

**تقييم شدة الانجراف الريحي وفق المنهجية الروسية ( Smirnova, )  
 (1985) ومراقبة حركة الرمال بالاستعانة بالاستشعار عن بعد  
 لأراضٍ في البادية السورية (منطقتي كباجب والهربيشة)**

د. لبنى البشي 3

د. يونس ابريس 2

د. محمود عسكرا

**الملخص**

تناول البحث محاولة أولية لتقييم درجة تعرض التربة للانجراف الريحي، في منطقة شرق البادية السورية باستعمال منهجية (Smirnova, 1985) لبوادي شمال كازاخستان، الذي يعتمد على التغيرات المورفولوجية لسطح التربة الناجمة عن عملية الانجراف الريحي بدراسة (114) موقعا امتدت من منطقة كباجب وحتى قصر الحير الشرقي. و تمت الاستعانة بنظام المعلومات الجغرافي (برنامج ArcView3.2) في إدخال بيانات التقييم للحاسب وعرض نتائج التقييم على شكل شرائح. بينت نتائج التقييم أن شدة الانجراف الريحي للأراضي المدروسة تتوزع مساحاتها كالآتي: 60% تقع تحت الانجراف الخفيف وتكون الرمال المنقولة بشكل أكمات صغيرة، 16% تقع تحت الانجراف المتوسط وتكون الرمال المنقولة بشكل أكمات، 3% تقع تحت الانجراف القوي وتكون الرمال المنقولة تكون بشكل أكوام، 1% تقع تحت الانجراف القوي جداً وتكون الرمال المنقولة تكون بشكل أكوام كبيرة، و 20% غير معرضة للتدهور. كما أن محاولة مراقبة حركة الرمال باستخدام الصور فضائية للعامين 2007، 2008 أظهرت أن نسبة المساحة المغطاة بالرمال ترتبط بفترات الجفاف، وقد وصلت لنحو 67% عام 2008 من مجموع المساحة المدروسة.

الكلمات المفتاحية: درجة الانجراف الريحي. مراقبة حركة الرمال، الاستشعار عن بعد

- 1- أستاذ في قسم التربة واستصلاح الأراضي كلية الزراعة - جامعة الفرات  
Professor ,Soil Dept , Faculty of Agriculture , Al Fourat University
- 2 - مدير الدراسات الزراعية والعمرائية والبيئية الهيئة العامة للاستشعار عن بعد  
Director of Agricultural ,Environmental & Urban Studies , General Organ ,of Remote Sensing
- 3- دكتوراه في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية  
Doctor in Commission for Scientific Agricultural Research

### المقدمة:

يُعد تدهور الأراضي مشكلة اقتصادية واجتماعية وبيئية كبيرة تثير قلق بلدان كثيرة في جميع أقاليم العالم، ومنها المنطقة العربية التي تقع أراضيها في المنطقتين الجافة وشبه الجافة وتهدد الأمن الغذائي لهذه الدول. وتعتبر عملية الانجراف الريحي من أهم عمليات تدهور التربة في المناطق الجافة وشبه الجافة (Ali 1988)(Chikhaoui 2005) (Hai et al 2009) وتحدث عملية الانجراف الريحي عندما تكون سرعة الرياح أعلى من العتبة الحرجة لحدوث عملية تحريك حبيبات التربة، ويكون سطح التربة غير مغطى بالنباتات (Fryrear et al 1999).

تُظهر خريطة تدهور الترب في سورية أن 18 % من مساحة البلاد تتأثر بنوع أو بأخر من أنواع التدهور وبدرجات متفاوتة. وفيما يتعلق بالتعرية الريحية فإن 25 % من مجموع أراضي البادية تتأثر بهذه الظاهرة (أكساد 1991).

عُرفت البادية السورية على الدوام بأنها واحدة من أكثر البوادي العربية غناءً بالغطاء النباتي الرعوي على مر القرون (أكساد 1996). وفي منتصف الثمانينات تمّ التوسع في الزراعة البعلية في كافة مناطق البلاد ولم تستثن البادية من ذلك رغم عدم ملائمتها لهذا النوع من الاستثمار. وتُشير تقارير وزارة الزراعة (Ministry of Agriculture and Agrarian Reform .S.A.R. 1994) إلى أن المساحة المزروعة بعلًا في البادية قد ازدادت من 36000 هكتار عام 1982 إلى 218000 هكتار عام 1985 لتصل إلى 552000 هكتار في عام 1990. وأدت هذه الممارسات

الخاطئة والمتمثلة بفلاحة البادية في شدة تكرارية العواصف الغبارية وظهور المسطحات الرملية.

بينت دراسة تكرارية وشدة العواصف الترابية خلال الفترة 1982-1996 المتزامنة مع الفترة التي شهدت توسعاً في مساحة الأراضي المغلوجة في البادية أن هناك زيادة واضحة في تكرارية العواصف الترابية في شرق البادية السورية بلغ عدد العواصف الغبارية وسطياً 14 عاصفة في عامي 1984 و1987 (العسكر 1999).

كما أكدت التقارير المناخية زيادة واضحة في عدد العواصف الغبارية خلال الأعوام 2006-2007-2008 وبلغت ذروتها في عام 2008 حيث وصل عددها 115 عاصفة غبارية في السنة (مديرية الأرصاد الجوية). إن عدد العواصف الغبارية الذي يتزايد من عام لآخر يدل أن أراضي المنطقة في تدهور مستمر بسبب عملية الانجراف الريحي . ونظراً إلى تشابه الظروف البيئية والأرضية للبادية السورية مع شمال كازاخستان، فقد تم اختيار المنهجية الروسية ( Smirnova 1985) المستخدمة في بوادي تلك المنطقة، مع الاستعانة بالاستشعار لبيان درجة تعرض المنطقة للانجراف الريحي.

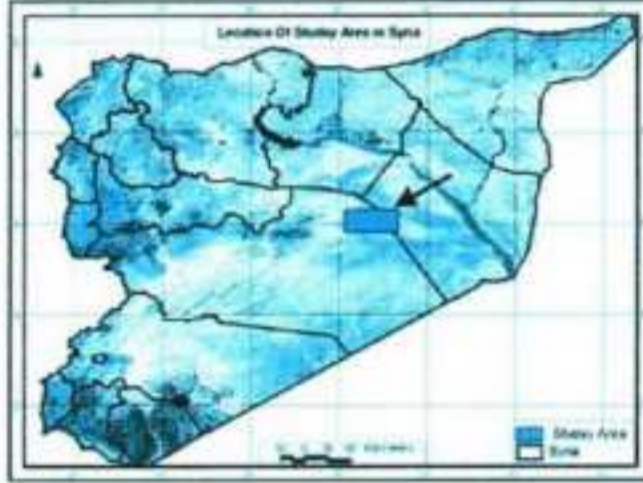
#### الهدف من البحث :

- 1- تقييم حالة تدهور الأراضي بالانجراف الريحي وفق المنهجية الروسية (Smirnova 1985).
- 2- إعداد خريطة لمستويات تدهور أراضي المنطقة المدروسة بالانجراف الريحي وفق المنهجية المتبعة و باستعمال نظام المعلومات الجغرافي.
- 3- استخدام الاستشعار عن بعد لمراقبة حركة الرمال.

#### الظروف الطبيعية:

تقع المنطقة المدروسة في شرق البادية السورية الواقعة بين محافظة دير الزور

وحمص، حيث تمتد من منطقة كباجب الى قصر الحير الشرقي، على يمين طريق دير الزور - دمشق . يبلغ طول منطقة الدراسة حوالي 55 كم وعرضها 27 كم وتشكل مساحة قدرها 148145.05هكتار، تتعرض منذ فترة طويلة للتدهور بالانجراف الريحي، وتعتبر من المناطق الساخنة للعواصف الرملية الشكل (1)



الشكل 1 . يبين حدود المنطقة المدروسة

تتصف البادية السورية بقلة أمطارها وعدم انتظامها، حيث يبلغ المعدل السنوي للأمطار 163.2 - 200 مم، أما خلال تنفيذ البحث فكانت كمية الأمطار دون المعدل العام مما أدى إلى زيادة معدلات الانجراف الريحي (الجدول،1) (تقارير المعطيات المناخية لمحطة المريعية- دير الزور للأعوام 2006-2007-2008).

الجدول 1 . يبين معدلات الأمطار لأعوام الدراسة

2008-2007	2007-2006	2006-2005	العام
37	138.5	137.5	معدل الأمطار / مم

بعد عنصر الرياح من أهم عناصر المناخ المؤثرة في عملية الانجراف الريحي، ومن أهم خصائص الرياح المؤثرة في عملية الانجراف الريحي سرعة واتجاه الرياح، ومن المعلوم أن الرياح السائدة في البادية السورية الرياح الغربية والشمالية الغربية في شهر أيار وحتى أيلول وهي الرياح المسببة للعواصف الغبارية المحلية، ويصل

متوسط السرعة العظمى في المنطقة لنحو 14م/ثا خلال عام 2005-2006 (تقارير المعطيات المناخية، 2005-2006) (الجدول، 2).

الجدول 2 . يبين متوسط سرعة الرياح الشهرية م/ثا خلال عام ( 2005-2006 )

السنة	كانون الثاني	شباط	آذار	أبريل	مايو	يونيو	تموز	أب	أيلول	تشرين الثاني	كانون الأول
2005-2006	7	8	13	11	10	13	14	13	9.3	3	5

أظهر المسح الحقلّي للغطاء النباتي سيادة مجتمع الرمث *Haloxylon salicornicum* والنيتون *Haloxylon articulatum* في غالبية المواقع المدروسة، وخاصةً الموجودة في منطقة كباجب والهريشة. واختفى الشيح الأبيض *Artimisia herba alb*، والروثا *Salsala vermiculata*، والهريك *Achillea mambranace*، أما عند الانتقال لمنطقة قصر الحير فيبدأ ظهور السلماس *Artimisia scoparia*، والقناد الشوكي *Astragalus spinosus* بالإضافة لوجود الرمث ولكن بكثافة أقل (البشي، 2010).

### 3- مواد وطرائق البحث:

1- تقدير شدة الانجراف الريحي في المنطقة باستخدام منهجية Smirnova (1985) التي تعتمد على التغيرات المورفولوجية لسطح التربة الناجم عن عملية الانجراف الريحي الجدول (3) .

الجدول - 3- يبين معايير منهجية Smirnova (1985)

درجة الانجراف	% المساحة الكلية المغطاة بالرمل						سك طبقة الرمال المنقولة /سم باسم	التضاريس تخلفها التي التعرية
	غير متعرية	خفيفة	متوسطة	قوية	قوية جداً	عالية جداً		
خفيفة	25-50	50-75	-	-	-	-	5-10	أكمة صغيرة
متوسطة	-	25-40	50-75	0-10	-	-	10-25	أكمة
قوية	-	10-20	10-20	50-75	0-10	-	25-50	أكوام
قوية جداً	-	5-10	5-10	10-20	50-75	5-10	50-100	أكوام كبيرة
عالية جداً	-	-	5-10	10-20	10-20	50-75	100-200	تلال
							300-200	كثبان
							<300	كثبان

2 - إجراء مسوحات حقلية لتحديد نسبة التغطية بالرمال وسماكة الرمال مع تحديد نوعية التضاريس الرملية من جميع المواقع التي بلغ عددها 114 موقعا.

3 - جمع عينات ترابية سطحية على عمق حوالي 10سم من جميع وإجراء عملية تحليل ميكانيكي بطريقة الماصة لجميع العينات المدروسة. حيث بيّنت نتائج التحليل بعد توقيع النسب المئوية لكل من الرمل والصلت والطين على مثلث القوام أن قوام التربة السائد هو لومي رملي ثم لومي. ويبين الجدول (4) متوسطات نتائج التحليل الميكانيكي لمناطق كباجب و الهريشة وقصر الحير الشرقي.

الجدول 4 . يبين متوسط نتائج التحليل الميكانيكي للمناطق المدروسة

الموقع	رمل (%)	صلت (%)	طين (%)
كباجب	64.94	19.96	15.1
الهريشة	76.81	11.89	11.3
قصر الحير	78.92	8.6	12.48

4-إدخال المعطيات الحقلية إلى قاعدة بيانات باستعمال نظام المعلومات الجغرافي GIS وبرنامج ArcView 3.2 لإجراء الدراسات التالية:

- تقدير المساحة المقابلة للظواهر المدروسة: بحل السمات Dissolve وهي عملية إعادة للتصنيف حيث تقوم بإزالة الحدود بين المضلعات ذات القيم المشابهة حسب الحقل المختار.
- تنفيذ المعالجة المكانية Geoprocessing التي تسمح بإظهار العلاقات المكانية بين الأهداف والظواهر المنتشرة في حيز جغرافي معين، والعملية المنطقية المستخدمة AND و تعني حاصل تقاطع Intersect شريحتين Themes تمثلان ظاهرتين منفصلتين تنتشران في حيز جغرافي واحد. وبالتالي فإن التحليل المكاني بالاعتماد على AND يظهر المساحات التي تنتشر فيها الظاهرتين معاً (بهجت وآخرون، b، 2006).

- استخدام الصور الفضائية Aster 2006 ، ALSAT 2007 صور التابع

الصنعي الجزائري، في إعداد خريطة انتشار الرمال باستخدام التصنيف المراقب Supervised classification بتحديد البصمة الطيفية Signature للرمال وتصنيف الصورة إلى مناطق فيها رمال ومناطق خالية من الرمال وحولت الصورة المصنفة إلى شريحة باستخدام GIS (إبريس 2006b).

### 3- النتائج والمناقشة :

بينت المعاينة الحقلية الأولية للمنطقة أن هناك عملية نشطة للانجراف الريحي، ولتقدير شدة الانجراف الريحي في المنطقة وفق منهجية Smirnova (1985) تمّ دراسة المؤشرات الآتية : نسبة المساحة المغطاة بالرمال، سماكة الرمال المنقولة، شكل التضاريس التي تخلقها الرمال المنقولة، كما تمّ إدخال نتائج المسوحات الحقلية للمواقع المدروسة إلى قاعدة البيانات باستعمال نظام المعلومات الجغرافي GIS برنامج ArcView 3.2، وتقدير المساحة بطريقة التنقل عكس المسافة Inverse distance wighted (IDW).

بينت نتائج التقييم حسب نسبة المساحة المغطاة بالرمال وفق Smirnova في المنطقة المدروسة الجدول (5) أن شدة الانجراف الريحي تتوزع في المنطقة المدروسة كالآتي:

الجدول - 5- يبين شدة الانجراف الريحي حسب نسبة المساحة المغطاة بالرمال

المجموع	شدة الانجراف الريحي حسب نسبة المساحة المغطاة بالرمال				المساحة
	خفيفة	متوسطة	قوية		
124441.842	96294.2825	23703.208	2962.901	1481.4505	مكافئ
84	65	16	2	1	%

كما بينت نتائج التقييم أن درجة الانجراف الريحي حسب سماكة الرمال المتراكمة والناجمة عن عملية الانجراف الريحي وفق Smirnova الجدول (6) تتوزع في المنطقة المدروسة كالآتي:

الجدول - 6 - يبين المساحات المتدهورة بالانجراف الريحي حسب ارتفاع الرمال

المجموع	شدة الانجراف الريحي حسب ارتفاع الرمال			المساحة
	خفيفة	متوسطة	قوية	
133330.545	90368.4805	35554.812	5925.802	هكتار
90	61	24	4	%

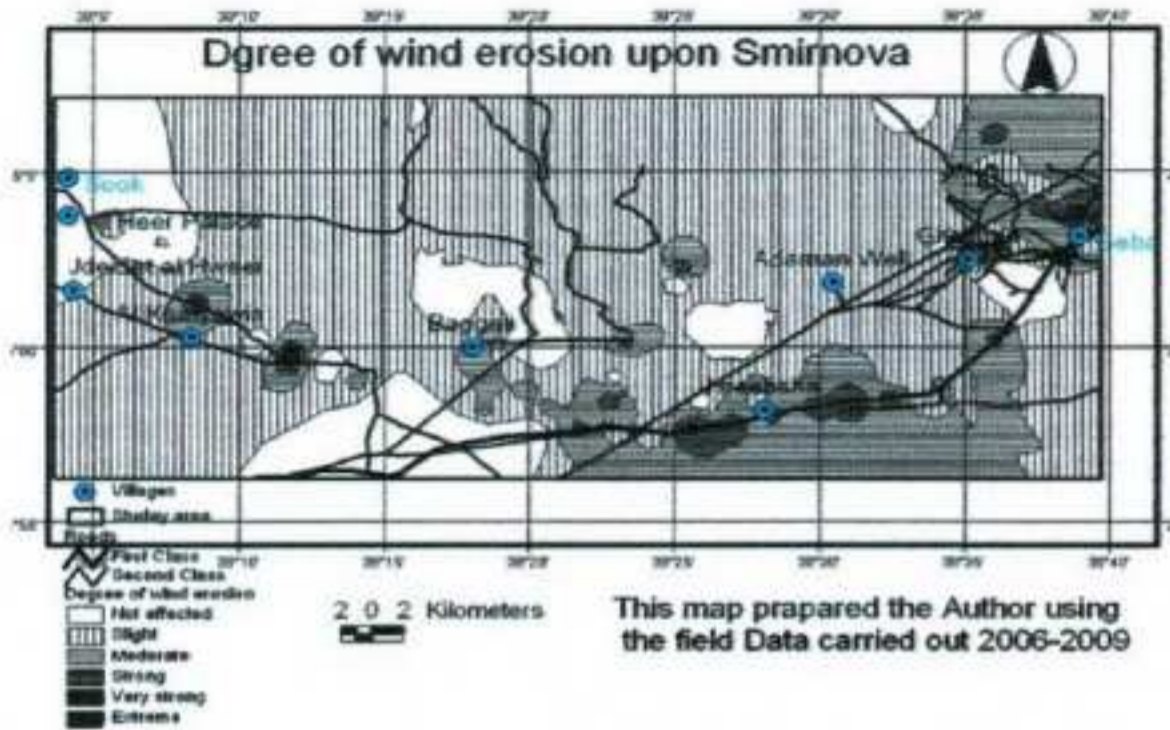
أما نتائج تقييم درجة الانجراف الريحي حسب التضاريس التي تخلفها التعرية الريحية وفق Smirnova الجدول (7) فإنها تتوزع في المنطقة المدروسة كالآتي:

الجدول - 7 - يبين مساحة التضاريس التي تخلفها التعرية الريحية

المجموع	التضاريس التي تخلفها التعرية الريحية			المساحة
	كئة صغيرة	كئة	كولم	
131849.0945	87405.5795	38517.713	5925.802	هكتار
89	59	26	4	%

ولبيان العلاقة ما بين مؤشري ارتفاع الرمال المنقولة ونسبة المساحة التي تغطيها هذه الرمال ودرجة الانجراف الريحي توجهنا إلى تنفيذ عملية تقاطع بين شريحتي نسبة المساحة المغطاة بالرمل المنقولة وارتفاع الرمال المنقولة، كما تم تنفيذ عملية تقاطع أخرى بين شريحتي درجة الانجراف حسب نسبة المساحة المغطاة بالرمل المنقولة وارتفاعها و التضاريس التي تخلفها الرمال المنقولة للحصول على درجة الانجراف الريحي وفق معايير منهجية Smirnova الشكل (2).





الشكل رقم (2) تبين شدة الانجراف الريحي وفق منهجية Smirnova بينت نتائج التقييم وفق الخريطة الموضحة في الشكل(2) أن درجة الانجراف الريحي وفق منهجية Smirnova الجدول (8) تتوزع في المنطقة المدروسة كالآتي :

الجدول - 8- بين المساحات المتدهورة بالتعرية للريحية وفق منهجية Smirnova

المجموع	شدة الانجراف الريحي وفق منهجية Smirnova				المساحة هكتار
	خفيفة	متوسطة	قوية	قوية جدا	
131849.0945	88887.0	38517.713	4444.3515	1481.4505	
80	60	16	3	1	%

- نحو 60% من المساحة المدروسة تقع تحت الانجراف الخفيف وتكون الرمال المنقولة بشكل كمات صغيرة.

- نحو 16% من المساحة المدروسة تقع تحت الانجراف المتوسط وتكون الرمال المنقولة و تكون بشكل كمات.

- نحو 3 % من المساحة المدروسة تقع تحت الانجراف القوي وتكون الرمال المنقولة تكون بشكل أكوام.

- نحو 1 % من المساحة المدروسة تقع تحت الانجراف القوي جداً وتكون الرمال المنقولة تكون بشكل أكوام كبيرة وتلال.  
حركة الرمال:

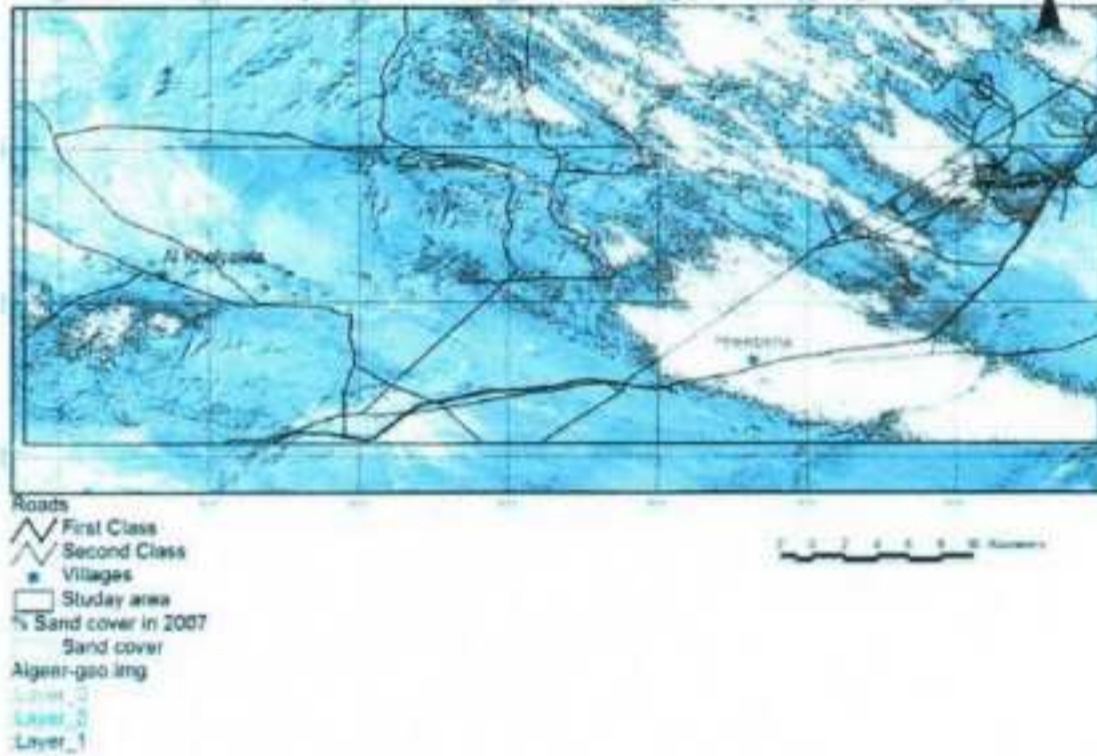
تعتمد حركة الرمال على العديد من العوامل من أهمها درجة ثباتية التربة، خشونة السطح، الجفاف، سرعة الرياح والغطاء النباتي (El hag,1993). وتحدث حركة الرمال نتيجة نقل مكونات التربة في الموقع، وخارج الموقع بفعل النقل والترسيب بواسطة الرياح Eolian. وإذا ما صادفت هذه الرمال أي عائق طبيعي أو صناعي في طريقها، فإنها تبدأ بالترسيب والتراكم خلف العوائق مشكلة ما يعرف بالأظلة الرملية. ومحاولة لمراقبة حركة الرمال في المنطقة المدروسة، تم استخدام الصورتين الفضائيتين الملتقطة في شهر آب للعامين 2007، 2008 الشكل (3،4). حيث أظهر تحليل الصورتين الفضائيتين النتائج الآتية:

١. أن حركة الرمال مستمرة من الشمال إلى الجنوب باتجاه حركة الرياح.  
٢. أن المساحة المغطاة بالرمال تتغير من عام لآخر، حيث بلغت مساحة التغطية 38361 هكتار عام 2007، وازدادت في عام 2008 لتصل لحوالي 109999 هكتار أي غطت حوالي 67 % من المساحة المدروسة، أي ازدادت مساحة التغطية بالرمال في عام 2008 بمقدار أكثر 3 مرات مقارنةً بنسبتها في عام 2007.

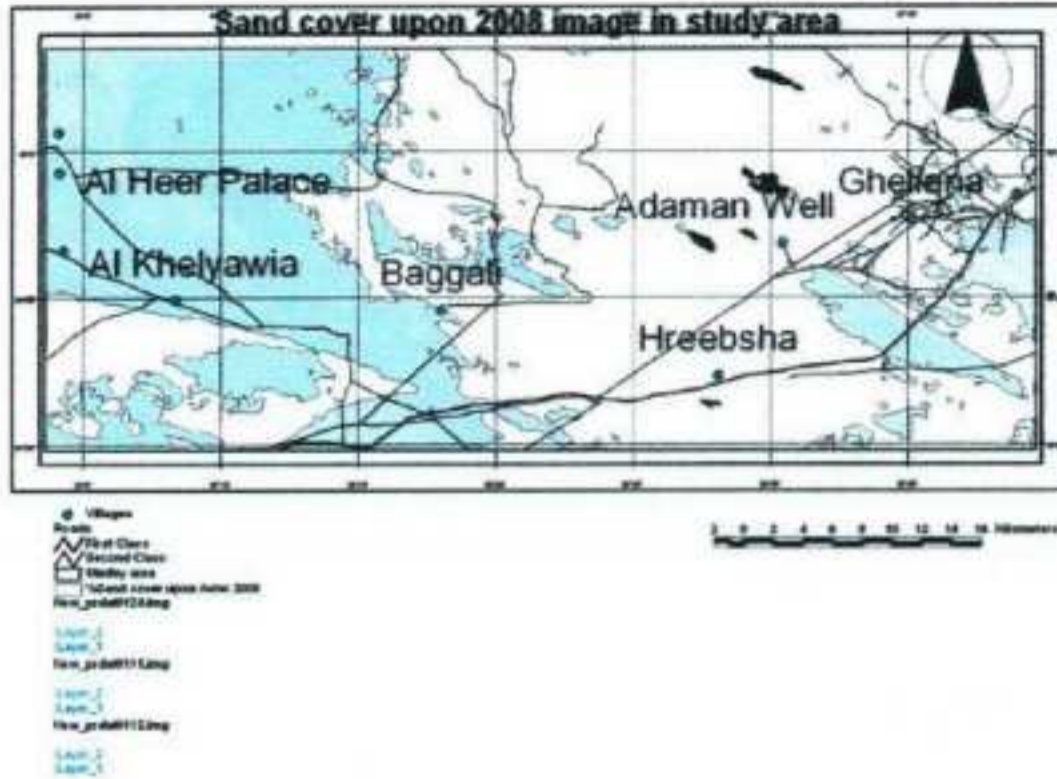
٣. يعتبر عامل الجفاف العامل الأهم في زيادة نشاط حركة الرمال ونسبة التغطية بالرمال من المساحة الكلية (راجع المعطيات المناخية للأعوام المدروسة) وبخاصةً عام 2008 حيث لم يتجاوز معدل الأمطار في هذه السنة 38 ملم/السنة. كما تلعب العوامل الاجتماعية والاقتصادية أيضاً دوراً في تدهور التربة في المنطقة . وتتمثل بالممارسات الخاطئة للانسان كالحراثة والرعي والاحتطاب.

وفي دراسة سابقة لرصد التغيرات التي تطرأ على نسبة التغطية بالرمال في منطقة جبل البشري عام 1985 ولغاية 1993 ولمساحة تبلغ مليون هكتاراً، وجد أن هناك زيادة في نسبة المساحة المغطاة بالرمال وصلت إلى 374.89 هكتار. وبلغت مساحة الأراضي المتدهورة بالفلاحة هكتار 34000 (أكساد 2006).

Sand cover upon Al sat 2007 image in study area



الشكل رقم (3) المساحة المغطاة بالرمال عام 2007



الشكل رقم (4) المساحة المغطاة بالرمل عام 2008

#### الاستنتاجات:

1. بينت المعطيات الرقمية لنتائج تقييم الأراضي المدروسة وفق المنهجية الروسية (Smirnova 1985) أن مستويات التدهور تتوزع على النحو التالي: 4% قوية، 16% متوسطة و 60% بدرجة خفيفة و 20% غير معرضة للتدهور.
2. أظهرت نتائج تحليل الصور الفضائية للعامين 2007، 2008 تأثير عامل الجفاف على شدة الانجراف الريحي من خلال زيادة نسبة التغطية بالرمل، حيث زادت مساحة التغطية بالرمل في عام 2008 بمقدار أكثر 3 مرات مقارنةً بنسبتها في عام 2007.

#### المقترحات

لإدارة الأراضي المدروسة نقترح الإجراءات الميدانية التالية:

١. تثبيت الرمال المتحركة بتطبيق التقنيات العالمية المعروفة، ويعتبر التثبيت البيولوجي (الطرق الزراعية) أفضل وسيلة لمقاومة تأثير الرياح لفترة طويلة، كما تعمل أيضاً على تحسين بيئة التربة.

### المراجع

- أكساد، 1991 - خريطة تدهور الأراضي
- أكساد، 1996 - حالة التصحر في الوطن العربي ووسائل وأساليب مكافحته، جامعة الدول العربية، برنامج الأمم المتحدة للبيئة .
- أكساد ، 2006 - التقرير النهائي لمراقبة ومكافحته في جبل البشري، دمشق.
- البشي لبنى، 2010- تقييم حالة تدهور الأراضي بالانجراف الريحي بالاستعانة بالاستشعار عن بعد لأراضي في البادية السورية (سهول قصر الحير الشرقي) ، أطروحة أعدت لنيل درجة الدكتوراه في الهندسة الزراعية، كلية الزراعة بدير الزور، جامعة الفرات، 138 صفحة .
- بهجت محمد؛ الرئيس يونس a، 2006 - نظم المعلومات الجغرافي GIS المجلد الأول المفاهيم ودليل استخدام Arc View GIS 3.2 دمشق، الطبعة الأولى، 280 صفحة.
- بهجت محمد؛ الرئيس يونس b، 2006 - نظم المعلومات الجغرافي GIS المجلد الثاني دليل استخدام المتقدمين Arc View GIS 3.2، دمشق، الطبعة الأولى، 170 صفحة.
- تقارير المعطيات المناخية لمحطة المريجة- دير الزور للأعوام 2006-2007-2008 .

- عسكر محمود 1999- دراسة تكرارية العواصف الغبارية وعوامل ظهورها في البادية السورية، مجلة بحوث جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد ( 15 ) : ( 157-165).

- مديرية الأرصاد الجوية، تقارير المعطيات المناخية 2006؛ 2007 ؛ 2008 - ، قسم المناخ .

-ALL, T., 1988- **Extent, severity and causative factors of land degradation in the Sudan** . Volume 38, , *Journal of Arid Environments* , 1998, 397-409.Issue 3

- Chikhaoui M.; Bonn F.; Bokoye A.; Merzouk A .; 2005- **A land degradation mapping using ASTER data: spectral index for International Application to a semi-arid Mediterranean catchment** . *Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Volume 7, Issue 2, August, Pages: 140-153.

-EL Hag M.,1993-**Use of Remote Sensing In Assessment of Wind Erosion(N. kordofan State)** ندوة التصحر في منطقة مجلس التعاون لدول الخليج العربي،البحرين.

-Fryrear D.W. ; Sutherland P.L. ; Davis G.; Hardee ; G. Dollar .M.: 1999- **Wind erosion estimates with RWEO and WEQ** .10 th *International soil Conservation Organization Meeting, held May 24-29 , Unversity and the USDA –ARS National Soil Eorsion Research Labaratory.*

-Hai c.x .; Liu B.; Zhao Y.; Du P.; Jiang x.; Zhou R.; Wang J.; 2009- **A New Instrument for Testing Wind Erosion by Soil Surface Shape Change**. *Applied and Environmental Soil Science*, Volume2009,16July2009

- **Ministry of Agriculture and Agrarian Reform .S.A.R., 1994- The Agriculture in figure ( 1970 -1992 ) , 127 p ( in Arabic) .**

-SMIRNOVA L.F. 1985- **Wind Erosion of Soil** ,Moscow , 135 .

## **Assessment of degree Wind Erosion using the method of (Smirnova 1985) and remote sensing in Syrian Badia**

**(Kabgeb ,Hreebsha)**

The study deals with assessment of land degradation by wind erosion in Syrian Badia, using remote sensing, and method of degree of wind erosion (Smirnova 1985).

This study includes (114 ) observation points distributed in Syrian Badia from Kabgeb to Oriental Al Heer Palace plains. We leading in the data to computer and expose the assessment results as themes using Geographic Information System, Arc View3.2 program .

Smirnova method depend on field description characters, and the results shows four degrees of degradation by wind erosion , distribute in study area incoming: 60 % are slight degradation and eolian sand are as small hillock ,16 % are moderate degradation, and eolian sand are as hillock , 3% are strong degradation and eolian sand are as heap , 1% are severe degradation and eolian sand are as big heap, and 20% are not degradation.

An attempt to observation the advancement of eolian sand by using images for tow periods 2007 and 2008, show difference in sand area from one period to another, where reaches in 2008 to 67% of all area.

Key word : degree of wind erosion, remote sensing, observation the advance of sand.