميكانيكية (مثل الدهس) على الشجيرات بمنطقة الدراسة نتيجة لكثافة حركة مركبات الدفع الرباعي وسير عجلات المركبات عليها ،

**إلا أن هذا التأثير لم يختلف معنويا بين معاملتي الكثافة العالية والمتوسطة لحركة المركبات وقد اختلف كلتاهما معنوياً عن معاملة الكثافة المنخفضة (الشكل ١) .**

**إن إزالة الطبقة العلوية من الكثبان الرملية بالبيئات الصحراوية يؤثر في دمار الحياة البيئية، حيث تحرك العواصف أو الرياح الشديدة المحملة بالرمال يتسبب في آثاره الغبار وترسبه وبالتالي طمر عدد من الأنواع النباتية .**




**شكل (١) :النسبة المئوية للشجيرات المتأثرة بالدهس**

تأثير كثافة حركة مركبات الدفع الرباعي على خواص التربة :

**أشارت عدد من الدراسات (Cakir et al,, 2010) إلى التأثير على المدى الطويل للنشاطات الترفيهية على خواص التربة، مما يجعلها خطرًا تتعدد أوجه مؤثراته السلبية على البيئة وفي مقدمتها تدمير الغطاء النباتي وخواص التربة، بالإضافة إلى الغبار والأتربة التي تتصاعد من هذه العملية وتؤدي الى طمر الأنواع النباتية وتلوث البيئة وحدوث مشاكل صحية للإنسان بالمجتمعات السكانية المجاورة .**

قوام التربة :

كان قوام التربة في مواقع الدراسة عموماً رملي طمي وفقًا للتصنيف الدولي لحجم الجسيمات, وقد سجلت أقل نسبة للرمل (٨٠,٨٩٪ ± ١,٢٢) في عينات التربة التي تم جمعها من المواقع غير المتأثرة بحركة المركبات، وأعلى نسبة للرمل (٨٣,٥٦٪ ± ٣,٦٣) سجلت في عينات التربة التي جمعت من المواقع التي تأثرت بكثافة حركة المركبات العالية (الجدول ٤), كما سجلت أعلى نسبة للطمي (١٠,٢٦ ± ٠,٤٩) في المواقع غير المتأثرة بالحركة وأقل نسبة للطمي (٨,٩٥٪ ± ٠,١١) في المواقع التي تأثرت بكثافة حركة المركبات العالية (جدول ٤), كما لوحظ أن أكبر نسبة من الطين (٨,٨٥٪ ± ٠,٧٩) في عينات التربة توجد في المواقع غير المتأثرة بالحركة, وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي لقوام التربة عدم وجود اختلافات معنوية بين المواقع التي شملتها الدراسة (الجدول ٤) .

إنّ هذا النوع من الاستغلال البشرى لموارد البيئة الطبيعية يتسبب في تفاقم عدة أشكال من التدهور البيئي ويعرضها لمخاطر التصحُّر، بالإضافة إلى تدمير الغطاء النباتي للطبقة السطحية للتربة والتي تحقق قدراً كبيراً من الوقاية للتربة من عمليات التعرية المائية والريحية، ثم التأثير السلبي على خصائص التربة مثلاً : تضغاطها وزيادة مقاومتها لاختراق الجذور النباتية، وتكوين القشرة الجيرية الصلبة الناجمة عن تراكم الغبار الجيري (كربونات الكالسيوم) بكميات كبيرة على سطحها وتكون الأفق الجيري المتحجر (طبقة صماء جيرية) تحت التربة مما يتسبب في انخفاض معدل الرشح الرأسي لمياه الأمطار .

**جدول (٤) : تأثير كثافة حركة مركبات الدفع الرباعي على خواص التربة السطحية (المتوسط ± الانحراف المعياري)**

| خواص التربة | المعاملات | | | |
|---|---|---|---|---|
| | المنخفضة | المتوسطة | العالية | التربة غير المتأثرة |
| الرمل ٪ | ٨١,٠±٣,٨٧أ | ٨٢,٤٩±٤,٣٦أ | ٨٣,٥٦±٣,٦٣أ | ٨٠,٨٩±١,٢٢أ |
| الطمي ٪ | ٩,٩٧±٠,٣٢أ | ٩,١٢±٠,٣٤أ | ٨,٩٥±٠,١١أ | ١٠,٢٦±٠,٤٩أ |
| الطين ٪ | ٩,٠٣±٠,٣أ | ٨,٣٩±٠,٨٩أ | ٧,٤٩±٠,١٦أ | ٨,٨٥±٠,٧٩أ |
| المقاومة للاختراق (كجم/سم٢) | ٤,٠١±٠,٠ | ٤,٩٧±٠,٠٢ | ٦,١٧±٠,١٤ | ٣,٤٢±٠,٠٥أ |
| المسامية الكلية% | ٥١,٦±٠,١أ | ٥٠,٩±٠,٥أ | ٤٦,١±٠,٣ب | ٥٢,٣±٢,٦أ |
| الكثافة الظاهرية (جم/سم٣) | ١,٠٣±٠,١٠أ | ١,٢٩±٠,٢٨أ | ١,٦١±٠,٠٤أ | ٠,٩٨±٠,٠٢أ |
| المادة العضوية ٪ | ١,٦٨±٠,٢١أ | ١,٤٥±٠,٣٦أ | ١,٤٤±٠,٠٩أ | ١,٧٩±٠,١٩أ |
| القدرة على الاحتفاظ بالماء ٪ | ١٠,٢±١,٧أ | ٩,٧±١,٢أ | ٩,٢±١,٢أ | ١١,٤±٠,٦أ |
| الأس الهيدروجيني | ٧,٣٩±٠,١٣أ | ٧,٤٠±٠,٠٧أ | ٧,٤٢±٠,٠٥أ | ٧,٣٤±٠,١٤أ |
| التوصيل الكهربي (دسيمينز/م) | ٢٧,٢±٣,٥أ | ٢٨,٣±٣,٢أ | ٢٨,٥±٤,٦أ | ٢٣,٢±٣,٥أ |

**المتوسطات داخل كل خط والتي تحمل نفس الحروف لا تختلف عن بعضها البعض باستخدام اختبار دنكن بمعنوية ٠,٠٥ .**

المسامية الكلية الكثافة الظاهرية المادة العضوية والقدرة على الاحتفاظ بالماء :

**تؤدي حركة المركبات إلى انضغاط التربة وبالتالي عدم قدرة بذور النباتات والبادرات الصغيرة على النمو في التربة التي تعرضت للانضغاط وتزايد مقاومتها للاختراق ويصعب على جذور النباتات اختراقها، بسبب شدة صلابتها مما يجعل من عملية الإنبات أمراً بالغ الصعوبة, وقد تم في هذه الدراسة الحصول على أعلى قيم المسامية الكلية (٥٢,٣٪ ± ٢,٦) في عينات التربة غير المتأثرة بحركة المركبات (الجدول ٤)، ومن ناحية أخرى، سجلت أدنى قيم المسامية الكلية (٤٦,١٪ ± ٠٣) لعينات التربة التي تم جمعها من المواقع ذات حركة مركبات عالية علماً بأن قيم المسامية الكلية لعينات التربة التي تم جمعها من مواقع غير متأثرة بحركة المركبات تختلف معنويًا عن قيمها لعينات ترب المواقع ذات الكثافة العالية لحركة المركبات،**

بينما تنتمي قيم المسامية الكلية لعينات ترب المواقع غير المتأثرة والمعاملتين متوسطة ومنخفضة الكثافة المرورية إلى ذات المجموعة الإحصائية بمعنى عدم وجود اختلافات معنوية بينها (الجدول ٤) .

وبالمثل، ذكر Yuksek 2009 أن قيم المسامية الكلية لعينات التربة في المناطق التي تتسم بحركة مركبات عالية كانت كبيرة, كما وجد Lei 2004 في دراسته أنه مع زيادة انضغاط التربة وكثافتها الظاهرية، تنخفض المسامية الكلية, وقد وجد أن المسامية الكلية كانت ٥٠,٩٪ في المواقع غير المتأثرة بحركة المركبات وانخفضت إلى ٤١,٤٪ في عينات مواقع الكثافة العالية لحركة المركبات, ويلاحظ من نتائج هذه الدراسة زيادة الكثافة الظاهرية لعينات التربة مع زيادة كثافة حركة المركبات, وسجلت عينات التربة التي تم الحصول عليها من المواقع غير متأثرة بحركة مركبات الدفع الرباعي أدنى قيم الكثافة الظاهرية، بينما سجلت أعلى قيم للكثافة الظاهرية في عينات ترب المواقع ذات الكثافة العالية لحركة المركبات, وعموماً، زادت قيم الكثافة الظاهرية مع زيادة كثافة حركة المركبات, ومرة أخرى، لم تسجل فروق معنوية في الكثافة الظاهرية نتيجة لزيادة كثافة الحركة، حيث لم تظهر أي اختلافات ذات دلالة إحصائية (الجدول ٤) .

وقد وجد Kissling et al, 2009 في دراسة استخدم فيها كثافات مختلفة لحركة المركبات في منطقتين مختلفتين، إن الكثافة الظاهرية تأثرت معنويًا في إحدى المنطقتين، بينما لم تتأثر كثيرًا في المنطقة الأخرى بكثافة الحركة, وبالمثل، أشار Lei (2004) إلى أن الكثافة الظاهرية لعينات التربة ارتفعت من ١,٣١ جم/سم٣ قبل حركة المركبات إلى ١,٥٥ جم/سم$^{٣}$ نتيجة لحركة المركبات, كما ذكر Kozlowski 1999 أن حركة المركبات قد أدت إلى انضغاط التربة وزيادة كثافتها الظاهرية وخفض مساميتها, ووجد Coder 2000 أن الانخفاض في المسامية الكلية للتربة يؤدي إلى انضغاطها .

كما أشارت النتائج إلى انخفاض نسبة المادة العضوية في عينات التربة مع زيادة كثافة حركة المركبات, وسجلت المواقع غير المتأثرة بالحركة أعلى محتوى للمادة العضوية في التربة (١,٧٩٪ ± ٠,١٩)، بينما احتوت عينات التربة التي تم جمعها من معاملة كثافة الحركة العالية اقل نسبة للمادة العضوية (١,٤٤٪ ± ١,٠٩), ولوحظ انخفاض نسبي في

**محتوى التربة من المادة العضوية مع زيادة كثافة الحركة،ومع ذلك، لم تكن لهذا الانخفاض أي دلالة إحصائية (الجدول ٤), كما لوحظت زيادة في معدل وشدة الدهس مع ارتفاع كثافة حركة المركبات، ولكن الدراسات التي أجراها Kissling et al, 2009 أشارت إلى أن كثافة الحركة ليس لها تأثير على محتوى التربة من المادة العضوية، بينما الدراسات التي قام بها كل من Grieve (2001) و Yuksek (2009) و Cakir et al, (2010) فقد أظهرت انخفاضاً كبيراً في محتوى المادة العضوية نتيجة لحركة المركبات الكثيفة .**

**وتميزت عينات التربة التي تم جمعها من المواقع غير المتأثرة بحركة المركبات بقدرة جيدة للاحتفاظ بالماء (١١,٤٪ ± ٠,٦) بالمقارنة بالمواقع المتأثرة بكثافة حركة المركبات العالية والتي سجلت أقل القيم لهذه الخاصية (٩,٢٪ ± ١,٢) ( الجدول ٤), وقد أثرت كثافة حركة المركبات بشكل غير معنوي على قدرة التربة للاحتفاظ بالماء (الجدول ٤), هذا يؤكد ما أشار إليه Short et al, (1986) أنه مع زيادة كثافة حركة المركبات، تنخفض قدرتها على الاحتفاظ بالماء .**

الأس الهيدروجيني والتوصيل الكهربي :

**أشارت نتائج التحليل الإحصائي إلى أن قيم الأس الهيدروجيني للتربة في منطقة الدراسة لم تتأثر معنوياً بكثافة حركة المركبات، برغم أن هناك زيادة طفيفة في الأس الهيدروجيني مع زيادة كثافة الحركة ( الجدول ٤), وسجلت عينات التربة للمواقع غير المتأثرة بحركة مركبات الدفع الرباعي أدنى قيم الأس الهيدروجيني (٧,٣٤ ± ٠,١٤), وتم قياس أعلى قيمة للأس الهيدروجيني (٧,٤٢ ± ٠,٠٥) في عينات تربة المواقع المتأثرة بكثافة حركة المركبات العالية, كما لم تتأثر قيمة الأس الهيدروجيني بكثافة حركة المركبات في عدد من الدراسات الأخرى (Lei, 2004 and Kissling et al,, 2009)، على الرغم من أن دراسات أخرى قد أشارت إلى ارتفاع قيم الأس الهيدروجيني نتيجة لارتفاع كثافة حركة المركبات (Sarah and Zhevelev, 2007) .**

تأثير حركة مركبات الدفع الرباعي على الغطاء النباتي في الكثبان الرملية المستقرة :

تمثل التغطية النباتية، وارتفاع الغطاء النباتي وتكوين الأنواع النباتية، المؤشرات التي تشير إلى مدى تأثر الغطاء النباتي بحركة مركبات الدفع الرباعي حيث تعكس الآثار قصيرة المدى لدهس الأنواع النباتية بواسطة هذه المركبات,وقد تم تسجيل أكثر من خمسين نوعاً من النباتات في الكثبان الرملية التي شملتها الدراسة, وكانت العائلة النجيلية المجموعة الأكثر انتشارًا، تليها العائلة البقولية, وتسيطر الأنواع العشبية على الغطاء النباتي، وتوجد في جميع المواقع وتغطي معظم سطح الكثبان الرملية, وتتمثل الأنواع الشائعة بالرمث، الثيموم، النصي، الكاري والثمام التي توجد في معظم المواقع .

وتختلف التغطية النباتية كثيرًا بين المواقع التجريبية، وتتراوح بين ٧٢,٢٪ و٧١,٥٪ (مواقع غير متأثرة بحركة المركبات) وذلك قبل بدء التجربة، وقد انخفضت معنوياً من جراء حركة المركبات لتتراوح بين ٧٠,٤٪ (مواقع متأثرة بحركة مركبات منخفضة) و٦٦,٨٪ (مواقع متأثرة بحركة مركبات عالية) ( الجدول ٥) .

وتراوح متوسط عدد الأنواع النباتية التي تشكل الغطاء النباتي في المواقع غير المتأثرة بحركة المركبات بين ٣٧ و٣٦ نوعاً ولا توجد فروق معنوية بينها،بينما كانت هناك فروق معنوية نتيجة لتأثير كثافة حركة مركبات الدفع الرباعي على الأنواع النباتية، حيث بلغ عدد الأنواع النباتية ٢٥ نوعاً في المواقع تحت تأثير حركة المركبات العالية (الجدول ٥)، و٢٩ نوعاً في مواقع الكثافة المتوسطة و٣٢ نوعاً في مواقع الكثافة المنخفضة وكل هذه القيم تختلف عن بعضها معنويًا ويعود ذلك الانخفاض إلى شدة دهس المركبات للنباتات التي وقعت في مسارها مما أدى إلى موت معظم هذه النباتات .

جدول (٥) : تأثير كثافة حركة مركبات الدفع الرباعي على خواص الغطاء النباتي
في الكثبان الرملية المستقرة في منطقة الدراسة

| المعاملة | | العالية | المتوسطة | المنخفضة |
|---|---|---|---|---|
| التغطية النباتية (٪) | المواقع غير المتأثرة | أ٠,٦٥±٧١,٥ | أ٠,٤١±٧١,٩ | أ٠,٤٩±٧٢,٢ |
| | المواقع المتأثرة | ج٠,٣٦±٦٦,٨ | b٠,٥٢±٦٨,١ | أ٠,٣٨±٧٠,٤ |
| عدد الأنواع النباتية | المواقع غير المتأثرة | أ٠,٢±٣٧,٠ | a٠,٧±٣٦,٠ | أ٠,١±٣٧,٠ |
| | المواقع المتأثرة | ج٠,٨±٢٥,٠ | b٠,٥±٢٩,٠ | a٠,٣±٣٢,٠ |
| ارتفاع الغطاء النباتي | المواقع غير المتأثرة | أ٠,١٩±٤,٨٢ | a٠,٢٢±٤,٧٩ | a٠,٧٢±٤,٩٢ |
| | المواقع المتأثرة | ج٠,١٣±٢,٣٧ | b٠,٧٦±٣,٤٨ | a٠,٣٤±٣,٦٩ |

المتوسطات داخل كل عمود والتي تحمل نفس الحروف لا تختلف معنوياً عن بعضها باستخدام اختبارد نكن (٠,٠٥) .

كما كانت هناك أيضًا اختلافات معنوية في ارتفاع الغطاء النباتي في الكثبان الرملية المستقرة تحت تأثير حركة مركبات الدفع الرباعي (الجدول ٥) ، حيث تراوح ارتفاع الغطاء النباتي بين ٤,٧٩ و ٤,٩٢ سم في المواقع غير المتأثرة بحركة المركبات، بينما تراوح بين ٢,٣٧ و ٣,٦٩ سم في المواقع المتأثرة بحركة المركبات (الجدول ٥)، حيث بلغ ارتفاع الغطاء النباتي في مواقع حركة المركبات العالية ٢,٣٧ سم وبلغ ارتفاع الغطاء النباتي في مواقع حركة المركبات المتوسطة ٣,٤٨ سم، في حين بلغ ارتفاع الغطاء النباتي في مواقع حركة المركبات المنخفضة ٣,٥٢ سم وكانت الفروقبين معدلات الحركة الثلاثة معنوية (الجدول ٥), الاختلافات في ارتفاع الغطاء النباتيبين المواقع المختلفة، كانت واضحة في مواقع حركة المركبات العالية حيث عثر على نباتات قصيرة نتيجة للدهس بواسطة المركبات .

وأشارت العديد من الدراسات إلى أن حركة مرور المركبات تمثل أكثر الأنشطة البشرية أضراراً ببيئة الكثبان الرملية المستقرة (Rickard et al,, 1994, Priskin, 2003 and Groom et al,, 2007)، وهذا ما أكدته هذه الدراسة, ومن الواضح أن هناك عواقب بيئية سلبية لحركة المركبات على الكثبان الرملية

المستقرة, وقد أوضحت عدد من الدراسات أن دهس الأنواع النباتية أثناء حركة المركبات، يؤثر سلبًا على التغطية النباتية، وارتفاع وتنوع النباتات (Defeo et al,, 2009, Groom et al,, 2007) .

وقد توصلت هذه الدراسة إلى أن التغيرات التي تحدث في الغطاء النباتي للكثبان الرملية المستقرة، نتيجة لتأثير حركة مركبات الدفع الرباعي تعتمد على طبيعة نمو النباتات، فقد لوحظ أن النباتات العشبية النجيلية أقل تأثراً بحركة المركبات، في حين سجلت الشجيرات أعلى نسب للإصابة الناجمة عن حركة المركبات ( شكل ١), وفي منطقة الدراسة، انخفضت معنويًا نسبة التغطية النباتية نتيجة لتأثير حركة مركبات الدفع الرباعي وكان هذا النمط من انخفاض التغطية النباتية في المعاملات المختلفة أكثر وضوحا بالنسبة للنباتات ذات الأوراق العريضة (١٣% ± ١,٢٣) والشجيرات (٢٢% ±١,٠٧), وإذا لم تتم إدارة حركة المركبات بشكل جيد في مناطق الكثبان الرملية، فإن الضرر البيئي يصبح واضحًا بدرجة كبيرة, فعلى سبيل المثال وجد في جزيرة فريزر، أنه عندما تمر المركبات فوق الكثبان الرملية بمعدل ثمانية مسارات لكل كيلومتر، فإنها تسبب أضرارًا مادية كبيرة على الغطاء النباتي، حيث أزيلت تماما جميع النباتات داخل هذه المسارات (Thompson and Schlacher, 2008), وغالبًا ما تقلل حركة المركبات الكثيفة التغطية النباتية وثراء الأنواع في الكثبان الرملية المستقرة (Kutiel et al,, 2000), ومع ذلك، فان المستويات المعتدلة أو المنخفضة من حركة المركبات قد يكون لها تأثير إيجابي على الغطاء النباتي والتنوع (Kutiel et al,, 2000 and Farrel and Marion, 2002) .

وتتمثل التأثيرات الأكثر خطورة لدهس الأنواع النباتية بواسطة مركبات الدفع الرباعي في اختفاء الأنواع النباتية النادرة، وتدهور الغطاء النباتي، وبدء عملية تعرية التربة (Green,1998), ويتسبب استخدام المركبات، وخاصة في مناطق الكثبان الرملية في المناطق القاحلة، انضغاط التربة وزيادة في الكثافة الظاهرية للتربة (Pickering and Hill,2007), كما تقلل أيضًا القدرة على الاحتفاظ بالماء، وتؤدي إلى زيادة معدل فقدان التربة من خلال الجريان السطحي, وتعتمد شدة انضغاط التربة على عوامل مختلفة، مثل الخواص الفيزيائية للتربة، قوام التربة، وكثافة حركة المركبات .

الغطاء النباتي النسبي :

ويعرف الغطاء النباتي الموجود بعد الدهس مقسوما على الغطاء النباتي قبل دهس بمركبات الدفع الرباعية الغطاء النباتي النسبي (Cole and Bayfield, 1993), وتقل قيمة الغطاء النباتي النسبي مع زيادة كثافة حركة المركبات (شكل ٢)، حيث انخفض الغطاء النسبي من ٨٦% في المواقع غير المتأثرة بحركة المركبات إلى ٦٧% في المواقع ذات الكثافة العالية للحركة, وقد حدث انخفاض سريع عند مقارنة الغطاء النباتي في المواقع غير المتأثرة بمثيله في المواقع عالية الكثافة ومتوسطة الكثافة لحركة المركبات، ومن ثم بدأ الانخفاض التدريجي بمعدلات منخفضة عند مقارنة الغطاء النباتي في المواقع متوسطة الكثافة بالغطاء النباتي في المواقع منخفضة الكثافة في حركة المركبات, وقد أظهرت النتائج أنه مع زيادة كثافة حركة المركبات، يقل الغطاء النباتي في شكل منحنى خطي (الشكل ٢) .

ويلاحظ انخفاض تدريجي في التغطية النباتية مع زيادة كثافة حركة مركبات الدفع الرباعي, ووفقًا لنتائج التحليل الإحصائي، انخفض الغطاء النباتي العددي في المعاملات الأولى والثانية والثالثة، ولكن الفروق المعنوية لم تسجل إلا بين كثافة الحركة العالية وكثافة الحركة المتوسطة مع المناطق غير المتأثرة بحركة مركبات الدفع الرباعي,وعمومًا تسببت زيادة كثافة حركة المركبات في انخفاض الغطاء النباتي (الشكل٢) .

شكل (٢): التغطية النباتية

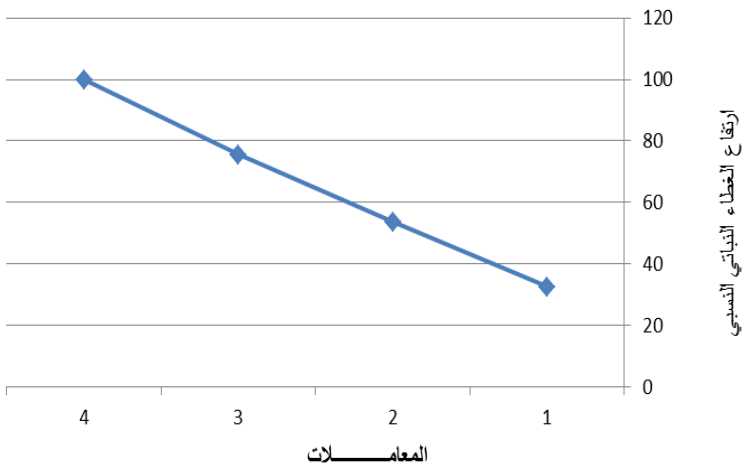
كثافة الأنواع النباتية :

**يتكون الغطاء النباتي في منطقة الدراسة من نباتات تنتمي إلى عدد من العوائل أهمها العائلة النجيلية والعائلة البقولية, وقد انخفضت كثافة الغطاء النباتي وزادت المساحة الجرداء مع زيادة كثافة حركة المركبات رباعية الدفع, ويتمثل تأثير حركة المركبات على النباتات على المدى القصير في التدهور الميكانيكي للنباتات (الجدول ٦) .**

ارتفاع النباتات النسبي

**وتم الحصول على ارتفاع الغطاء النباتي النسبي عن طريق جمع قيم مقاييس ارتفاع الغطاء النباتي وتقسيم مجموع القيم على عدد قيم ارتفاع الغطاء النباتي, ويمثل ارتفاع الغطاء النباتي بعد الدهس بواسطة المركبات، نسبة ارتفاع الغطاء النباتي المتأثر بحركة المركبات إلى ارتفاع النباتات في المواقع غير المتأثرة بهذه الحركة, ويسمح حساب ارتفاع الغطاء النسبي في إجراء المقارنات بين المعاملات بكل بسهولة (Cole and Bayfield, 1993) .**

**تراوح ارتفاع الغطاء النباتي النسبي في المتوسط بين٤,٩٢ و٢,٣٧ قبل وبعد المعاملة على التوالي في المواقع التي شملتها الدراسة وكانت الفروق بينهما معنوية, وقد انخفض الارتفاع النسبي للغطاء النباتي في جميع المواقع المتأثرة بحركة مركبات الدفع الرباعي معنوياً نتيجة للدهس بواسطة هذه المركبات (الجدول ٦), ويختلف الارتفاع النسبي للغطاء النباتي للمواقع غير المتأثرة بحركة المركبات معنوياً عن بقية المعاملات, ولا توجد فروق معنوية للارتفاع النسبي للغطاء النباتي بين المواقع متوسطة ومنخفضة كثافة حركة المركبات، ولكنها جميعاً تختلف معنوياً في ارتفاع الغطاء النباتي النسبي عن المعاملة ذات كثافة الحركة العالية (الجدول ٦), كان الارتفاع النسبي للغطاء النباتي ٦٩٪ في المعاملة القياسية وانخفضت إلى ٢٧٪ في المعاملة الأولى (الشكل ٣) .**




شكل (٣) : الارتفاع النسبي للغطاء النباتي

انخفضت التغطية النباتية انخفاضاً كبيراً بعد المعاملتين الأولى والثانية مقارنة مع المعاملة القياسية بعد أسبوع من بدء معاملات حركة مركبات الدفع الرباعي, وقد اختلف معدل انخفاض التغطية النباتية بعد دهس المركبات معنويا مع كثافة الحركة, وقد وجد Talbot et al, (2003) أن الغطاء النباتي يتناقص مع زيادة الحركة إلى مستوى معين ومن ثم يستقر معدل الانخفاض, ووفقًا لـ Ros et al, (2004) كان الغطاء النباتي متماثلا في المعاملات ذات الكثافة الواحدة لحركة المركبات, وفي هذه الدراسة، تسبب الدهس في انخفاض التغطية النباتية وزيادة مساحة الأرض الجرداء, وبما أن التربة في منطقة الدراسة تعد تربة هشة، فإن زيادة الأرض الجرداء يسهم في ارتفاع معدل التعرية , كما وجد Kay and Liddle (1989) أن التغطية النباتية في المواقع المتأثرة بحركة المركبات انخفضت بالمقارنة مع مواقع المعاملات القياسية، وهذا يتوقف على كثافة الحركة, وفقًا لـ Mingyu et al, (2009) أن كثافة الحركة المنخفضة لها تأثير أقل على الغطاء النباتي بالمقارنة مع كثافة الحركة العالية, وفي هذه الدراسة، يشكل التراجع في حجم التغطية النباتية النسبية منحنى خطي مع ارتفاع كثافة الحركة، ويتفق ذلك مع ما تم التوصل إليه في عدد من الدراسات (Cole, 1995 and Roovers) et al,, 2004),

ووفقاً ذكره (Cole, (1995 فينبغي توقع علاقة المنحنى الخطي إذ أن عدد النباتات الحية يتناقص بسبب الدهس مع زيادة كثافة الحركة .

بالإضافة إلى ذلك، فإن مدى تعرض الأنواع النباتية المختلفة في القطع التجريبية يختلف من نوع نباتي إلى آخر, ومع شدة دهس المركبات للأنواع النباتية المختلفة، لوحظ انخفاض سريع في التغطية النباتية النسبية والارتفاع النسبي للمجتمعات النباتية المتأثرة بحركة مركبات الدفع الرباعي (الشكل ٢و٣), وقد وجد Cole (1987) في دراسته أن التغطية النباتية النسبية تتناقص بمعدل عالي تحت تأثير حركة المركبات وحتى لو كانت كثافة الحركة منخفضة نتيجة لدهس النباتات، ولكن بوتيرة أبطأ مقارنة بكثافة الدهس العالية نتيجة لارتفاع معدل حركة المركبات .

جدول (٦) : تأثير كثافة حركة مركبات الدفع الرباعي على خصائص الغطاء النباتي في الكثبان الرملية المستقرة

| خصائص الغطاء النباتي | المعاملات | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | المنخفضة | | المتوسطة | | العالية | التربة غير المتأثرة |
| | قبل المعاملة | بعد المعاملة | قبل المعاملة | بعد المعاملة | قبل المعاملة | بعد المعاملة |
| العائلة النجيلية | ٠,٢٩ ± ٥٩,٠ | ٢,١٣ ± ٥٢,٣ | ١,٨٥± ٥٨,٥ | ١,٨٥ ± ٤٩,٠ | ١,٠٦± ٤٤,٠ | ٢,١٣± ٤٤,٠ | ١,٠١ ±٦٦,٩ |
| العائلة البقولية | ١٦٥ ± ٢٠٢ | ٢,١٣ ± ٦,٨٣ | ١,٤٢ ±١٩,٠ | ٠,٩٩ ± ٥,٤٩ | ٠,٤٦± ١٢,٧ | ٠,٢٦ ± ٣,٥ | ٢,٤٥ ±٢٦,٥ |
| بقية العائلات | ١,٠٥ ± ٢٠,٥ | ٠,٥١ ± ١٤,٣ | ١,٩٥ ±١٩,٠ | ٠,٧٩ ± ١٣,٩ | ١,٢٨±١٥,٣ | ٠,٢٠ ± ١٠,٥ | ١,٢٦ ±٢٦,٨ |
| القطع الجرداء | ٠,٤٩ ± ٢٨,٥ | ٠,٩٦ ± ٢٩,٣ | ٠,٧١ ±٢٧,٥ | ٠,٩٨± ٣١,٥ | ١,٠٥±٢٦,٢ | ٠,٥٩ ± ٣٣,٠ | ٠,٠٣ ±٣٠,٥ |
| التغطية النباتية | ٠,٤٩ ± ٧٢,٢ | ٠,٣٦ ± ٧٠,٩ | ٤١,٠± ٧١,٩ | ٠,٤٢± ٦٨,١ | ٠,٦٥± ٧١,٢ | ٠,٣٩± ٦٧,٤ | ٧٢,٠± ٧٠,٥ |
| ارتفاع الغطاء النباتي (سم) | a٠,٩١ ± ٤,٨٢ | b٠,١٢ ±٣,٥٢ | ,a٢٢, ±٤,٧٩ | b٠,٧٦±٣,٤٨ | a٠,٣٤ ± ٩,٢٠ | c٠,٣٤ ±٢,٣٧ | a٠,٥٨ ± ٤,٨٩ |

المتوسطات داخل كل خط و التي تحمل نفس الحروف لا تختلف عن بعضها البعض باستخدام اختبار دنكن بمعنوية ٠,٠٥ .

كما تتسبب زيادة شدة الدهس نتيجة لكثافة الحركة العالية في انخفاض سريع لارتفاع الغطاء النباتي بالمقارنة مع ارتفاع الغطاء النباتي في المناطق غير المتأثرة بحركة المركبات(شكل ٣م), وبحسب Kissling et al, (2009)، ترتبط كثافة الحركة عكسياً مع نسبة التغطية النباتية وارتفاع الغطاء النباتي, وقد لاحظ Cole and Spildie (1998) انخفاض الغطاء النباتي (٧٨٪) انخفاضاً كبيراً نتيجة لتأثير كثافة حركة المركبات العالية بالمقارنة مع الغطاء النباتي في المواقع غير المتأثرة بحركة المركبات (٠٪),وفي ذات الدراسة، انخفض ارتفاع الغطاء النباتي النسبي بدرجة ملحوظة نتيجة للدهس بواسطة المركبات (حيث انخفض إلى ٥٢ سم من ٩٠ سم), التأثيرات الأكثر خطورة للدهس بواسطة مركبات الدفع الرباعي هي اختفاء الأنواع النباتية النادرة، وتدهور الغطاء النباتي، وبدء عملية تعرية التربة (Green,1998), ويتسبب استخدام المركبات، وخاصة في مناطق الكثبان الرملية في المناطق القاحلة، انضغاط التربة وزيادة في الكثافة الظاهرية للتربة (Pickering and Hill, 2007), والزيادة في الكثافة الظاهرية للتربة كما تقلل أيضًا القدرة على الاحتفاظ بالماء، وتؤدي إلى زيادة معدل فقدان التربة من خلال الجريان السطحي، وقد أظهرت الدراسة الحالية تطابقاً مع

**ما ذكر والذي أدى بدوره الى القضاء على العديد من النباتات وتأثيره بالتالي على قيم التغطية النسبية تعتمد شدة الانضغاط على عوامل مختلفة، مثل الخواص الفيزيائية للتربة، قوام التربة، وكثافة الحركة .**

التوصيات :

**تفادياً للآثار البيئية الضارة الناجمة عن الأنشطة البشرية وخاصة حركة المركبات آنياً ومستقبلاً من خلال إتباع التخطيط البيئي الذي يهتم بالحمولة البيئية عند استغلال الموارد الطبيعية بحيث لا تتعدى تلك النشاطات البشرية هذه الحمولة التي هي أقصى قدرة لعناصر النظام البيئي الطبيعي في مناطق الكثبان الرملية المستقرة .**

**الاهتمام بالجدوى البيئية مقابل الجدوى الاقتصادية والاجتماعية، وذلك من خلال إعطاء حماية البيئة من التوجه الاقتصادي والاجتماعي السالب أهميته لا تقل عن المنفعة المادية التي تحققها النشاطات الترفيهية .**

**ينبغي على الجهات المعنية بحماية البيئة تطبيق الرقابة البيئية التي تهدف إلى علاج مظاهر سلبية للنشاطات البشرية الترفيهية وتقويم اتجاهها من أجل أن يحقق أي نشاط بشري النتائج التي يهدف إليها مع الالتزام بحماية البيئة، وإنشاء جهاز مراقبة يتبع للهيئة العامة لحماية الحياة الفطرية مع منحه السلطة القانونية لأداء مهامه بكفاءة عالية .**

**تكثيف التوعية البيئية المجتمعية من خلال طرح الملاحظات وتقييم سير العمل وكشف أوجه القصور في مواجهة المشكلات البيئية للنشاطات الترفيهية وإشعار المواطنين بخطورة تلك الممارسات .**

الشكر والتقدير

**يتقدم الباحث بجزيل الشكر والتقدير لمدينة الملك عبد العزيز**
**والتقنية على الدعم الذي قدمته لإنجاز هذا المشروع البحثي بالمنح رقم**
**م ص٣٤ – ٢٢, للعلوم**

المراجـــع :


1- Arnesen, T, 1999, Vegetation dynamics following trampling in grassland and heathland in Solendet Nature Reserve, aboreal upland area in Central Norway, Nord, J, Bot, 19:47-69,

2- Belnap, J, 1995, Surface disturbances-their role in accelerating desertification, Environmental Monitoring and Assessment 37: 39-57,

3- Bonham, C, D, 1989, Measurements for terrestrial vegetation, New York: Wiley, pp, 338,

4- Bowels, J, and M, A, Maun, 1982, A study of the effects of trampling on the vegetation of lake Huron sand dunes at Pinery Provincial Park, Biological Conservation, 24: 273-83,

5- Burden, R, F, and P, F, Randerson, 1972, Quantitative studies of the effects of human trampling on vegetation as an aid to the management of semi-natural areas, Journal of applied ecology, 9: 43-58,

6- Cakir, M,, E, Makineci and M, Kumbaslı, 2010, Comparative study on soil properties in a picnicand undisturbed area of Belgrad forest, Istanbul, Journal of Environmental Biology31, 125–128,

7- Celliers, L,, T, Moffett, N, C, James, and B, Q, Mann, 2004, A strategic assessment of recreational use areas for off-road vehicles in the coastal zone of KwaZulu-Natal, South Africa, Ocean and Coastal Management 47:123–140,

8- Coder, K, D,, 2000, Defining soil compaction: sites and trees, Extension Publication 4,Warnell School of Forest Resources, University of Georgia, Athens, GA,

9- Cole, D, N, 1987, Effects of three seasons of experimental trampling on five montane forest communities and a grassland in western Montana, USA, Biological Conservation40, 219–244,

10- Cole, D, N, and R, L, Knight, 1990, Impacts of recreation on biodiversity in wilderness, In: Wilderness areas: their impacts; proceeding of a symposium, Logan, UT: Utah State University, P, 33-40,

11- Cole, D, N, 1993, Minimizing conflict between recreations, Ecology of greenways: design and function of linear conservation areas, In: Smith D, S,, Hellmund P, C,, editors, Minneapolis,, M, N, Univ, of Minnesota Press, P, 105-22,

12- Cole, D, N, 1995, Experimental trampling of vegetation, I, Relationship between tramplingintensity and vegetation response, Journal of Applied Ecology 32, 203–214,

13- Cole, D, N, and D, R, Spildie, 1998, Hiker, horse and llama trampling effects on native vegetationin Montana, USA, Journal of Environmental Management, 53: 61–71,

14- Cole, D, N, and N, G, Bayfield, 1993, Recreational trampling of vegetation: standard experimental procedures, Biological Conservation, 63: 209–215,

**15- Day, P, R, 1965, Particle fractionation and particle-size analysisp,545-567, In C,A, Black et al (ed,) Methods of soil analysis, Part 1, Agronomy 9:545-567,**

**16- Defeo, O,, A, McLachlan, D, S, Schoeman, T, A, Schlacher, J, Dugan, A, Jones, M, Lastra and F, Scapini, 2009, Threats to sandy beach ecosystems: A review, Estuarine, Coastal and Shelf Science, 81:1–12,**

**17- Dotzenko, A, D,, N, T, Papamichos and D, S, Romine, 1967, Effects of recreational use on soil and moisture conditions in Rocky Mountain National PARK, Journal of soil and water conservation, 22: 196-7,**

**18- Farrel, T,A,, and J, L, Marion, 2002, Trail impacts and trail impact management related to ecotourism visitation at Torres del Paine National Park, Chile, Leisure/Loisir: Journal of the Canadian Association for Leisure Studies, 26: 31–59,**

**19- Femi, J, S,, T, Farmer and J, A, Zimmerman, 2001, Impacts of military vehicle training activities on vegetation: bidliography with abstracts, US Army Corps of Engineering (USACE), Engineering Research and Development (ERDC), Construction Engineering Research Laboratory (CERL), SR-01-17, Champaign, Illinois,**

**20- Green, D, M, 1998, Recreational impacts on erosion and runoff in a central Arizona riparian area, Journal of Soil and Water Conservation, 53: 38–42,**

**21- Grieve, I, C, 2001, Human impacts on soil properties and their implications for the sensitivityof soil systems in Scotland, Catena, 42: 361–374,**

**22- Groom, J, D,, L, B, McKinney, L, C, Ball and C, S, Winchell, 2007, Quantifying off-highway vehicle impacts on density and survival of a threatened dune-endemic plant, Biological Conservation, 135:119–134,**

**23- Gurevitch, J,, S, M, Scheiner and G, A, Fox, 2006, The ecology of plants, 2nd edn, Sunderland, MA, USA: Sinauer,**

**24- Hall, C, N, and F, R, Kuss, 1989, Vegetation alternation along trails in Shenandoah National Park, Virginia, Biological Conservation, 48: 211-27,**

**25- Harper-Lore, B, 2003, FHWA, Presentation at the National Roadside Vegetation Management Association 2003Conference, Spokane, Wash,, Oct, 6–8,**

**26- Hill, W, and C, M, Pickering, 2006, Vegetation associated with different walking track types in the Kosciuszko alpine area, Australia, Journal of Environmental Management, 78: 24–34,**

**27- Hylgaard, T, and M, J, Liddle, 1981, The effect of human hikers, motorcycles and horses in meadows and forests, Journal of applied ecology, 15: 451-7,**

**28- Incos Marine Ltd, 1976, Handbook of Weather in the Gulf General Climate data, Austral, Press, London, 101 p,**

**29- IUCN, 1987a, Saudi Arabia: An assessment of biotopes and management requirements for the Arabian Gulf, IUCN, Gland, Switzerland: 250 pp,**

**30- IUCN, 1987b, Saudi Arabia: An assessment of national coastal zone management requirements, MEPA/IUCN report, Gland, Switzerland: 41 pp**

**31- Kay, A, M,, Liddle, M, L, 1989, Impact of human trampling in different zones of a coral reefflat, Environmental Management 13 (4), 509–520,**

**32- Kissling, M,, Hegetschweiler, K, T,, Rusterholz, H, P, and B, Baur, 2009, Short-term and long-term effects of human trampling on above-ground vegetation, soil density, soil organicmatter and soil microbial processes in suburban beech forests, Applied SoilEcology 42, 303–314,**

**33- Kozlowski, T, T, 1999, Soil compaction and growth of woody plants, Scandinavian Journalof Forest Research, 14: 596–619,**

**34- Kuss, F, R, 1986, A review of major factors influencing plant response to recreation impacts, Environmental Management, 10: 637-50,**

**35- Kutiel, P,, Zhevelev, H, and H, Lavee, 2000, Coastal dune ecosystems: management for conservationobjective, III, Soil response to three vegetation types to recreational use, Journal of Mediterranean Ecology 1, 171–179,**

**36- Lavee, H,, S, Pariente and H, Zhevelev, 1995, Organic matter content characteristics, In: Proceeding on geopmorphic response of Mediterranean and arid areas to climate change, guide to Judean Desert climatological gradient excursion, Israel, May 13-22, 1995, P, 31-7,**

**37- Lei, S, A,, 2004, Soil compaction from human trampling, biking, and off-roadmotor vehicle activity in a black brush (Coleogyneramosissima) shrubland, Western North American Naturalist, 64: 125–130,**

**38- Liddle, M, 1997, Recreation Ecology, Chapman & Hall, London, 639 pp,**

**Lindborg, R, and O, Eriksson, 2004, Historical landscape connectivity affects present plant species diversity, Ecology 85: 1840-1845,**

**39- Loeppert, R, H, and Suarez, D, L, 1996, Carbonate and gypsum, In: Sparks, D,L, (ed,) Methods of soil analysis, Part 3, 3rd ed, Madison, WI: SSSA,ASA, pp, 437-474,**

**40- Lososova, Z,, M, Chytry, I, Kuhn, M, Hajek, V, Horakova, P, Pysek, and L, Tichy, 2006, Patterns of plant traits in annual vegetation of man-made habitats in central Europe, Perspectives in Plant Ecology Evolution and Systematics, 8:69–81,**

**41- Martin, K, and P, Coker, 1992, Vegetation description and analysis, Boca Raton, FL: CRC Press, pp, 363,**

**42- Mingyu, Y,, Hens, L,, Xiaokun, O, and R, D, Wulf, 2009, Impacts of recreational trampling on sub-alpine vegetation and soils in Northwest Yunnan, China, Acta EcologicaSinica29, 171–175,**

**43- Nelson, D, W, and L, E, Sommers, 1996,Total carbon, organic carbon and organic matter, In: Sparks D,L, (ed,): Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods Soil Science Society of America, Madison, 961–1011,**

**44- Pellissier, V, F, Roze, R, Aguejdad, H, Quenol and P, Clergeau ,2008, Relationships between soil seed bank, vegetation and soil fertility along an urbanization gradient, Applied Vegetation Science, 11:325–334,**

**45- Pickering, C, M, and W, Hill, 2007, Impacts of recreation and tourism on plant diversity and vegetation in protected areas in Australia, Journal of Environmental Management, 85: 791-800,**

**46- Price, A, R, G,, C, R, C, Sheppard and C, M, Roberts, 1993, The Gulf; Its biological setting, Mar, Poll, Bull, 27: 00-00,**

**47- Price, A,R,G,, T,W, Chiffings, T,J, Atkinson, and T, J, Wrathall, 1987, Appraisal of resources in the Saudi Arabian Gulf, Coastal Zone '87, Proceedings of the Fifth Symposium on Coastal Zone Management, Amer, Soc, Civ, Eng,, New York: 1031–1045,**

**48- Priskin, J, 2003, Physical impacts of four-wheel drive related tourism and recreation in a semi-arid, natural coastal environment, Oceans and Coastal Management 46: 127-155,**

**49- Rainwater, F, H, and L, L, Thatcher,1979, Methods of collection and analysis of water samples, Geological Survey Water-Supply Paper, No, 1454, Washington,**

**50- Rhodes, J, D, 1996, Electrical conductivity and total dissolved solids, In: Sparks D,L, (ed,): Methods of Soil Analysis, Chemical methods, Soil Science Society of America, Madison, 417–437,**

**51- Richard, L, A, 1954, Diagnosis and improvement of saline and alkali soils, USDA Handbook 60,Washington DC, 160 pp,**

**52- Rickard, C, A,, A, McLachlan and G, I, H, Kerley, 1994, The effects of vehicular and pedestrian traffic on dune vegetation in South Africa, Ocean and coastal management, 23: 23-225,**

**53- Roovers, P,, Verheyen, K,, Hermy, M, and H, Gulinck, 2004, Experimental trampling and vegetation recovery in some forest and heathland communities, Applied Vegetation Science, 7: 111–118,**

**54- Ros, M,, C, Garcia, T, Hernandez, M, Andres and A, Barja, 2004, Short-term effects of human trampling on vegetation and soil microbial activity, Communications in Soil Science and Plant Analysis 35 (11–12), 1591–1603,**

**55- Rumba, K, E,, Hoare, J, R, L,, Davey, S, M,, Ryan, M, W, and Stephens, M, 2001, The Achievement Cycle- Integrating Management Systems, Criteria and Indicators and Forest Certification Standards for Achieving Sustainable Outcomes,**

**56- In Forests in a Changing Landscape, pp 365-73, Common wealth Forestry and Institute of Foresters of Australia Conference, Fremantle, Western Australia,**

**57- Sarah, P, and H, M, Zhevelev, 2007, Effect of visitors' pressure on soil and vegetation in several different micro-environments in urban parks in Tel Aviv, Landscape and Urban Planning, 83: 284–293,**

**58- Sheppard, C, R, C, 1993, Physical environment of the Gulf relevant to marine pollution stresses: an overview, Mar, Bollut, 27: 3-8,**

**59- Sheppard, C, R, C, and A, R, G, Price, 1991, Will marine life survive in the Gulf? New Sci, 1759: 36-40,**

**60- Sheppard, C, R, C,, A, R, C, Price and C, M, Roberts, 1992, Marine ecology of the Arabian region: Patterns and processes in extreme tropical environments, Academic Press, London,**

**61- Short, J, R,, Fanning, D, S,, Mcintosh, M, S,, Foss, J, E, and J, C, Patterson, 1986, Soils of the mall inWashington, D,C: I, Statistical summary of properties, Soil Science Society of America Journal, 50: 699–704,**

**62- Soderstrom, B,, B, Svensson, K, Vessby and A, Glimskär, 2001, Plants, insects and birds in semi-natural pastures in relation to local habitat and landscape factors, Biodiversity and Conservation 10: 1839-1863,**

**63- Sun, D, and M, J, Liddle, 1993, Morphological characteristics and resistance to simulated trampling, Environmental management, 17: 511-21,**

**64- Talbot, L, M,, Turton, S, M, and A, W, Graham, 2003, Trampling resistance of tropical rainforestsoils and vegetation in thewet tropics of North east Australia, Journal of Environmental Management, 69: 63–69,**

**65- Thomas, G, W, 1996, Soil pH and soil acidity, In: Sparks, D, L, (ed,) Methods of soil analysis, Part 3,3rd ed, Madison, WI: SSSA, ASA, pp, 475–490,**

**66- Thompson, L, M, C, and T, A, Schlacher, 2008, Physical damage to coastal foredunes and ecological impacts caused by vehicle tracks associated with beach camping on sandy shores: a case study from Fraser Island, Australia, Journal of Coastal Conservation12:67–82,**

**67- Tisdall, J, M, 1982, Organic matter and water-stable aggregates in soils, Journal of soil science, 33: 141-63**

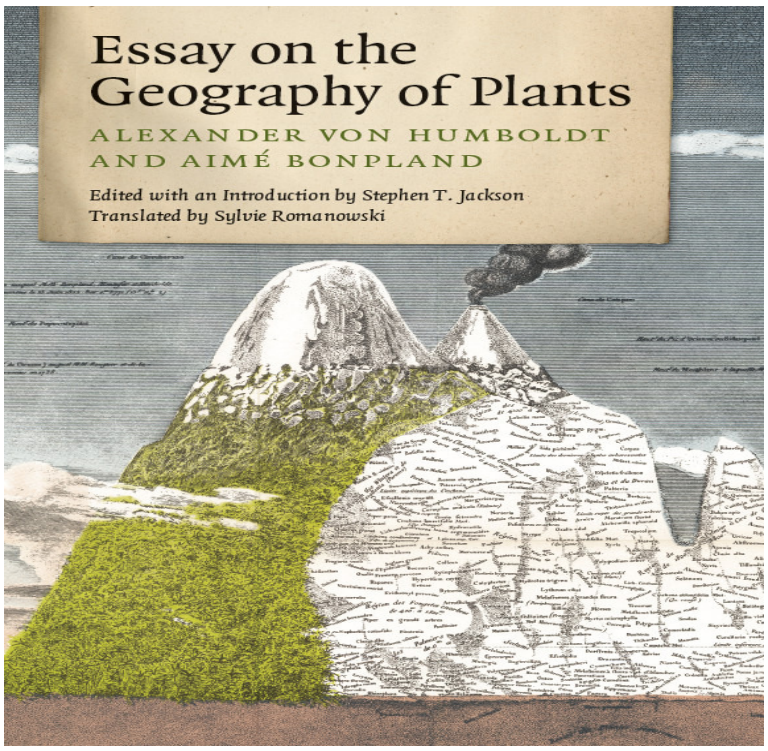
**68- Tremlova, K, and Z, Munzbergova, 2007, Importance of species traits for species distribution in fragmented landscapes, Ecology 88: 965-977,**

**69- Williams, J, W,, B, N, Shuman, T, Webb, P, J, Bartlein, and P, L, Leduc ,2004, Late-quaternary vegetation dynamics in North America: Scaling from taxa to biomes, Ecol, Monogr, 74: 309–334,**

**70- World Meteorological Organization, 2012,Provisional Statement on the State of Global Climate in 2012, https://www,wmo,int/pages/ mediacentre/,,,/966_WMOstatement,pdf,**

**71- Young, J, A,, R, A, Evans, L, B, Kay, R, E, Owen and J, Budy, 1981, Collecting, Processing and germinating seeds of western wildland plants, US Department of Agriculture, Science Education Administration, Agricultural Reviews and Manuals, ARM-W3,**

**72- Yuksek, T, 2009, Effect of visitor activities on surface soil environmental conditions and aboveground herbaceous biomass in Ayder Natural Park, Clean, 37: 170–175,**


Essay on the
Geography of Plants
ALEXANDER VON HUMBOLDT
AND AIMÉ BONPLAND
Edited with an Introduction by Stephen T. Jackson
Translated by Sylvie Romanowski