

## دراسة وتقدير قوام التربة السطحية في منطقة مختارة من البادية السورية باستخدام البيانات الاستشعارية والحقلية

عمر عبد الرزاق<sup>(1)</sup> - هاني محمد إبراهيم<sup>(2)</sup> - وفاء العسكر الهفل<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> أستاذ في قسم الأراضي - كلية الهندسة الزراعية - جامعة الفرات.

<sup>(2)</sup> دكتور في الهيئة العامة للاستشعار عن بعد - دمشق.

<sup>(3)</sup> طالبة دكتوراه في قسم الأراضي - كلية الهندسة الزراعية - جامعة الفرات

### المخلص:

إن الفهم الدقيق للتوزع المكاني والتغيرات الحاصلة في قوام التربة السطحية أمر ضروري لتخطيط استعمالات الأراضي والأنشطة الأخرى المتعلقة بإدارة الزراعة وحماية البيئة. تم في هذه الدراسة استخدام صور LANDSAT 8 و LANDSAT 5 لاشتقاق مجموعة من الدلائل الطيفية، إضافة لاستخدام نموذج الارتفاع الرقمي لاشتقاق مجموعة من الدلائل الطبوغرافية ذات الصلة بقوام التربة، كما تم استخدام مجموعة كبيرة من البيانات الحقلية الخاصة بقيم الرمل والسلت والطين المتزامنة مع تواريخ الصور الفضائية لاشتقاق معادلات الانحدار الخطي المتعدد بطريقة Multiple Stepwise Regression لتحديد التوزع المكاني للرمل والطين والسلت في ترب منطقة الدراسة والتي تُعد جزءاً من البادية السورية وتتوزع بين محافظتي دير الزور وحمص ليصار فيما بعد لتحديد قوام التربة باستخدام مثلث القوام الأمريكي. تم دراسة التغيرات الحاصلة على قوام التربة السطحية في منطقة الدراسة منذ العام 2003 وحتى 2022 بفارق زمني ثلاثة سنوات، حيث بينت الدراسة فعالية استخدام طريقة الانحدار الخطي المتعدد، والبيانات الاستشعارية المختلفة في اشتقاق معادلات تنبؤية بنسب الرمل ونسب الطين على فترات زمنية مختلفة لدراسة التغيرات الحاصلة في قوام التربة السطحية في ترب المنطقة المدروسة.

**كلمات مفتاحية:** قوام التربة، الصور الفضائية، الانحدار الخطي المتعدد، البادية

السورية، الاستشعار عن بعد

## المقدمة والدراسة المرجعية:

يُعد الحصول على معلومات جغرافية مكانية دقيقة وحديثة عن خصائص ومكونات الترب من الأمور الهامة والأساسية للتعامل مع التحديات العالمية والإقليمية بما يخص مواضيع تدهور الأراضي وانعدام الأمن الغذائي وندرة المياه وتغيرات المناخ (McBratney وزملائه، 2014; Zhang وزملائه، 2017)، وهذه المشاكل مرتبطة بصورة مباشرة بوظائف التربة و لا سيما الإنتاجية الزراعية، وفقدان التنوع البيولوجي، وتوفير المياه (Koch وزملائه، 2013)، حيث أن إنتاج خرائط تربة دقيقة وموثوقة أمر لا غنى عنه في إدارة الأحواض المائية (Pinheiro وزملائه، 2018)، وفي إدارة المراعي والبيئة الطبيعية (Hosseini وزملائه، 2014). وفقاً لكل من (Robinson وزملائه، 2019) فإنه وفي معظم الحالات فإن دراسات التربة تتطلب أموالاً طائلة وجهوداً كبيرة، ولذلك لا تمتلك معظم المؤسسات تمويلاً كافياً لتنفيذ هذه المشاريع، ونتيجة لذلك فقد ازدادت الميول والخطط لإعداد خرائط رقمية لخصائص التربة المختلفة. تم خلال العقدين الماضيين استخدام الصور الفضائية الاستشعارية للترب الخالية من الغطاء النباتي (العارية)، إضافة للانعكاسية الطيفية Spectral Reflectance لعينات التربة بنجاح كبير للحصول على تقدير دقيق وسريع لخصائص التربة (D Acqui وزملائه، 2010) حيث أشارت الدراسات (Sullivan وزملائه، 2005) إلى وجود ارتباط معنوي بين قوام التربة والانعكاس الطيفي في المجال المرئي وتحت الأحمر من الطيف الكهرومغناطيسي (400 - 2500 نانومتر) و تبعاً لذلك فإنه يمكن استخدام قياسات انعكاسية التربة لتقدير قوام التربة بطرق إحصائية مثل الانحدار الخطي التدريجي Stepwise Linear Regression والمربعات الصغرى الجزئية Partial Least Squares. أشار كل من (Khalil وزملائه، 2016) في دراسة لتقييم العلاقة بين قيم الانعكاسية الطيفية لصور LANDSAT 8 OLI وبعض متغيرات التربة باستخدام طريقة تحليل انحدار المربعات الصغرى العادية Ordinary Least Squares OLS إلى وجود علاقة ارتباط معنوية ( $P < 0.01$ ) بين كمية السلت من جهة وقيم الانعكاسية للمجالات الطيفية B2 و B5 من جهة أخرى وبمعامل تحديد وقدره ( $R^2 = 0.52$ )، وبين كمية الطين من جهة وقيم

الانعكاسية للمجالات الطيفية B4 و B6 من جهة أخرى وبمعامل تحديد وقدره  $(R^2 = 0.4)$ ، كما استخدم كل من (Ahmed و Iqbal، 2014) قيم الانعكاسية الطيفية Reflectance Bands وقيم المجالات الطيفية الحرارية Thermal Bands لصور المستشعر LANDSAT TM لإنجاز خرائط لكل من قوام التربة السطحية ومحتوى الكربون باستخدام طريقة الانحدار الخطي المتعدد Multi Linear Regression، كما قام كل من (Shahriari وزملائه، 2019) باستخدام بيانات استشعارية تضمنت كل من المجالات الطيفية لصور LANDSAT 8، دليل الطين Clay Index، ودليل السطوع Brightness Index للتنبؤ بمكونات التربة في السهول الفيضية، واستنتجوا أنه لإنتاج خرائط تربة رقمية باستخدام بيانات المستشعر LANDSAT 8 فإنه من الجيد استخدام تلك البيانات مع بعض النماذج الإحصائية مثل Cokriging، Kriging، Random Forest للحصول على نتائج أكثر دقة.

### أهداف الدراسة:

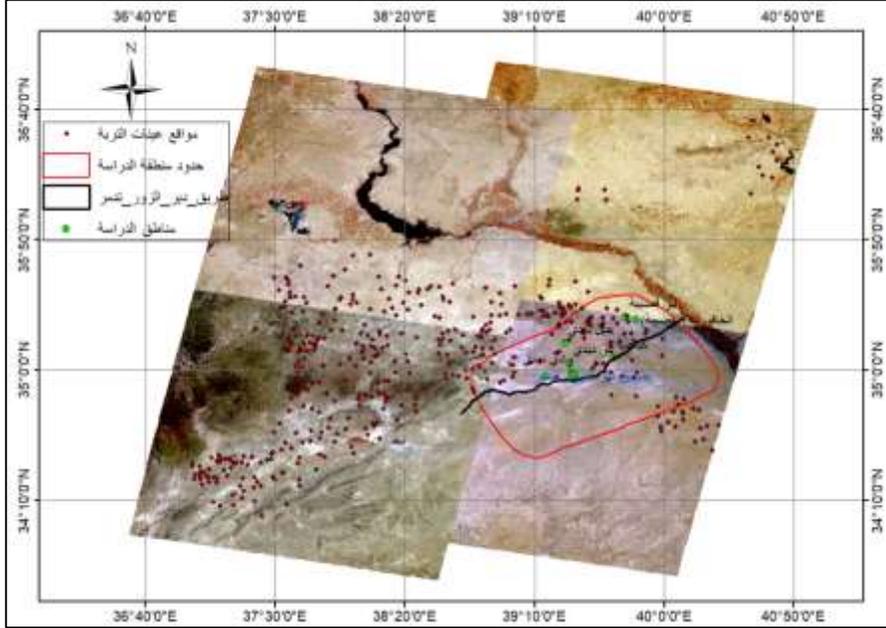
- 1- تقدير قوام التربة السطحية في تربة منطقة الدراسة باستخدام البيانات الاستشعارية والحقلية.
- 2- دراسة تغيرات مساحات صفوف قوام التربة السطحية في تربة منطقة الدراسة للأعوام من 2003 وحتى 2022 بفاصل زمني بين كل مرحلة وأخرى ثلاثة سنوات.

### مواد وطرق البحث:

#### 1- منطقة الدراسة

تُعد منطقة الدراسة جزءاً من البادية السورية وتتنوع بين محافظتي دير الزور وحمص، حيث أنها تمتد بين خطي طول (38.762535 و 40.350040 درجة) وخطي عرض (34.433201 و 35.499757 درجة)، وتبلغ مساحة منطقة الدراسة حوالي 10371.6 كم<sup>2</sup>، حيث يحدها من الشمال الشرقي وادي الفرات، الشكل (1) يبين حدود

منطقة الدراسة في البادية السورية، إضافة إلى التوزع المكاني لنقاط عينات التربة الحقلية اللازمة لغرض النمذجة الرياضية في الدراسة فيما بعد.



الشكل (1) يبين حدود منطقة الدراسة وتوزع نقاط التربة الحقلية ضمنها

## 2- المواد والطرائق

### 2-1- البيانات الحقلية

شملت البيانات الحقلية استخدام 550 عينة ترابية حقلية سطحية، تم جمعها في منطقة البادية السورية خلال مشروع مسح البادية بالتعاون مع أكساد، حيث نفذت الأعمال الحقلية بين عامي 2003 و 2004، وتم توثيق الإحداثيات لكل نقطة باستخدام جهاز GPS (The Global Positioning System)، بالإضافة إلى 14 مقطع تربة تم تنفيذها في محافظتي الحسكة و الرقة حيث تراوحت المسافة بين نقاط عينات التربة الحقلية بين 1,5 إلى 2 كم، وتوزعت مكانياً بصورة متجانسة على كامل مساحة البادية ضمن منطقة الدراسة وخارج منطقة الدراسة، حيث تم استخدام بيانات النقاط الحقلية خارج منطقة الدراسة لزيادة حجم العينة الحقلية والتي سوف تعطي نماذج ومعادلات انحدار خطية متعددة أكثر مصداقية وتمثيل لأرض الواقع وقابلة للتطبيق في المساحات ذات الظروف

المتشابهة من حيث طبيعة المناخ والتربة وشكل التضاريس، إضافة للتشابه الحاصل بين منطقة الدراسة والمناطق المحيطة من حيث طبيعة المناخ و التربة وإشكال استعمالات الأراضي والغطاء الأرضي المتواجدة.

## 2-2- البيانات الاستشعارية

استخدمت في هذه الدراسة مجموعة من البيانات الاستشعارية مختلفة الخصائص وهي على التوالي:

2-2-1- صور فضائية للتابعين الصناعيين LANDSAT 5 وLANDSAT 8 بقدره تمييز مكاني (30\*30م) في المجالات الطيفية التالية (الأزرق، الأخضر، الأحمر، وتحت الأحمر القريب، تحت الأحمر القريب قصير الموجة) غطت كامل منطقة الدراسة خلال مراحل العمل، تم الحصول عليها من الموقع الإلكتروني <http://earthexplorer.usgs.gov>. تتكون صور التابع الصناعي LANDSAT 8 من إحدى عشر قناة طيفية منها قناتين طيفيتين في المجال تحت الأحمر الحراري، وتتميز بقدره تمييز زمانية كل 16 يوم، بينما تتكون صور LANDSAT 5 من سبعة قنوات طيفية منها قناة طيفية في المجال تحت الأحمر الحراري. تم في هذه الدراسة جمع القنوات الطيفية (b2, b3, b4, b5, b6, b7) و (b1, b2, b3, b4, b5, b7) التي تعبر عن المجالات الطيفية (الأزرق، الأخضر، الأحمر، وتحت الأحمر القريب، تحت الأحمر قصير الموجة) في صور LANDSAT 8 و صور LANDSAT 5 المستخدمة على التوالي في صورة واحدة Layer Stack، ومن ثم تحويل قيم الصور الرقمية من Digital Number (DN) إلى قيم الانعكاس الطيفي Spectral Radiance ومن ثم إلى قيم الانعكاسية الطيفية Spectral Reflectance في كل قناة باستخدام المعادلة التالية للحصول على قيم ينحصر مجالها بين (0 و 1) لاستخدامها في النماذج الرياضية المختلفة.

$$P_{\lambda} = \frac{\pi * L_{\lambda}}{ESUN_{\lambda} * \text{Cos}\theta * d_r}$$

حيث أن ( $L_{\lambda}$ ) الانعكاس الطيفي لكل قناة طيفية، ( $ESUN_{\lambda}$ ) متوسط الأشعة الشمسية الواردة خارج الغلاف الجوي لكل قناة طيفية وواحدتها (واط/م<sup>2</sup> ميكرومتر)، ( $\text{Cos}\theta$ )

تجيب زاوية ورود الأشعة الشمسية، ( $d_r$ ) مقلوب مربع المسافة النسبية بين الشمس والأرض.

**2-2-2** نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) Digital Elevation Model الذي يُعد تمثيل لتضاريس سطح الأرض، كما يعتبر من أكثر أنواع البيانات الجغرافية أهمية لاستخدامه في مجالات ودراسات مختلفة. تم في هذه الدراسة الحصول على بيانات نموذج الارتفاع الرقمي لمنطقة الدراسة بقدرة تمييز مكاني 30م من خلال الموقع الإلكتروني المجاني <http://earthexplorer.usgs.gov>.

**2-3** تم حساب عدد من الدلائل الطيفية باستخدام الصور الفضائية **LANDSAT 5 و 8** الملتقطة بتاريخ مختلفة والتي غطت كامل منطقة الدراسة حتى تتوافق ومواعيد تنفيذ الاعمال الحقلية واخذ عينات التربة، حيث تم حساب قيم كل دليل طيفي للصور الفضائية الملتقطة خلال شهر نيسان وحتى شهر أيلول لكل من الأعوام 2003 - 2004 - 2013 والتي تغطي نقاط بيانات التربة الحقلية، ومن ثم عمل متوسط لقيم هذا الدليل الطيفي للأشهر الستة الممتدة من شهر نيسان إلى شهر أيلول، للحصول على متوسط قيم الدليل الطيفي المحسوب والذي سيتم أدخله في النمذجة الرياضية فيما بعد وتعطى هذه الدلائل الطيفية كما يلي:

**2-3-1** دليل التغيرات النباتية المعدل **Normalized Differences Vegetation Index (NDVI)**

ويمثل الفرق في الانعكاس بين القناتين الطيفيتين المرئية الحمراء وتحت الحمراء مقسوما على مجموع القناتين المرئية الحمراء وتحت الحمراء، وتتراوح قيم الدليل النباتي NDVI بين 1- إلى 1+ حيث تمتد القيم الفعلية لهذا الدليل من 0.1 للأراضي الخالية من الغطاء النباتي (تربة) إلى 0.9 للغطاء النباتي جيد النمو وتعطى معادلة الدليل النباتي كما يلي:

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$$

حيث أن NIR المجال الطيفي تحت الأحمر القريب، R المجال الطيفي الأحمر.

**2-3-2** دليل تغيرات الرمال المعدل **Normalized Differences Sand Areas Index (NDSAI)**، حيث تم استخدام الدليل الطيفي NDSAI في هذه الدراسة

للتحديد والاشارة إلى وجود توضعات للكثبان الرملية من جهة، وللمساعدة في تتبع حركة الرمال في ترب منطقة الدراسة، وتعطى معادلة الدليل NDSAI كما يلي:

$$NDSAI = \frac{SWIR_1 - R}{SWIR_1 + R}$$

حيث أن  $SWIR_1$  المجال الطيفي تحت الأحمر قصير الموجة ( $1.55 - 1.75 \mu m$ )،  
المجال الطيفي الأحمر ( $0.63 - 0.69 \mu m$ ) في صور LANDSAT.

### 2-3-3- دليل الطين Clay\_index

$$Clay_{index} = \frac{SWIR_1}{SWIR_2}$$

حيث أن  $SWIR_1$  المجال الطيفي تحت الأحمر قصير الموجة ( $1.55 - 1.75 \mu m$ )،  
و  $SWIR_2$  المجال الطيفي تحت الأحمر قصير الموجة ( $2.08 - 2.35 \mu m$ )

### 2-3-4- دليل درجة حرارة سطح الأرض Land Surface Temperature LST

تم استخدام دليل LST بناءً على الفرضية التي تقول إن درجة حرارة الكثبان الرملية أو سطوح الترب الرملية أعلى من درجة حرارة بقية السطوح الأخرى على سطح الأرض، حيث أن درجة حرارة السطوح الرملية تزداد بسرعة أكبر من درجة حرارة السطوح الصخرية وذلك بإعتبارها سطوح متفرقة ومبعثرة المادة ومؤلفة من مواد رسوبية ناعمة نوعاً ما. إضافة إلى ذلك فإن حالة الجفاف التي تعاني منها سطوح الترب الرملية وعدم قدرتها على الاحتفاظ بالماء من العوامل الأساسية التي تزيد من تسخين سطوح الترب الرملية بسرعة أكبر من تسخين المواد الأخرى، كما وأن هذه الدراسة تفترض أيضاً تشابه الظروف المناخية في منطقة الدراسة خصوصاً وفي البادية السورية عموماً خلال فصل الصيف. تم حساب درجة حرارة سطح الأرض LST باستخدام معادلة Plank كما يلي:

$$LST = \frac{K_2}{LN \left[ \left( \frac{\epsilon_{NB} K_1}{L_\lambda} \right) + 1 \right]}$$

حيث أن  $K_1$  و  $K_2$  ثوابت معايرة خاصة بصور LANDSAT وتعطى من خلال الملف الملحق بالصورة الفضائية Header File،  $L_\lambda$  الانبعاثية الطيفية للقناة الطيفية الحرارية Thermal Band في صور LANDSAT بوحدة (واط/م<sup>2</sup>/ستراديان/ميكرومتر)،  $\epsilon_{NB}$

انبعاثية سطح الأرض Land Surface Emissivity ويتم حساب معاملات المعادلة السابقة كما يلي:

-  $L_{\lambda}$  الانبعاثية الطيفية للقناة الطيفية الحرارية Thermal Band في صور LANDSAT بوحدة (واط/م<sup>2</sup>/ستراديان/ميكروميتر):

$$L_{\lambda} = \left( \frac{L_{MAX} - L_{MIN}}{255} \right) * DN + L_{MIN}$$

حيث أن  $L_{MAX}$  و  $L_{MIN}$  ثابتت معايرة خاصة بكل قناة طيفية من قنوات الصور الفضائية LANDSAT وتعطى من خلال الملف الملحوق بالصورة الفضائية Header File،  $Digital Number DN$  وهي القيمة الرقمية لكل بكسل من بكسلات الصور الفضائية المستخدمة في الدراسة من نوع LANDSAT.

- انبعاثية سطح الأرض  $\epsilon_{NB}$  Land Surface Emissivity:

تعرف الأنبعاثية السطحية بأنها نسبة الأشعة الفعلية المنبعثة عن سطح ما إلى الأشعة المنبعثة عن الجسم الأسود عند درجة حرارة سطح محددة (نفس درجة الحرارة).

حيث تم استخدام عتبة القرينة النباتية NDVI Thresholds Method لتقدير قيم انبعاثية سطح الأرض من صور LANDSAT كما في المعادلات التالية:

$$\epsilon_i = \begin{cases} a_i * p_{red} + b_i & NDVI < 0.2 \\ \epsilon_{v,i} * P_v + \epsilon_{s,i} * (1 - P_v) + C_i & 0.2 \leq NDVI \leq 0.5 \\ \epsilon_{v,i} + C_i & NDVI > 0.5 \end{cases}$$

تشتق القرينة النباتية  $P_v$  Vegetation Fraction من القرين النباتية NDVI والتي تشتق بدورها في صور LANDSAT من القناتين الطيفيتين الأحمر وتحت الأحمر.

$$P_v = \left[ \frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right]^2$$

حيث  $NDVI_{min}$  القيمة الصغرى للقرينة النباتية NDVI في الصورة الفضائية و  $NDVI_{max}$  القيمة الكبرى للقرينة النباتية NDVI في الصورة الفضائية.

$C_i$ : مصطلح يأخذ بعين الاعتبار تأثير التضاريس بفعل خشونة السطح surface roughness (في السطوح المستوية فإن  $C_i = 0$ )، حيث يتم تقدير قيمة  $C_i$  كما في المعادلة التالية:

$$C_i = (1 - \varepsilon_{s,i}) \times \varepsilon_{v,i} \times F' \times (1 - P_v)$$

حيث أن  $F'$  عامل هندسي Geometric Factor يتراوح بين 0 و 1 ويعتمد على التوزيع

الهندسي للسطح ويعطى بصورة أنموذجية  $F' = 0.55$

تم حساب انبعاثية الغطاء النباتي  $\varepsilon_v$  Vegetation Emissivity وانبعاثية التربة Soil

Emissivity  $\varepsilon_s$  من MODIS UCSB (University of California, Santa

Barbara) emissivity library، الجدول التالي يبين قيم انبعاثية الغطاء النباتي

وانبعاثية التربة

القنوات الطيفية	$\varepsilon_s$ التربة	$\varepsilon_v$ الغطاء النباتي
Thermal Band	0.9668	0.9863

يُعد بكسل الصورة LANDSAT ابكسل تربة جرداء ( $P_v = 0$ ) bare soil عندما يكون

$NDVI < 0.2$  وفي هذه الحالة يتم تقدير قيم انبعاثية سطح الأرض من خلال علاقة

تجريبية خطية باستخدام قيم الانعكاسية الطيفية للقناة الحمراء  $p_{red}$ ، وتعطى قيم انبعاثية

سطح التربة الخالية من الغطاء النباتي للقناة الحرارية في صورة LANDSAT كما يلي:

$$\varepsilon_i = 0.973 - 0.047 \times p_{red}$$

حيث:  $P_{red}$  انعكاس الأشعة عن سطح الأرض في المجال الأحمر.

### 2-3-5- دليل الألبيدو السطحي Surface Albedo

يعرف الألبيدو السطحي بأنه نسبة الأشعة الشمسية المنعكسة إلى الأشعة الشمسية قصيرة

الموجة الواردة على المساحة شبه الكروية للأرض، ويتم حساب قيم الألبيدو السطحي في

صور LANDSAT كما يلي:

- حساب الألبيدو السطحي  $\alpha$  Surface Albedo

$$\alpha = \frac{\alpha_{toa} - \alpha_{path\ radiance}}{(\tau_{sw})^2}$$

$\alpha_{path\ radiance}$  متوسط الحصة من الإشعاع الشمسي الوارد عبر كل القنوات الطيفية

والتي تتبعثر عائدة إلى القمر الصناعي قبل أن تصل إلى سطح الأرض،  $\tau_{sw}$  نفاذية

الغلاف الجوي،  $\alpha_{toa}$  Top of Atmosphere Albedo قيم الألبيدو خارج الغلاف

الجوي، ويتم حساب مكونات المعادلة السابقة كما يلي:

$$\alpha_{toa} = \sum (\omega_{\lambda} * \rho_{\lambda})$$

$\rho_{\lambda}$  انعكاسية القنوات الطيفية Reflectivity،  $\omega_{\lambda}$  معامل تثقيل Weighting Coefficient لكل قناة طيفية انعكاسية من القنوات الطيفية الانعكاسية في صور

LANDSAT

2-4-4- تم حساب عدد من الدلائل الطبوغرافية باستخدام نموذج الارتفاع الرقمي Digital Elevation Model DEM والتي تعطي كمايلي:

2-4-4-1- نموذج الارتفاع الرقمي Digital Elevation Model (DEM) الذي يُعد تمثيل لتضاريس سطح الأرض المستمرة، كما يعتبر من أكثر أنواع البيانات الجغرافية أهمية لاستخدامه في مجالات ودراسات مختلفة.

2-4-4-2- الانحدار Slope والذي يشير إلى زاوية ميل سطح الأرض عن الأفق.

2-4-5- تم تصدير متوسط قيم كل من الدلائل الطيفية ( NDVI, NDSAI, Clay\_index, LST, Albedo) المحسوبة خلال الستة أشهر من كل عام (2003 - 2004، و 2013) والتي شملت شهر نيسان وحتى شهر أيلول، إضافة لتصدير قيم الدلائل الطبوغرافية ( DEM, Slope %) إلى ما يقابلها من قيم نسب الرمل وقيم نسب الطين المقاسة حقلياً في 564 نقطة حقلية مأخوذة في الأعوام (2003 - 2004 و 2013) والموتقة الاحداثيات الجغرافية باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية ArcGIS للحصول فيما بعد على جدول أكسل لبيانات 564 نقطة حقلية موزعة على كامل منطقة الدراسة وخارج منطقة الدراسة وتضم قيم نسب الرمل وقيم نسب الطين الحقلية وما يقابلها من قيم كل من الدلائل الطيفية وقيم الدلائل الطبوغرافية المحسوبة من الصور الفضائية LANDSAT 5 و LANDSAT 8 ليصار فيما بعد لاستنتاج معادلات انحدار خطي متعدد تستخدم في تقدير قيم نسب الرمل وقيم نسب الطين في ترب منطقة الدراسة خلال الفترات الزمنية المتتالية.

2-4-6- بناء النماذج الرياضية الاحصائية الخاصة بالتنبؤ بنسب الرمل ونسب الطين في ترب منطقة الدراسة

تم تطبيق طريقة الانحدار الخطي المتعدد Multiple Linear Regression، واستخدام إجرائية Stepwise Regression في برنامج التحليل الإحصائي SPSS version 16.0 لتحديد أفضل العوامل (بيانات الدلائل الطيفية (NDVI, NDSAI, Albedo, )، وبيانات الدلائل الطبوغرافية (DEM, Slope) التي يمكن أن تعطي ارتباطاً معنوياً عالياً مع البيانات الحقلية المستخدمة (نسب الرمل الحقلية أو نسب الطين الحقلية)، وذلك لاشتقاق معادلات الانحدار الخطي المتعدد المعنوية الخاضعة لكل الاختبارات الاحصائية، والتي يتم توظيفها فيما بعد في بناء نماذج رياضية تُمكننا من التنبؤ و تقدير نسب الرمل ونسب الطين في ترب منطقة الدراسة والتي لم تأخذ منها عينات حقلية للتحليل المخبري أثناء تنفيذ العمل الحقلية وجمع العينات الترابية في بداية الدراسة، وللتنبؤ المستقبلي بقيم نسب الرمل ونسب الطين للفترات الزمنية اللاحقة. تم استخدام بيانات 85 % من نقاط العمل الحقلية والبالغ عددها 564 نقطة حقلية لعينات التربة موثقة الاحداثيات الجغرافية في بناء النماذج الاحصائية Training Points، واستخدام بيانات 15 % من النقاط الحقلية Test Points لا جراء عملية التحقق من فعالية النماذج ودراسة معاملات الارتباط بين قيم نسب الرمل ونسب الطين المحسوبة من خلال النماذج الاحصائية والقيم المقاسة حقلياً.

## النتائج والمناقشة

### 1- نتائج النمذجة الرياضية لقيم نسب الرمل في ترب منطقة الدراسة

لتقدير قيم نسب الرمل في ترب منطقة الدراسة فقد تم بناء نموذج رياضي إحصائي باستخدام مجموعة من المتغيرات التفسيرية المستقلة (NDVI, NDSAI, LST, ) (Albedo, Clay\_index, Slope, DEM). وفيما يلي الجداول الاحصائية الخاصة ببناء النموذج:

**جدول 1. البيانات الإحصائية الخاصة بمعادلة الانحدار الخطي المتعدد لنسب الرمل**

Change Statistics					Std. Error of the Estimate	Adjusted R Square	R Square	R	Model
Sig. F Change	df2	df1	F Change	R Square Change					
.001	474	1	10.643	.014	14.421	.376	.381	.617	1

جدول 2. تحليل التباين ANOVA لنموذج الانحدار الخطي المتعدد لنسب الرمل

Sig.	F	Mean Square	df	Sum of Squares	Model	
.000	72.963	15174.549	4	60698.196	Regression	1
		207.976	474	98580.712	Residual	
			478	159278.908	Total	

جدول 3. قيم معاملات خط الانحدار الخطي المتعدد لنسب الرمل

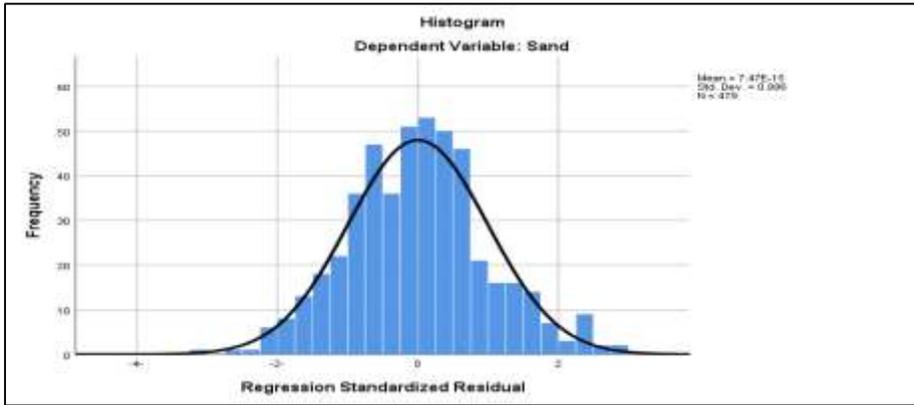
Correlations			Sig.	T	Standar dized Coeffici ents	Unstandardized Coefficients		Model	
Part	Partia l	Zero-order			Beta	Std. Error	B		
			.000	12.742		16.425	209.287	(Constant )	1
			.000	-11.086	-.412	.384	-4.254	LST	
			.000	11.239	.581	37.231	418.419	NDSAI	
			.000	-7.072	-.270	.003	-.024	DEM	
			.001	-3.262	-.172	70.186	-	NDVI	
							228.970		

وبناءً على بيانات الجداول (1، 2، 3) يُمكن صياغة معادلة الانحدار الخطي المتعدد الخاصة بتقدير نسب الرمل في ترب منطقة الدراسة بالاعتماد على قيم المتغيرات المستقلة التفسيرية (NDSAI, NDVI, DEM, LST) كما يلي:

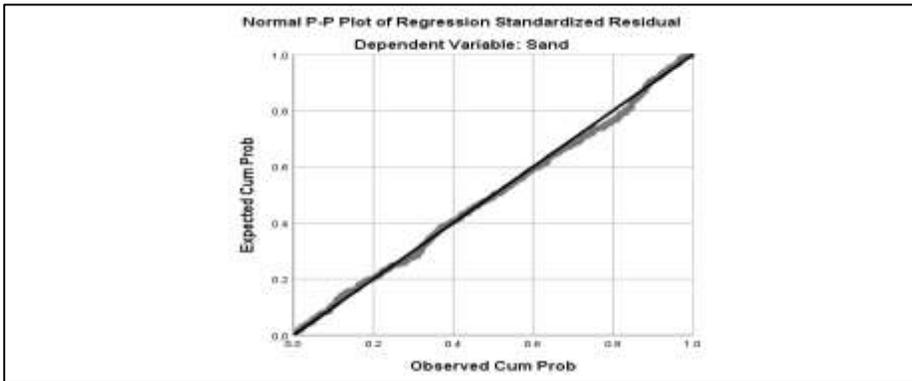
$$\text{SAND \%} = 209.287 + 418.419 * \text{NDSAI} - 228.970 * \text{NDVI} - 0.024 * \text{DEM} - 4.254 * \text{LST}$$

يلاحظ من الجدول (1) أن قيمة معامل التحديد  $R^2 = 0.381$  Square R بينما كانت قيمة معامل التحديد المعدل  $\text{Adjusted R Square} = 0.376$ ، كما أن قيمة معامل الارتباط  $R$  Correlation coefficient التي تقيس مدى قوة العلاقة (الارتباط) بين المتغير التابع (نسب الرمل) و المتغيرات التفسيرية (NDSAI, NDVI, DEM, LST) بلغت  $R = 0.617$  عند مدى معنوية للعلاقة  $\text{Sig. F Change}$  مساوي 0.001 وهي قيمة معنوية عند مستوى الدلالة 0.05 و 0.01. الجدول (2) يوضح تحليل التباين ANOVA للنموذج الرياضي المعتمد وقد استخدمت قيم الجدول (2) للتأكد من معنوية نموذج الانحدار الخطي المتعدد المفترض باستخدام اختبار  $F$ ، حيث نلاحظ أن قيمة  $F$  المحسوبة  $F = 72.963$  عند مستوى معنوية 0.000 وهي أقل من مستوى المعنوية 0.05 و 0.01 وهذا يعني أن نموذج الانحدار الخطي المتعدد معنوي عند مستوى الدلالة 0.05 و 0.01، وبالتالي فإن معادلة خط الانحدار المتعدد المقترحة تتناسب البيانات المستخدمة في الدراسة ويمكن اعتمادها. الجدول (3) يوضح قيم معاملات نموذج الانحدار الخطي المتعدد بطريقة Stepwise، حيث يلاحظ أن قيمة ثابت نموذج الانحدار الخطي المتعدد يساوي (209.287) وهي قيمة معنوية عند مستوى الدلالة 0.05 و 0.01 وذلك لأن قيمة مستوى المعنوية المشاهد في الجدول (15) 0.000 وهي أقل من 0.05 و 0.01، أما قيمة معامل المتغير التفسيري NDSAI والذي يساوي (418.419) ذو قيمة معنوية عند مستوى الدلالة 0.05 و 0.01 وذلك لأن قيمة مستوى المعنوية المشاهد في الجدول 0.000 وهي أقل من 0.05 و 0.01، أي أن قيم الدليل الطيفي NDSAI ارتبطت ارتباطاً معنوياً موجباً مع قيم نسب الرمل في ترب منطقة الدراسة وهذا يشير إلى ارتفاع قيم المؤشر الطيفي NDSAI بارتفاع كميات الرمال في ترب منطقة الدراسة، وأيضاً يتبين من الجدول (3) أن قيمة معامل المتغير التفسيري NDVI والذي يساوي (-228.970)

هي قيمة معنوية عند مستوى الدلالة 0.05 و 0.01 وذلك لأن قيمة مستوى المعنوية المشاهد في الجدول 0.001 وهي أقل من 0.05 و 0.01، أي أن قيم الكتلة الحية النباتية التي يعبر عنها الدليل الطيفي NDVI ارتبطت ارتباطاً معنوياً سالباً مع قيم نسب الرمل في ترب منطقة الدراسة، وبالتالي مع زيادة كمية الرمال في ترب منطقة الدراسة تنخفض قيمة المؤشر الحيوي NDVI لعدم قدرة النباتات من العيش في ظروف الترب الرملية الفقيرة وغير القادرة على الاحتفاظ بالمياه اللازمة للحياة، و أيضاً يشير الجدول (3) إلى أن قيمة معامل المتغير التفسيري DEM والتي تساوي (-0.024) هي قيمة معنوية عند مستوى الدلالة 0.05 و 0.01 وذلك لأن قيمة مستوى المعنوية المشاهد في الجدول هي 0.001 وهي أقل من 0.05 و 0.01، أي أن قيم الدليل الطبوغرافي DEM ارتبطت ارتباطاً معنوياً سالباً مع قيم نسب الرمل في ترب منطقة الدراسة، وبالتالي ومع الارتفاع عن مستوى سطح البحر تتناقص كمية الرمال في ترب منطقة الدراسة، ويبين الجدول أيضاً أن قيمة معامل المتغير التفسيري LST والتي تساوي (-4.254) هي قيمة معنوية عند مستوى الدلالة 0.05 و 0.01 وذلك لأن قيمة مستوى المعنوية المشاهد في الجدول هي 0.000 وهي أقل من 0.05 و 0.01 وهذا يعني ارتباط قيم درجة حرارة سطح الأرض ارتباطاً سلبياً مع قيم نسب الرمل في ترب منطقة الدراسة. كما أن نموذج الانحدار المقدر السابق تجاوز اختبار التوزيع الطبيعي للبواقي Normality test of residuals حيث أن الرسم البياني المشابه لشكل الجرس في الشكلين (2 و 3) يشير إلى التوزيع الطبيعي للبواقي، وهذه البواقي تنتج من الفرق بين القيم المقاسة الحقلية لنسب الرمل في ترب منطقة الدراسة وقيم نسب الرمل المنتبأ بها من خلال نموذج الانحدار المتعدد المقدر السابق.

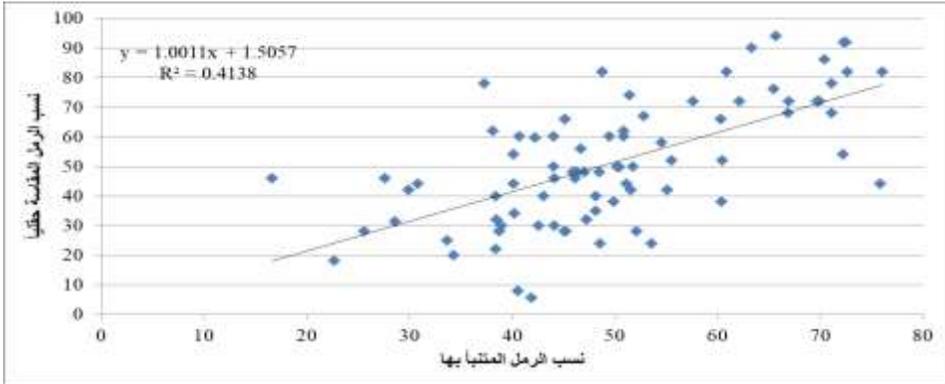


الشكل (2) يوضح الرسم البياني للبواقي

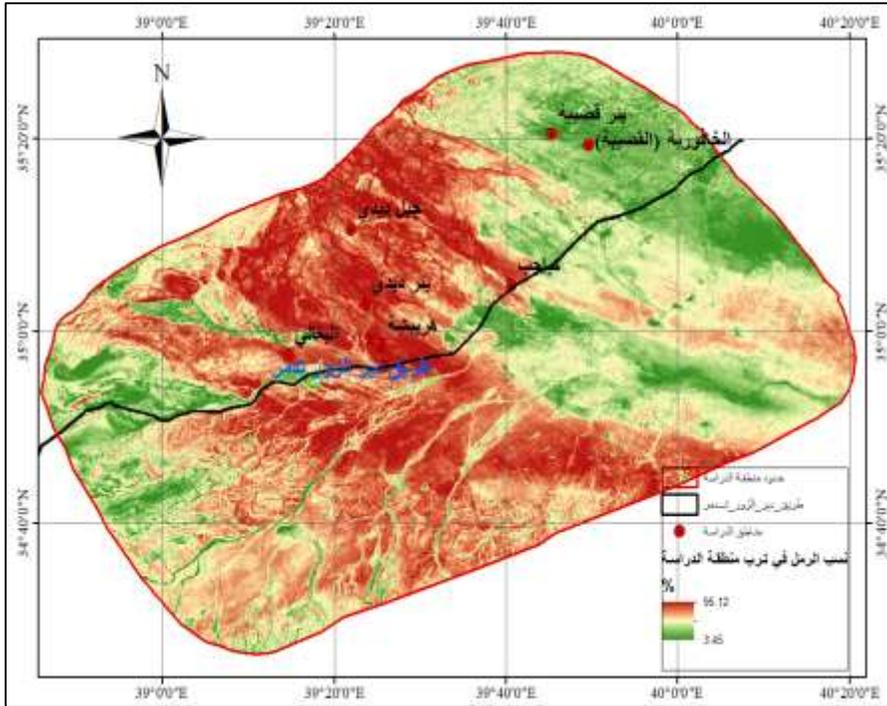


الشكل (3) يوضح المخطط البياني للبواقي

بلغت قيمة معامل الارتباط بين قيم نسب الرمل المقاس حقلياً وقيم نسب الرمل المتنبأ به من خلال المعادلة الرياضية الإحصائية السابقة  $R=0.643$  كما يبين الشكل (4) التالي قيمة معامل التحديد.



الشكل (4) يبين الارتباط بين القيم المقاسة والقيم المتنبأ بها لنسب الرمل في ترب منطقة الدراسة



الشكل (5) يبين التوزيع المكاني لنسب الرمل في ترب منطقة الدراسة

#### 4-3- نتائج النمذجة الرياضية لقيم نسب الطين في ترب منطقة الدراسة

لتقدير قيم نسب الطين في ترب منطقة الدراسة فقد تم بناء نموذج رياضي إحصائي باستخدام مجموعة من المتغيرات التفسيرية المستقلة (NDVI, NDSAI, LST, )

بناء النموذج: (Albedo, Clay\_index, Slope, DEM). وفيما يلي الجداول الإحصائية الخاصة

جدول 4. البيانات الإحصائية الخاصة بمعادلة الانحدار الخطي المتعدد لنسب الطين

Change Statistics					Std. Error of the Estimate	Adjusted R Square	R Square	R	Model
Sig. F Change	df2	df1	F Change	R Square Change					
.000	475	1	14.701	.024	10.283	.209	.214	.463	1

جدول 5. تحليل التباين ANOVA لنموذج الانحدار الخطي المتعدد لنسب الطين

Sig.	F	Mean Square	df	Sum of Squares	Model	
.000	43.143	4561.908	3	13685.724	Regression	1
		105.740	475	50226.531	Residual	
			478	63912.255	Total	

جدول 6. قيم معاملات خط الانحدار الخطي المتعدد لنسب الطين

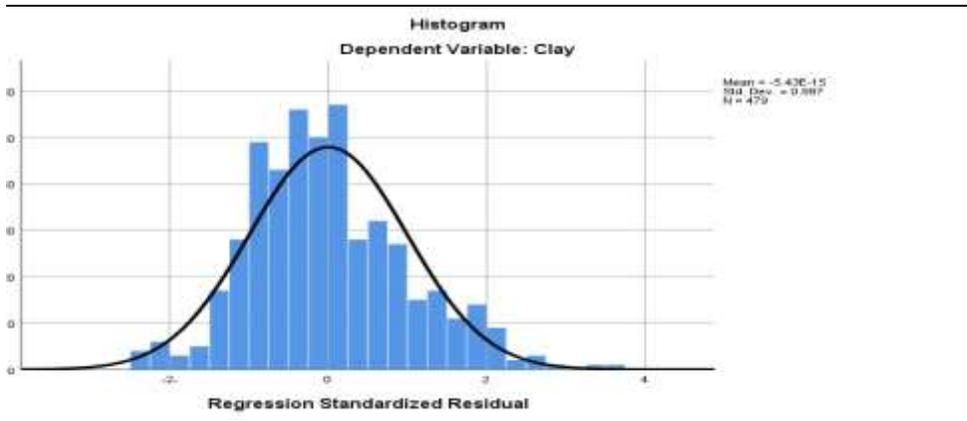
Correlations			Sig.	t	Standardiz ed Coefficients	Unstandardized Coefficients		Model	
Part	Partia l	Zero- order			Beta	Std. Error	B		
			.000	-3.672		11.700	-42.959	(Constant)	1
.302	.322	.262	.000	7.414	.304	.268	1.990	LST	
- .377	-.392	-.330	.000	-9.279	-.393	19.318	-179.254	NDSAI	
.156	.173	.029	.000	3.834	.163	.002	.009	DEM	

وبناءً على بيانات الجداول (4، 5، 6) يمكن صياغة معادلة الانحدار الخطي المتعدد الخاصة بتقدير نسب الرمل في ترب منطقة الدراسة بالاعتماد على قيم المتغيرات المستقلة التفسيرية (NDSAI, DEM, LST) كما يلي:

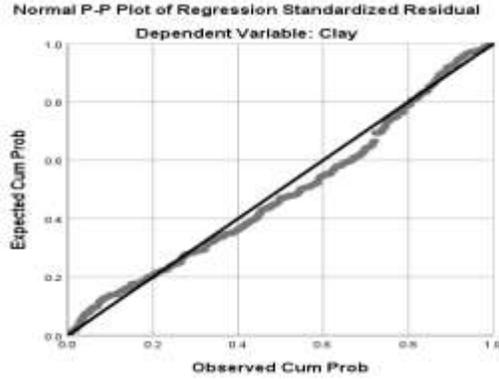
$$\text{CLAY \%} = -42.959 - 179.254 * \text{NDSAI} + 0.009 * \text{DEM} + 1.990 * \text{LST}$$

- يلاحظ من الجدول (4) أن قيمة معامل التحديد  $R^2 = 0.214$  Square R كانت قيمة معامل التحديد المعدل  $R^2 = 0.209$  Adjusted R Square، كما أن قيمة معامل الارتباط Correlation coefficient R التي تقيس مدى قوة العلاقة (الارتباط) بين المتغير التابع (نسب الطين) و المتغيرات التفسيرية (NDSAI, DEM, LST) بلغت  $R = 0.463$  عند مدى معنوية للعلاقة Sig. F Change مساوي 0.000 وهي قيمة معنوية عند مستوى الدلالة 0.05 و 0.01. الجدول (5) يوضح تحليل التباين ANOVA للنموذج الرياضي المعتمد وقد استخدمت قيم الجدول (5) للتأكد من معنوية نموذج الانحدار الخطي المتعدد المفترض باستخدام اختبار F، حيث نلاحظ أن قيمة F المحسوبة  $F = 43.143$  عند مستوى معنوية 0.000 وهي أقل من مستوى المعنوية 0.05 و 0.01 وهذا يعني أن نموذج الانحدار الخطي المتعدد معنوي عند مستوى الدلالة 0.05 و 0.01، وبالتالي فإن معادلة خط الانحدار المتعدد المقترحة تتاسب البيانات المستخدمة في الدراسة ويمكن اعتمادها. الجدول (6) يوضح قيم معاملات نموذج الانحدار الخطي المتعدد بطريقة Stepwise، حيث يلاحظ أن قيمة ثابت نموذج الانحدار الخطي المتعدد يساوي (-42.959) وهي قيمة معنوية عند مستوى الدلالة 0.05 و 0.01 وذلك لأن قيمة مستوى المعنوية المشاهد في الجدول (15) 0.000 وهي أقل من 0.05 و 0.01، أما قيمة معامل المتغير التفسيري NDSAI والذي يساوي (-179.254) ذو قيمة معنوية عند مستوى الدلالة 0.05 و 0.01 وذلك لأن قيمة مستوى المعنوية المشاهد في الجدول 0.000 وهي أقل من 0.05 و 0.01، أي أن قيم الدليل الطيفي NDSAI ارتبطت ارتباطاً معنوياً سالباً مع قيم نسب الطين في ترب منطقة الدراسة وهذا يشير إلى تناقص قيم المؤشر الطيفي NDSAI بارتفاع كميات الطين في ترب منطقة الدراسة، و أيضاً يشير الجدول (6) إلى أن قيمة معامل المتغير التفسيري DEM والتي تساوي (0.009) هي قيمة معنوية عند مستوى الدلالة 0.05 و 0.01 وذلك لأن قيمة مستوى المعنوية المشاهد في الجدول هي 0.000 وهي أقل من 0.05 و 0.01، أي أن قيم الدليل

الطبوغرافي DEM ارتبطت ارتباطاً معنوياً موجباً مع قيم نسب الطين في ترب منطقة الدراسة، وبالتالي ومع الارتفاع عن مستوى سطح البحر تتزايد كمية الطين في ترب منطقة الدراسة، ويبين الجدول أيضاً أن قيمة معامل المتغير التفسيري LST والتي تساوي (1.990) هي قيمة معنوية عند مستوى الدلالة 0.05 و 0.01 وذلك لأن قيمة مستوى المعنوية المشاهد في الجدول هي 0.000 وهي أقل من 0.05 و 0.01 وهذا يعني ارتباط قيم درجة حرارة سطح الأرض ارتباطاً موجباً مع قيم نسب الطين في ترب منطقة الدراسة. كما أن نموذج الانحدار المقدر السابق تجاوز اختبار التوزيع الطبيعي للبواقي Normality test of residuals حيث أن الرسم البياني المشابه لشكل الجرس في الشكلين (6 و 7) يشيران إلى التوزيع الطبيعي للبواقي، وهذه البواقي تنتج من الفرق بين القيم المقاسة الحقلية لنسب الطين في ترب منطقة الدراسة وقيم نسب الطين المتنبأ بها من خلال نموذج الانحدار المتعدد المقدر السابق.

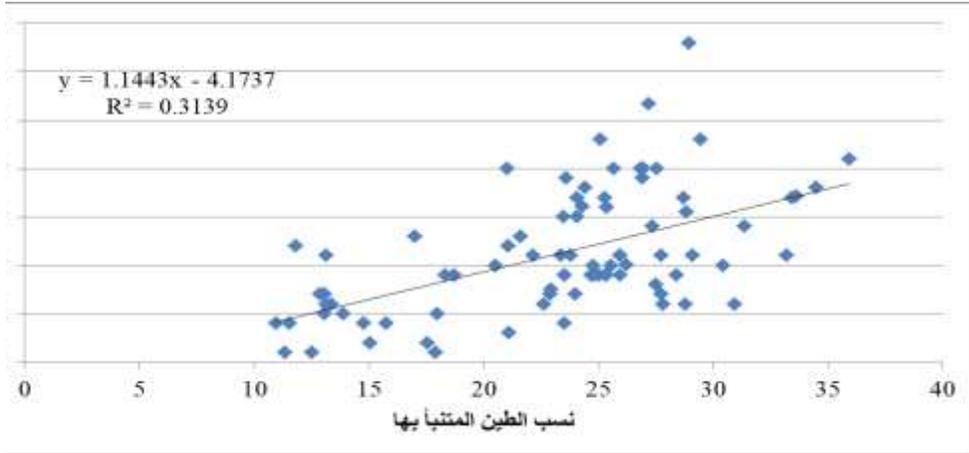


الشكل (6) يوضح الرسم البياني للبواقي



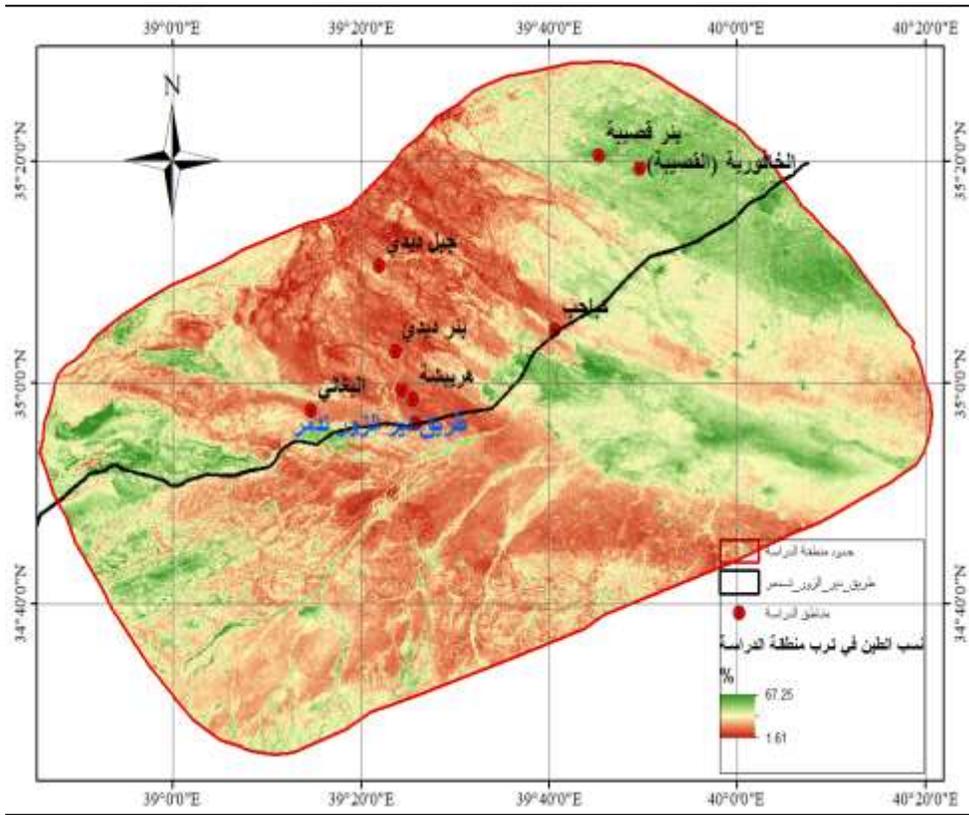
الشكل (7) يوضح المخطط البياني للبواقي

بلغت قيمة معامل الارتباط بين قيم نسب الطين المقاس حقلياً وقيم نسب الطين المتنبأ به من خلال المعادلة الرياضية الإحصائية السابقة  $R=0.56$  كما يبين الشكل (8) التالي قيمة معامل التحديد.



الشكل (8) يبين الارتباط بين القيم المقاسة والقيم المتنبأ بها لنسب الطين في ترب منطقة الدراسة

الشكل التالي (9) يبين التوزع المكاني لقيم نسب الطين في ترب منطقة الدراسة.



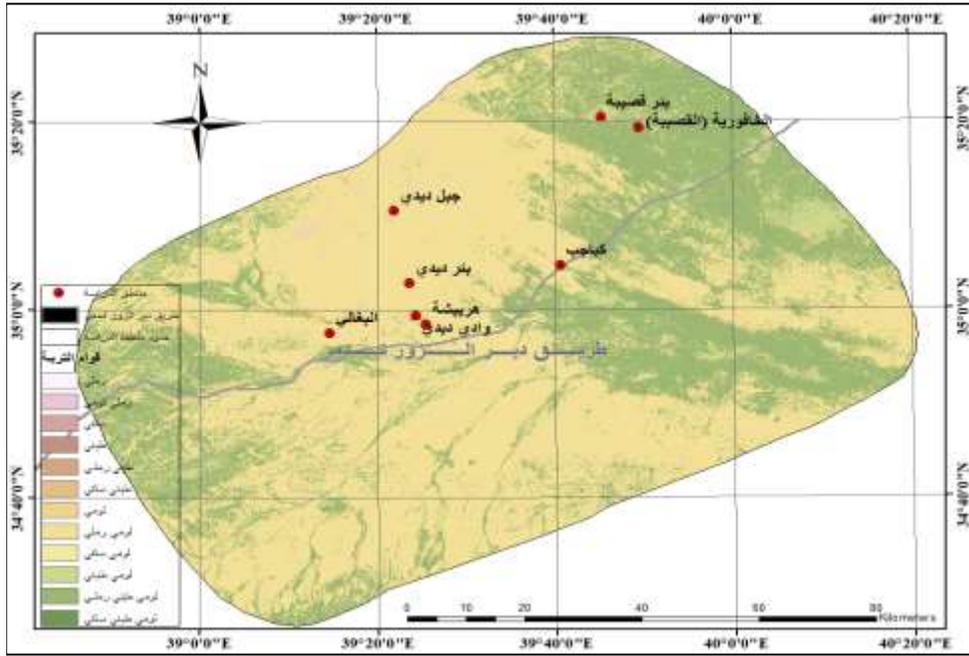
الشكل (9) يبين التوزيع المكاني لنسب الطين في ترب منطقة الدراسة

تم إنجاز نموذج رياضي في بيئة برنامج ERDAS باستخدام أداة Model Maker لتصنيف قوام ترب منطقة الدراسة بالاعتماد على نسب كل من الرمل والسلت والطين باستخدام مثلث القوام الأمريكي Soil Texture USDA كما يوضحه الجدول التالي:

قوام التربة	نسب كل من الرمل والسلت والطين
رملي	$((\text{silt} + 1.5 * \text{clay}) < 15)$
رملي لومي	$(\text{silt} + 1.5 * \text{clay} \geq 15) \ \&\& \ (\text{silt} + 2 * \text{clay} < 30)$
لومي رملي	$(\text{clay} \geq 7 \ \&\& \ \text{clay} < 20) \ \&\& \ (\text{sand} > 52) \ \&\& \ ((\text{silt} + 2 * \text{clay}) \geq 30) \    \ (\text{clay} < 7 \ \&\& \ \text{silt} < 50 \ \&\& \ (\text{silt} + 2 * \text{clay}) \geq 30)$

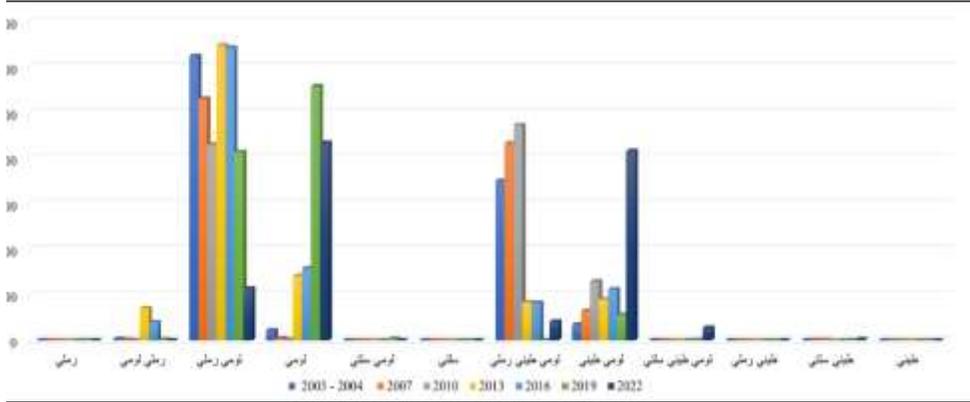
الهفل	ابراهيم	عبد الرزاق
(clay >= 7 && clay < 27) && (silt >= 28 && (silt < 50) && (sand <= 52)		لومي
(silt >= 50 && (clay >= 12 && clay < 27))    ((silt >= 50 && silt < 80) && clay < 12)		لومي سلتى
(silt >= 80 && clay < 12)		سلتى
(clay >= 20 && clay < 35) && (silt < 28) && ((sand > 45)		لومي طيني رملى
(clay >= 27 && clay < 40) && (sand > 20) (&& sand <= 45)		لومي طيني
((clay >= 27 && clay < 40) && (sand <= 20))		لومي طيني سلتى
(clay >= 35 && sand > 45)		طينى رملى
(clay >= 40 && silt >= 40)		طينى سلتى
(clay >= 40 && sand <= 45 && silt < 40)		طينى

شكلت مساحة صف الترب اللومية الرملية حوالي 60.27 % من مساحة منطقة الدراسة للأعوام 2003-2004 وتركزت في الأجزاء الوسطى والغربية والجنوبية الشرقية من منطقة الدراسة وشملت كافة مواقع الدراسة ما عدا منطقة الخافورية (القصبية) حسب ما بينه الشكل (10)، كما شكل قوام الترب اللومية الطينية الرملية حوالي 33.81 % من مساحة منطقة الدراسة للأعوام 2003-2004 حيث توزعت مساحات هذا الصف في الأجزاء الشمالية من منطقة الدراسة وبمحاذاة وادي الفرات، كما تركزت مساحات هذا الصف في الأجزاء الجنوبية الغربية من منطقة الدراسة وحول الأودية والشكل (10) يبين التوزيع المكاني لمساحات صفوف قوام التربة للأعوام 2003-2004.



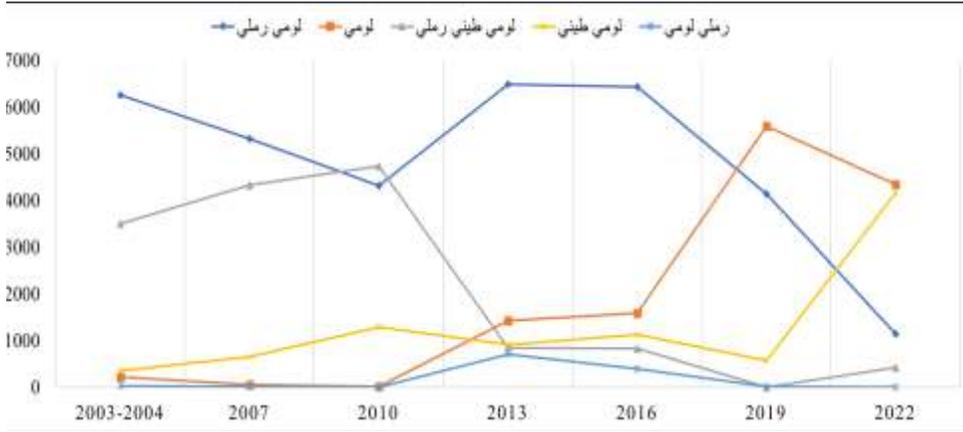
**الشكل (10) يبين قوام التربة في منطقة الدراسة للأعوام 2003 – 2004**

يلاحظ من الشكل (11) التالي أن الترب السائدة في منطقة الدراسة خلال الفترة الممتدة من 2003 وحتى 2022 هي الترب اللومية الرملية، اللومية الطينية الرملية، اللومية، اللومية الطينية، الرملية اللومية، بينما كانت بقية الترب كالترب الرملية، اللومية السلتية، السلتية، اللومية الطينية السلتية، الطينية الرملية، الطينية السلتية، الطينية ذات مساحة قليلة وتغطية منخفضة، والشكل (11) يبين أنواع الترب السائدة في منطقة الدراسة خلال الفترة من 2003 وحتى 2022.



الشكل (11) يبين تغير مساحة صفوف قوام التربة السطحية من 2003 وحتى 2022

وبناءً على الشكل (11) والملاحظات السابقة فقد تم وضع الترب السائدة في منطقة الدراسة في مخطط مستقل وتبيان تغيرات مساحتها من 2003-2004 وحتى 2022 من خلال الشكل (12) التالي.



الشكل (12) يبين تغير مساحة صفوف قوام التربة السطحية الرئيسية من 2003 وحتى 2022

يلاحظ من الشكل (12) أن مساحة صف الترب اللومية الرملية والذي شكل في الأعوام 2003-2004 و 2007 و 2013 و 2016 أكثر من نصف مساحة منطقة الدراسة، قد انخفضت في منطقة الدراسة من 2003 وحتى 2010 لتعود مساحتها بالازدياد من

2010 وحتى 2013 لتعود ثانية بالانخفاض التدريجي من 2013 وحتى 2022، بينما يشاهد أن مساحة صف الترب اللومية الطينية الرملية ازدادت من 2003-2004 وحتى 2010 ثم عادت بالانخفاض من 2010 وحتى 2022، في حين يلاحظ أن مساحة صف قوام التربة اللومية الطينية ظلت دون تغيرات كبيرة من 2003-2004 وحتى 2019 لتعود بعدها مساحة هذا الصف للازدياد من 2019 وحتى 2022، كما يلاحظ من الشكل (12) أن مساحة صف الترب اللومية بقيت دون تغيرات كبيرة من 2003-2004 وحتى 2010 لتعود بعدها مساحة هذا الصف بالازدياد من 2010 وحتى 2022، وأخيراً يشاهد من خلال الشكل (12) أن مساحة صف الترب الرملية اللومية بقي دون تغيرات كبيرة في المساحة في كامل منطقة الدراسة من 2003-2004 وحتى 2010 ثم عادت وازدادت مساحة انتشار هذا الصف من 2010 وحتى 2019 واستقرت بعد ذلك من 2019 وحتى 2022، وهذه التغيرات الحاصلة في مساحات بعض صفوف قوام التربة السطحية في منطقة الدراسة يمكن ان يعزى لعوامل عديدة نذكر منها الهطل المطري الذي يتباين من عام إلى آخر من حيث الكمية والتوزيع، انخفاض النشاط البشري في بعض الأماكن وازدياد وتيرتها في أماكن أخرى ضمن منطقة الدراسة وهذا ما يؤثر على خصائص التربة السطحية ويؤثر على نوعية الغطاء النباتي واستدامته لأطول فترة ممكنة خلال العام، تعتبر منطقة الدراسة منطقة نشوء للعواصف الغبارية وانتقال الأتربة والرمال منها إلى مناطق أخرى ضمن منطقة الدراسة وخارجها وأيضاً اعتبارها منطقة ترسيب لحمولات العواصف الرملية والغبارية القادمة من خارج منطقة الدراسة أو من داخلها وهذا ما يتضح لنا من خلال دراسة وتتبع تغير مساحة صف قوام التربة الرمي اللومي خلال الأعوام 2003-2004 و 2007 و 2010 و 2013 و 2016 و 2019 و 2022 حيث بلغت النسبة المئوية لمساحة هذا الصف (0.28 و 0.14 و 0.025 و 6.81 و 3.86 و 0.17 و 0.0033 % ) على التوالي حيث يظهر لدينا التوزيع المكاني المنخفض لمساحات صف قوام التربة الرمي اللومي للأعوام 2003-2004 و 2007 و 2010 و 2019 و 2022 و التوزيع العالي نسبياً لمساحات صف قوام التربة الرمي اللومي و 6.81 و 3.86 % للعامين 2013 و 2016 على التوالي والذي يتوافق وحدوث مجموعة

من العواصف الغبارية الشديدة التي حدثت خلال الفترة الممتدة من 2012 وحتى 2017 والتي أدت إلى ترسب كميات من الرمال على الطبقة السطحية من التربة وبخاصة في الأجزاء الوسطى والشرقية من منطقة الدراسة بالقرب من منطقة هريشة و وادي ديدي حول الطريق الواصل بين دير الزور وتدمر من كلا الجهتين، كما وتنتشر الرمال أيضاً حول منطقة البغالي من الجهة الغربية للطريق العام، وحول منطقة جبل ديدي وبئر ديدي في الأجزاء الشمالية الغربية من منطقة الدراسة.

### الاستنتاجات:

يتبين لنا من خلال الدراسة التي تم إجرائها أن نسب الرمل في ترب منطقة الدراسة المقاسة حقلياً ارتبطت مع كل من الدلائل الطيفية والطبوغرافية التالية (LST، DEM، NDVI، NDSAI) وبمعامل ارتباط معنوي  $R = 0.671$  عند مدى معنوية للعلاقة Sig. F Change مساوي 0.000 وهي قيمة معنوية عند مستوى الدلالة 0.05 و 0.01، كما بلغت قيمة معامل الارتباط بين قيم نسب الرمل المقاس حقلياً وقيم نسب الرمل المتنبأ به من خلال المعادلة الرياضية الإحصائية السابقة  $R = 0.643$ ، في حين أن نسب الطين في ترب منطقة الدراسة ارتبطت مع كل من الدلائل الطيفية والطبوغرافية التالية (LST، DEM، NDSAI) وبمعامل ارتباط معنوي  $R = 0.463$  عند مدى معنوية للعلاقة Sig. F Change مساوي 0.000 وهي قيمة معنوية عند مستوى الدلالة 0.05 و 0.01، كما بلغت قيمة معامل الارتباط بين قيم نسب الطين المقاس حقلياً وقيم نسب الطين المتنبأ به من خلال المعادلة الرياضية الإحصائية السابقة  $R=0.56$ . يتضح لنا من خلال الدراسة وجود تغيرات ملحوظة في قوام التربة السطحية من 2003 وحتى 2022 ضمن ترب منطقة الدراسة وربما يعزى هذا التغير الحاصل في مساحات بعض صفوف قوام التربة السطحية لعوامل عديدة نذكر منها الهطل المطري الذي يتباين

من عام إلى آخر من حيث الكمية والتوزيع، انخفاض النشاط البشري في بعض الأماكن وازدياد وتيرتها في أماكن أخرى ضمن منطقة الدراسة وهذا ما يؤثر على خصائص التربة السطحية ويؤثر على نوعية الغطاء النباتي واستدامته لأطول فترة ممكنة خلال العام، كما و تعتبر منطقة الدراسة منطقة نشوء للعواصف الغبارية وانتقال الأتربة والرمال منها إلى مناطق أخرى ضمن منطقة الدراسة وخارجها وأيضاً اعتبارها منطقة ترسيب لحواملات العواصف الرملية والغبارية القادمة من خارج منطقة الدراسة أو من داخلها.

### المراجع العلمية:

### المراجع الأجنبية:

- 1) Ahmed, Z., Iqbal, J. (2014). Evaluation of Landsat TM5 Multispectral Data for Automated Mapping of Surface Soil Texture and Organic Matter in GIS. *European J. Remote Sens.*, 47(1): 557- 573.
- 2) D'Acqui, L., Pucci, A., Janik, L. (2010). Soil properties prediction of western Mediterranean islands with similar climatic environments by means of mid-infrared diffuse reflectance spectroscopy. *Eur. J. Soil Sci.*, 61, 865–876.
- 3) Hosseini, SZ., Kappas, M., Bodaghabadi, MB., Chahouki, MAZ., Khojasteh, ER. (2014). Comparison of different geostatistical methods for soil mapping using
- 4) Khalil, R. Z., Khalid, W., Akram, M. (2016). Estimating of Soil Texture Using Landsat Imagery: A Case Study of Thatta Tehsil, Sindh. In 2016 IEEE International Geoscience and

- Remote Sensing Symposium (IGARSS), IEEE, PP. 3110-3113.
- 5) Koch, A., McBratney, A., Adams, M., Field, D., Hill, R., Crawford, J. (2013). Soil Security. solving the global soil crisis. Glob Policy.
  - 6) McBratney, A., Field, D., Koch, A. (2014). The dimensions of soil security. Geoderma.
  - 7) Pinheiro, H., de Carvalho, W., Chagas, C., dos Anjos, L., Owens, P. (2018). Prediction of topsoil texture through regression trees and multiple linear Pol J Environ Stud. regressions. Rev Bras Cienc Solo. remote sensing and environmental variables in Poshtkouh rangelands. Iran
  - 8) Robinson, N. J., Dahlhaus, P. G., Wong, M., MacLeod, A., Jones, D., Nicholson, C. (2019). Testing the Public–Private Soil Data and Information Sharing Model for Sustainable Soil Management Outcomes. Soil Use Manag., 35(1): 94-104.
  - 9) Shahriari, M., Delbari, M., Afrasiab, P., Pahlavan-Rad, M. R. (2019). Predicting Regional Spatial Distribution of Soil Texture in Floodplains Using Remote Sensing Data: A Case of Southeastern Iran. Catena, 182: 104149.
  - 10) Sullivan, D., Shaw, J., Rickman, D. (2005). IKONOS imagery to estimate surface soil property variability in two

Alabama physiographies. Soil Sci. Soc. Am. J., 69, 1789–1798.

- 11) Zhang, G., Liu, F., Song, X. (2017). Recent progress and future prospect of digital soil mapping: a review. J Integr Agr.

# Estimation and Studying of Surface Soil Texture in a Selected Area of the Syrian Desert Using Remote Sensing and Field Data

By

Omar Abdulrazzak <sup>(1)</sup>, Hani Ibrahim <sup>(2)</sup> , Wafa' Al-Hefel<sup>(3)</sup>

Professor in the Department of Soil Science - College of Agricultural Engineering - Al-Furat University <sup>(1)</sup>

Researcher in General Organization of Remote Sensing – Damascus – Syria. <sup>(2)</sup>

PhD student in the Department of Soil Science - College of Agricultural Engineering - Al-Furat University <sup>(3)</sup>

## Abstract

The accurate understanding of spatial distribution and changes occurring in the surface soil texture is essential for land use planning and other activities related to agricultural management and environmental protection. In this study, LANDSAT 8 and LANDSAT 5 images were used to derive a set of spectral indices. Additionally, a digital elevation model was employed to derive relevant topographic indices related to soil texture. A large dataset of field measurements for sand, silt, and clay values, synchronized with satellite image dates, was used to develop multiple stepwise regression equations for determining the spatial distribution of sand, silt, and clay in the soil of the study area. This area is part of the Syrian desert and spans between the Deir ez-Zor and Homs governorates. Furthermore, soil texture was subsequently determined using the USDA Soil Texture. The study investigated changes in surface soil texture in the study area from 2003 to 2022, with a three-year time interval. The study demonstrated the effectiveness of using multiple linear regression and various remote sensing data to predict sand and clay ratios over different time periods, thus assessing changes in surface soil texture within the studied region.

**Keywords:** soil texture, Satellite images, Multiple linear regression, Syrian desert, Remote sensing