MENOUFIA JOURNAL OF SOIL SCIENCE

https://mjss.journals.ekb.eg

Title of Thesis	**:**	Soil quality assesment based on remote sensing and GIS techniques, in the middel of Nile Delta, Egypt.
Name of Applicant	**:**	Hager Abd Fattah Ahmed Hassen
Scientific Degree	**:**	M.Sc.
Department	**:**	Soil Science
Field of study	**:**	Soil Science
Date of Conferment	**:**	Feb. 16, 2025

Supervision Committee:

- Dr. M. S. E. Amira : Prof. of Soil Pedology, Faculty of Agriculture, Menoufia Univ.
- Dr. A.B. Belal : National Authority for Remote Sensing and Space Sciences (NARSS).
- Dr. Asmaa M. M. M. Soliman : Literature of Soil Pedology, Faculty of Agriculture, Menoufia Univ.

SUMMARY

This study was conducted in 2023 in Kafr El-Zayat province soils, east of the Rosetta branch, Gharbia governorate, located in the middle of the Nile Delta. This area lies between longitudes 30° 40` and 30° 50` E and latitudes 30° 44` and 30° 52` N, with an area of 49662.61 feddans.

The work aimed to get recent information about the geomorphological, pedological, and hydrological characteristics of the soils of the study area. This included classification and land evaluation of these soils. To achieve those aims, remote sensing imagery was analyzed, GIS programs were used, and field surveys were conducted. Accordingly, ground control points and pertaining terrestrial data are examined to study and assess the changes in land use/land cover between the years 2010 and 2023.

The interpretation of satellite images showed that this area has an Alluvial Plain main geomorphic unit with eight landform units. These landform units are High Terraces (19.93% of the studied area), Medium Terraces (30.62%), Low Terraces (21.36%), Overflow Basin (7.31%), Decantation Basin (4.41%), Meandering belt (4.25%), Depression (4.87%), and Levee (3.30%) besides Water (3.94 %).

Twenty soil profiles were selected representing these landforms. The land and site features were observed and registered. The soil profiles were dug and morphologically described. The samples were collected to represent the subsequent layers in each profile for integrated physical and chemical analysis. Also, some soil characteristics were valued using reflectance of high-spectral and spatial-resolution images using spectroscopy techniques to develop a new complete procedure for mapping soil features. Additionally, a spatial model is used to assess the Soil Quality Index.

The integration between RS and GIS technology was used to produce results, and figures as well as geomorphic, land evaluation spatial model and change detection in land use/land cover maps.

The obtained results could be summarized as follows:

- The overall rate of change detection in land use/land cover across the intervals of 2010, 2015, and 2023 was elevated for urban land and diminished for agricultural and aquatic areas. Between 2010 and 2015, the agricultural area diminished by 842.51 feddans, while the water area decreased by 2.0 feddans. The urban area expanded by 844.5 feddans. From 2015 to 2023, the agricultural land diminished by 477.54 feddans. The urban area expanded by 477.54 feddans.

- The soil morphological description indicated that all studied soils have almost flat topography with deep soil profiles (more than 130 cm). These soils have a brown to dark grayish-brown color. These soils have almost clay loam to clay texture with moderate medium sub-angular blocky

structure. They have mostly very hard (dry) and very firm (moist) consistency with very sticky and plastic status.

- All studied soils are moderately alkaline (pH < 8.5), non-saline (EC < 4 ds/m) and non-sodic (ESP < 15%). They are slightly calcareous ($CaCO_3$ < 4%) having very slight gypsum content. Organic matter (OM) is low and decreases with depth. Cation exchange capacity is mainly correlated with fine fractions and O.M. contents.
- These soils have a moderate content of available macronutrients (N, P, K).
- The studied soils were classified according to Soil Survey Staff (2014). The dominant soil moisture regime is Torric with a Thermic soil temperature regime. All studied soils haven't any diagnostic sub-surface horizons. Therefore, they classified up to sub-great group level under Entisols order mainly as Typic Torriorthents, Vertic Torriorthents, and Typic Torripsamments.
- The reflectance spectrum data taken by Vis-NIR (350-2500 nm) are used to detect soil properties (physical, chemical, and fertility properties) compared to soil analysis methods.
- Calibration processes were mainly carried out on 70% of soil samples selected by random method. Many steps were created, and extreme and outlier values have been taken out for soil properties. Then data are explored to reduce error before starting prediction. The histogram technique is applied to evaluate the normality of data sets. This indicated that all parameters in this study follow to extend the normal distribution. Finally, the calibration process is run using a Stepwise Multiple Linear Regression (SMLR) equation between the concentration of the given constituent for soil properties and the spectral response (reflectance, R; absorption) to build the best model.
- Calibration of the best combinations provided the best predictive equations that were selected based on the Stepwise Multiple Linear Regression SMLR equation with the highest correlation coefficient R^2 values. The results showed the great potential of spectroscopy technology in the Visible and Near-Infrared light range (Vis-NIRS) which was obtained using the ASD FieldSpec®3HR device in the assessment of soil properties. The properties studied in this way included: soil texture (sand, silt, and clay), chemical properties (pH, EC, $CaCO_3$, gypsum, and ESP), and soil fertility (available N, P & K, organic matter, and CEC).
- The values of Adjusted correlation coefficients (Adj R^2) were 0.719, 0.523, 0.858, 0.792. 0.858, 0.733, 0.523, 0.584, 0.701, 0.471, 0.938,0.701 and 0.885 respectively.
- The results show that spectral data, especially in the Near-Infrared (NIR) and blue bands, have promising potential for accurate prediction of key soil characteristics such as cation exchange capacity (CEC) and potassium, which are essential properties for agricultural soil management. However, more work is still needed to improve models for the prediction of nitrogen, phosphorus and organic matter, especially in cases where spectral signatures overlap or are less clear.
- These findings underscore the great potential for using spectral technology in precision farming methods to improve nutrient management and soil fertility assessment.
- Results and spatial land capability evaluation maps for the studied area showed that most of the studied soils (98.57%) have a Good (C2) capability class. The remaining part (1.43%) has a Fair (C3) capability class.
- Quality indicators based on soil physical and chemical and fertility properties according to the MEDALUS model were used to evaluate the soil quality index as follows:

1- The soil physical quality index indicators included soil texture and soil depth indicators. According to the data used, it was found that 47.49 % of the soils of the study area have high quality, 31.25% have moderate quality and 21.25% have low quality.

2- Soil quality indicators included reaction, salinity, calcium carbonate, gypsum, and exchanged sodium ratio. According to the data analyzed, 55.16% of the study area has high quality, 38.56% has moderate quality, and 6.28% has low quality.

3- The indicators of soil fertility quality index comprised organic matter, cation exchange capacity, and available NPK. The analysis revealed that 39.15% of the study area exhibited high quality, 49.20% demonstrated moderate quality, and 11.63% displayed low quality.

4- The assessment of soil quality Index (ASQI) indicators included soil physical quality, soil chemical quality, and soil fertility quality according to the data used, it was found that the high ASQI class covers an area of 50.78 km², representing 24.34% of the total area. The moderate ASQI class occupies the largest portion, covering 112.96 km² and accounting for 54.15% of the total area. The low ASQI class represents 44.83 km², accounting for 21.49% of the total area.

- Finally, a spatial model was developed to assess the overall Soil Quality Index resulting from indicators (physical, chemical, and fertility), where the data were grouped into a raster. Each data set was categorized into three categories (low, medium, and high scale). The data sets were then weighed according to their influence on the overall model (more weight = more influence).

عنوان الرسالة: تقييم جودة التربة بإستخدام تقنيات الاستشعار من البعد ونظم المعلومات الجغرافية في وسط الدلتا – مصر
اسم الباحث : هاجر عبد الفتاح أحمد حسن
الدرجة العلمية: الماجستير فى العلوم الزراعية
القسم العلمى : علوم الأراضي
تاريخ موافقة مجلس الكلية : ٢٠٢٥/٢/١٦

لجنة الإشراف:
أ.د/ محمد سمير عراقي عميـــــــرة أستاذ البيدولوجي، كلية الزراعة، جامعة المنوفية
أ.د/ عبد العزيز بلال عبد المنطلب بلال أستاذ ورئيس شعبة التطبيقات الزراعية والتربة وعلوم البحار الهيئة القومية للاستشعار عن بعد وعلوم الفضاء
د/ أسماء مختار متولي محمود سليمان مدرس البيدولوجي، كلية الزراعة، جامعة المنوفية

الملخص العربي

أجريت هذه الدراسة في عام 2023 على أراضي مركز كفر الزيات، شرق فرع رشيد بمحافظة الغربية الواقعة في منتصف دلتا النيل، مصر، وتقع المنطقة بين خطي طول `40 30° و`50 30° شرقًا ودائرتي عرض44` 30° و `52 30° شمالًا، بمساحة تبلغ 49662.61 فدانًا.

تمثلت أهداف الدراسة بناء قواعد بيانات رقمية عن الخصائص الجيومورفولوجية والبيدولوجية والهيدرولوجية لأراضي منطقة الدراسة، وكذلك رصد التغيرات في استخدامات الأراضي/الغطاء الأرضي بين عامي 2010 و2023 وذلك باستخدام تقنيات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية والحصر الميداني النصف تفصيلي، كذلك تهدف الدراسة إلى النمذجة الإحصائية والمكانية لبعض خصائص التربة استنادًا إلى تقنيات تحليل الانعكاس الطيفي للأشعة المرئية والأشعة تحت الحمراء القريبة من عينات التربة المعرضة لها، وتطوير إجراء شامل لرسم خرائط خصائص التربة باستخدام الصور عالية الدقة الطيفية والمكانية، وتقييم دليل جودة التربة عبر النمذجة المكانية.

أظهرت نتائج تفسيرات الصور الفضائية أن منطقة الدراسة تحتوي على وحدة جيومورفولوجية رئيسية وهي السهل الفيضي لدلتا نهر النيل، والتي تنقسم إلى ثماني أشكال تضاريسية هي: الشرفات عالية الارتفاع (التي تمثل 19.93% من مساحة الدراسة)، الشرفات متوسطة الارتفاع (30.62%)، الشرفات منخفضة الارتفاع (21.36%)، المنخفض (4.87%)، حوض المصب (4.41%)، حوض جريان الماء (7.31%)، منطقة الالتواء (4.25%)، جسر النهر (3.30%).

لتحقيق هذه الأهداف، تم تحليل صور الأقمار الصناعية بالاستشعار عن بُعد، واستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية، مع إجراء الحصر الميداني النصف تفصيلي، التي تم من خلالها تجميع نقاط التحقق الحقلي وبيانات متعلقة باستخدام الأرض والغطاء الأرضي، ولقد تم فتح 20 قطاعاً أرضياً ممثلة للأشكال الأرضية، وجمعت منها عينات تربة ممثلة للاختلافات بين آفاق وطبقات تلك القطاعات لتحليلها معملياً، وتم استخدام النتائج لإنتاج نماذج لتقييم التربة، واستخدامات الأرض، والغطاء الأرضي، وخرائط قدرة الأرض.

تم دمج معلومات تقنيات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية للحصول على نتائج الخرائط ورسوم بيانية بالإضافة إلى المظاهر المورفولوجية، وتقييم الأراضي، والنماذج المكانية، ورصد التغيرات في خرائط استخدام الأرض/الغطاء الأرضي.

ويمكن تلخيص النتائج فيما يلي:

- كانت نسبة التغير الكلي في استخدام الأرض/الغطاء الأرضي بين كل فترة خلال الأعوام 2010 و2015 و2023) مرتفعة بالنسبة للمباني ومنخفضة بالنسبة لأراضي الزراعية والمسطحات المائية، حيث لوحظ أنه خلال الفترة من 2010 إلى 2015، نقصت المساحة الزراعية بمقدار 842.51 فدانًا، ونقصت المساحة المائية بمقدار 2.0 فدانًا، في حين زادت مساحة المباني بمقدار 844.5 فدانًا، وفي الفترة من 2015 إلى 2023، تم نقص المساحة الزراعية بمقدار 477.54 فدانًا، وزادت مساحة المباني بنفس المعدل.
- أشار الوصف المورفولوجي للتربة إلى أن جميع اللاراضي المدروسة تتميز بطبوغرافيا شبه مستوية مع قطاع أرضي عميق (أكثر من 130 سم)، وتتراوح ألوان هذه الاراضي من البني إلى البني الرمادي الداكن، وغالبية هذه الاراضي تمتلك قوامًا من الطمي طيني إلى الطين، مع تميزها ببنية كتلية متوسطة الحجم، كما تتصف هذه الاراضي بصلابة كبيرة وهي جافة وثبات كبير في الحالة الرطبة مع وجود لزوجة ومرونة واضحة في الحالة المبتلة.
- جميع الاراضي المدروسة معتدلة القلوية، غير ملحية وغير صودية تحتوي على نسبة قليلة من كربونات كالسيوم ومحتوى جبسي ضئيل جدًا، كما أن المادة العضوية منخفضة وتقل مع العمق، وتتناسب السعة التبادلية الكاتيونية بشكل رئيسي مع المحتوي الطيني والعضوي.

- تتميز هذه الأراضي بمحتوى معتدل من العناصر الغذائية الكبرى المتاحة (N، P، K).
- تم تقسيم هذه الأراضي حتى مستوى تحت المجموعات وفقًا لنظام تقسيم الأراضي العالمي (2014)، حيث تتسم الأراضي بنظام التربة الرطوبي "Torric"، ونظام التربة الحراري "Thermic"، ولا تحتوي جميع الأراضي المدروسة على أي أفق تشخيصي، وبالتالي تم تصنيفها ضمن رتبة "Entisols" تحت ثلاث مجموعات رئيسية هي Torriorthents Typic و Typic Torripsamments.وVertic Torriorthents .
- تم استخدام بيانات الانعكاس المتعدد الطيفي من عينات التربة بتعريضها لنطاق الأشعة المرئية والأشعة تحت الحمراء القريبة (350-2500 نانومتر)، للكشف عن خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية وخصائص الخصوبة مقارنة بتركيز بعض خصائص التربة التي تم تحليلها حيث:
- تمت عمليات المعايرة بشكل رئيسي على 70% من عينات التربة المختارة بطريقة عشوائية، مع اتخاذ العديد من الخطوات، وتم التخلص من القيم المتطرفة والخارجية لخصائص التربة، ثم تم استكشاف البيانات لتقليل الأخطاء قبل البدء في التنبؤ، تم تطبيق "التوزيع الطبيعي" لتقييم طبيعة البيانات والتي تشير إلى أن جميع المعلومات في هذه الدراسة تتبع التوزيع الطبيعي، وفي النهاية، تم تنفيذ عملية المعايرة باستخدام طريقة الانحدار الخطي المتعدد التدريجي (SMLR) بين تركيز العنصر المدروس لخصائص التربة والاستجابة الطيفية (الانعكاس، الامتصاص) لبناء أفضل نموذج.
- عمليات المعايرة الخاصة بأفضل التوليفات قدمت المعادلات التنبؤية الأفضل، حيث تم اختيارها بناءً على معادلة الانحدار الخطي المتعدد التدريجي (SMLR) التي تمتلك أعلى قيمة لمعامل الانحدار المعدل ($Adj\text{-}R^2$)، ولقد أظهرت النتائج الإمكانيات الكبيرة لتقنية التحليل الطيفي في نطاق الضوء المرئي والقريب من الأشعة تحت الحمراء (Vis-NIRS)، والتي تم الحصول عليها باستخدام جهاز ASD FieldSpec®3HR في التنبؤ بخصائص التربة، ولقد شملت خصائص التنبؤ بقوام التربة (الرمل، الطمي، والطين)، وكذلك الخصائص الكيميائية للتربة التي منها pH، التوصيل الكهربائي EC، كربونات الكالسيوم $CaCO_3$، الجبس، ونسبة الصوديوم المتبادل ESP، وخصوبة التربة التي تتضمن (النيتروجين الميسر، الفوسفور الميسر، البوتاسيوم الميسر، المادة العضوية، والسعة التبادلية الكاتيونية CEC).
- كانت قيم معامل االانحدار (R^2) لهذه الخصائص كما يلي: 0.719، 0.523، 0.858، 0.792، 0.858، 0.733، 0.523، 0.584، 0.701، 0.471، 0.938، 0.701، و0.885 على التوالي.
- توضح النتائج أن البيانات الطيفية، خصوصًا في نطاق الأشعة القريبة من تحت الحمراء (NIR) والنطاق الأزرق، تتمتع بإمكانات واعدة في التنبؤ الدقيق بخصائص التربة الرئيسية مثل السعة التبادلية الكاتيونية CEC والبوتاسيوم ، وهما خاصيتان أساسيتان لإدارة التربة الزراعية، ومع ذلك، لا يزال هناك حاجة لمزيد من العمل لتحسين النماذج الخاصة بتنبؤ النيتروجين والفوسفور والمادة العضوية، خاصة في الحالات التي تتداخل فيها التواقيع الطيفية أو تكون أقل وضوحًا.
- تؤكد هذه النتائج على الإمكانيات الكبيرة لاستخدام التكنولوجيا الطيفية في طرق الزراعة الدقيقة لتحسين إدارة المغذيات وتقييم خصوبة التربة.
- أوضحت نتائج وخرائط تقييم قدرة الأرض Land capability evaluation لهذه المنطقة إلى أن معظم أراضي منطقة الدراسة (98.57%) تقع ضمن رتبة القدرة الانتاجية الجيدة (C2) ، بينما الجزء الباقي (1.43%) يقع ضمن رتبة القدرة المتوسطة (C3).
- تم استخدام مؤشرات الجودة التي تعتمد على الخصائص الفيزيائية والكيميائية وخصوبة التربة وفقًا لمعادلة MEDALUS لتقييم مؤشر جودة التربة كالتالي:

1- **مؤشر جودة التربة الفيزيائي:** وشمل هذا المؤشر قوام التربة وعمق التربة، ووفقًا للبيانات المستخدمة وُجد أن (47.49%) من أراضي منطقة الدراسة ذات جودة عالية، و(31.25%) ذات جودة متوسطة، و(21.25%) ذات جودة منخفضة.

2- **مؤشر جودة التربة الكيميائي:** وشمل هذا المؤشر تفاعل التربة، ملوحة التربة، كربونات الكالسيوم، الجبس في التربة، ونسبة الصوديوم المتبادل، ووفقًا لهذه البيانات، وُجد أن (55.16%) من المنطقة المدروسة ذات جودة عالية، و(38.56%) ذات جودة متوسطة، و(6.28%) ذات جودة منخفضة.

3- **مؤشر خصوبة التربة:** وشمل هذا المؤشر المادة العضوية، سعة التبادل الكاتيوني، والعناصر الغذائية المتاحة (NPK)، ووفقًا لهذ البيانات، وُجد أن (39.15%) من المنطقة المدروسة ذات جودة عالية، و(49.20%) ذات جودة متوسطة، و(11.63%) ذات جودة منخفضة.

4- مؤشر جودة التربة النهائي (ASQI): وشمل هذا المؤشر جودة التربة الفيزيائية، وجودة التربة الكيميائية، وخصوبة التربة. ووفقًا لهذه البيانات، وجد أن فئة مؤشر جودة التربة العالية تغطي مساحة 50.78 كيلومتر مربع، مما يمثل نسبة 24.34% من إجمالي المساحة، وتحتل فئة مؤشر جودة التربة المتوسطة الجزء الأكبر، حيث تغطي مساحة 112.96 كيلومتر مربع، ما يعادل نسبة 54.15% من إجمالي المساحة، أما فئة مؤشر جودة التربة المنخفضة، فتغطي مساحة 44.83 كيلومتر مربع، أي ما يمثل نسبة 21.49% من إجمالي المساحة.

- وأخيرًا، تم تطوير نموذج مكاني لتقييم مؤشر جودة التربة الإجمالي الناتج من المؤشرات (الفيزيائية، الكيميائية، والخصوبة)، حيث تم تجميع البيانات في صور نقطية (raster)، وتم تصنيف كل مجموعة بيانات الي ثلاث فئات (منخفض، متوسط، عالي) ، ثم تمت إضافة أوزان لهذه البيانات وفقًا لتأثيرها على النموذج الكلي (وزن أكبر = تأثير أكبر).

MENOUFIA JOURNAL OF SOIL SCIENCE

https://mjss.journals.ekb.eg