Name of Candidate: Rafaat Kamal Yacoub Abd El_Motagaly Degree: Ph.D

Title of Thesis: Evaluation of Management Effects on Land Degradation of Some Reclaimed Areas, Nubariya, Egypt

Supervisors: Prof. Dr.: Kadry Fouad Zaghlool, Prof. Dr.: Wadid Fawzy Erian, and Prof. Dr.: Mohamed Nabil Amin Hegazy.

Department: Soil Science

Branch: Pedology Approval: 16/7/2003

ABSTRACT

Nubariya district is considered to have scoped for the expansion of arable land as the Nile delta traditionally forms the old alluvial cultivable land. El-Bustan areas I & II are one of the land reclamation projects, which is irrigated from El-Bustan El-Gddidah canal using drip and sprinkle irrigation systems. Since, the area is considered as a sandy soils, therefore, it is planed to use the modern irrigation systems and without a need of a drainage system. The waterlogging problem had appeared in some areas of El-Bustan I&II in the year 1995 as a result of bad water management. The current work aims to investigate the indicators and processes of land degradation due to management in El Bustan area, Nubariya, and to assess and estimate degree, extent, and overall severity of land degradation, from year 1986 to year 2001, using ANOVA and geostatistical analysis, FAO, and GLASOD approach in GIS environment.

The physiographic mapping units were compiled based on the result of digital terrain model, then the physiographic and soil map was compiled for studied area. The Maximum Likelihood classifier was used to classify the colour composite of the satellite image of TM create of September 1990, August 1997, and December 1999, after using the unsupervised classification to create the expected waterlogging areas in the studied area. Then the cross operation was used between the three classified maps to determine the location of waterlogging areas in the studied area. ANOVA analysis was performed in order to investigate how the measurements of soil properties are related to different physiographic mapping units, using the software "SPSS version. 10". Analysis of variance (ANOVA) was used as a different approach to analyze the relation between the soil properties with different soil unit maps, and it was used to select the most soil properties and differentiate groups for the soil mapping units. Geostatistical analysis runs in two step procedure: (a) the calculation of the experimental semi-variogram and fitting a model; and (b) interpolation through some sort of Kriging, which uses the semi-variogram parameters. Map Calculation Operation (MapCalc.) was used to calculate the differences of the selected soil properties of the two years 1986 and 2001. Degraded areas were calculated for the total 10 years and also for each year. The selected soil properties value maps of the two years (1986 & 2001) were rated by land degradation classes, then thematic maps were compiled and were used to create land degradation severity level according the GLASOD approach. The Hooghoudt equation was used to calculate the drains spacing of the studied area. The buffer zone operation was used to calculate the areas, which are efficient or insufficient drainage system.

The effects of management on the water-table depth show that: The non-severe areas were 35,495 feddans (73.21% of the total area), The slight severe areas (Pw2.1) were 415 feddans (0.85 %of the total area), The medium severe areas (Pw3.1 & Pw4.1) were 445 feddans (0.88 %), The high severe areas (Pw3.2 & Pw4.2) were 1980 feddans (4.08 %), and The very high severe areas were 10,150 feddans (20.93%). The effects of management on the salinization show that: The non-severe areas were 37,200 feddans (76.72 % of the total area), The slight severe areas (Cs1.1&Cs2.1) were 1150 feddans (2.38 %of the total area), The medium severe areas (Cs2.2, Cs3.1 & Cs4.1) were 2515 feddans (5.17 % of the total area), The high severe areas (Cs2.3, Cs2.4 & Cs4.2) were 6780 feddans (12.8 % of the total area), and The very high severe areas were 895 feddans (1.85% of the total area). The effects of management on soil compaction show that: The non-severe areas were 25,610 feddans (52.81 % of the total area); The slight severe areas Pc1.2&Pc2.1 were 16435 feddans (33.90 %of the total area); The medium severe areas Pc1.3 were 2895 feddans (5.97 % of the total area); and The high severe areas Pc2.3& Pc2.4 were 3545 feddans (7.32% of the total area).

The drain spacing of the whole area, the flat areas, and sand dune areas should not less than 181, 153, and 203 m respectively. The current drains system, the current drainage efficiency was created. The result show that the efficiency of the drain system was covered 9120 feddans (18.81% of the total area) only and about 39,370 feddans (81.19% of the total area) facing the risk of decreasing the water-table level.

The study shows that using the high technology (GIS, Geostatistical analysis and Remote Sensing Data) was powerful tools to help stick holders and decision-makers to take solutions and actions for problems, developing and sustain any area.

K. F. Zaghlool

نموذج رقم (٤)

اسم الطالب: رأفت كمال يعقوب عبد المتجلى الدرجة: الدكتوراه

عنوان الرسالة: تقييم تأثير عمليات الخدمة على تدهور بعض الأراضي المستصلحة بمنطقة النوبارية مصر.

المشرفون: ا.د: قدرى فؤاد زغلول و ا.د: وديد فوزى عريان و ا.د: محمد نبيل أمين حجازى.

قسم: الأراضي فرع: البيدولوجى تاريخ منح الدرجة:٢٠٠٣/٧/١٦

تعتبر منطقة النوبارية من أهم مناطق التوسع الزراعي مثل زراعة الأراضي الرسوبية القديمة التي كونت دلتا النيل التقليدية. و تعد أراضي البستان ١&٢ واحدة من مشروعات استصلاح الأراضي و التي تروى من ترعة البستان الجديدة باستخدام نظم ري الرش و التقليط. تعتبر أراضي المنطقة أراضي رملية و لذلك صممت طرق الري على أساس استخدام طرق الري الحديثة و بالتالي لا تحتاج المنطقة إلى إنشاء شبكة صرف. و قد ظهرت مشكلة ظهور الماء السطحي في بعض مناطق البستان ١&٢ في سنة ١٩٩٥ نتيجة للاستخدام السيئ للماء الا و هي التسرب الماء من جدار القنوات التي إنشائها الفلاحين عند قياسهم بتغير نظام الري الحديث الى نظام ري بالغمر. بالإضافة إلى نقص المعلومات عن الاحتياجات المائية و جدول الري و عدم كفاية نظام الصرف.وتهدف هذه الدراسة الى استكشاف عوامل و عملية تدهور الأراضي نتيجة الخدمة في مناطق البستان ١ & ٢ بالنوبارية و تقييم التدهور الحادث بطريقة كمية من سنة ١٩٨٦ الى سنة ٢٠٠١ باستخدام تحليل التباين و الإحصاء الفراغية من خلال تقسيم ال FAO و طريقة ال GLASOD من خلال منظومة المعلومات الجغرافيه انتجت الوحدات الفزيوجرافية من خلال التحليل الأرضي لنقط الارتفاعات و مع الدراسات الأرضية تم إنتاج خريطة التربة للمنطقة. و قد تم استخدام تقسيم صور الأقمار الصناعية لسنة ١٩٩٠و ١٩٩٧ و ١٩٩٩ باستخدام التقسيم الموجة لثلاث أطياف مختلفة الطول و هو ال Maximum Likelihood Classifier من اجل تحديد مناطق ظهور الماء الأرضي على السطح في منطقة الدراسة و بمطابقة نتائج تقسيم الثلاثة صور اظهر مناطق ظهور الماء الأرضي على سطح الأرض. و قد أوضحت نتائج تحليل التباين مدى علاقة الوحدات الخرائطية مع خواص الأرض المقاسة. و تم استخدم تحليل الإحصاء الفراغي في خطوتين. الأولى حساب علاقة البيانات مع بعضها في الفراغ و تحديد أنسب نموذج لهذه الخاصية و الثانية حساب قيمة الخاصية باستخدام طريقة ال Kriging. ثم تم طرح الخواص المختلفة لسنة ١٩٨٦ مع خواص سنة ٢٠٠١ لتحديد مقدار التغير الحادث في الفترة كلها و حسبت لكل سنة. بعد ذلك تم تقسيم الاختلافات بناء على تقسيم ال FAO ثم قسمت حسب طريقة ال GLASOD. و قد استخدمت معادلة هوخاوت من اجل قياس المسافة الواجب اخذها في الاعتبار عند إنشاء شبكة صرف. و تم حساب كفاءة شبكة المصارف الحالية لوضع تصور لاماكن المصارف التى تحتاجها المنطقة.

و اظهرت النتائج ان التدهور في أنضغاط التربة حسب تقسيم FAO انه ليس هناك تغير في ١٧١٥ فدان بنسبة ٣,٥٤ % من المساحة الكلية و تدهور بسيط في ٣٩٥١٠ فدان بنسبة ٨١,٥٩% من المساحة الكلية وتدهور متوسط في ٧٢٦٠ فدان بنسبة١٤,٩٧ % من المساحة الكلية و لا يوجد تدهور عالي من المساحة الكلية و لا يوجد تدهور عالي جدا من المساحة الكلية. كما أظهرت النتائج ايضا ان التدهور الكلى في العمق الفعال حسب طريقة GLASOD كان لا يوجد به أي تأثير اظهور الماء الأرضي في ٣٥٧٩٥ فدان بنسبة ٧٣,٢١% من المساحة الكلية و تأثير بسيط في ٤١٥ فدان بنسبة ٠,٨٥% من المساحة الكلية و تأثير متوسط في ٤٤٥ فدان بنسبة ٠,٨٨% من المساحة الكلية وتأثير عالي في ١٩٨٠ فدان بنسبة ٤,٠٨% من المساحة الكلية وتأثير عالي جدا في ١٠١٥٠ فدان بنسبة ٢٠,٩٣% من المساحة الكلية. أظهرت النتائج ان التدهور الكلى في ملوحة التربة حسب طريقة GLASOD كان لا يوجد أي تأثير لظهور الماء الأرضي في ٣٧٢٠٠ فدان بنسبة ٧٦,٧٢% من المساحة الكلية و تأثير بسيط في ١١٥٠ فدان بنسبة ٢,٣٨ % من المساحة الكلية و تأثير متوسط في ٢٥١٥ فدان بنسبة ٥,١٧% من المساحة الكلية وتأثير عالي في ٦٧٨٠ فدان بنسبة ١٢,٨% من المساحة الكلية وتأثير عالي جدا في ٨٩٥ فدان بنسبة ١,٨٥ % من المساحة الكلية. اظهرت النتائج ان التدهور الكلى في انضغاط التربة حسب طريقة GLASOD كان لا يوجد اي تأثير اظهور الماء الارضي في ١٢٦١٠ فدان بنسبة ٢٥,٨١% من المساحة الكلية و تأثير بسيط في ١٦٤٣٥ فدان بنسبة ٣٣,٩٠% من المساحة الكلية و تأثير متوسط في ٢٨٩٥ فدان بنسبة ٥,٩٧% من المساحة الكلية وتأثير عالي في ٣٥٤٥ فدان بنسبة ٧,٣٢% من المساحة الكلية.

اوضحت الدراسة ان السبب الرئيسي الذي ادى إلى تدهور الأراضي بتلك المنطقة هو تغير نظام الري من الطرق الحديثة إلى طريقة الري بالغمر مع عدم وجود مصارف بالمنطقة. و عند استخدام معادلة Hooghoudt وجد ان المسافة بين المصارف يجب الا تقل عن ١٨١ متر في منطقة الدراسة و ١٥٢ متر في مناطق المستوية و ٢٠٣ متر في مناطق الكثبان الرملية. و بالتالى هناك ٩١٢٠ فدان بنسبة ١٨,٨١ % من منطقة الدراسة لاتحتاج إلى شبكة صرف و ان هناك ٣٩٣٧٠ فدان بنسبة ٨١,١٩% تعانى من نقص المصارف. و أوضحت الدراسة أن استخدام التكنولوجية المتقدمة مثل الاستشعار عن بعد و الإحصاء الفراغية و تحليل التباين من خلال منظومة المعلومات الجغرافية تمثل أداة قوية تساعد متخذي القرار على حل و اتخاذ فعل تجاه المشاكل و تنمية و استدامة أي منطقة.

TABLE OF CONTENTS

1 INTRODUCTION 1

2 REVIEW OF LITERATURE 3
2.1 Land Reclamation in Egypt 3
2.2 Land Degradation 12
2.2.1 Concept of Land Degradation 12
2.2.2 Land Degradation Severity in North Africa and Near East 14
2.2.3 Land Degradation Types 20
2.2.3.1 Degradation By External Soil Material 20
2.2.3.2 Degradation By Internal Soil Deterioration 21
2.2.4 Land Degradation Indicators 25
2.3 Mapping Land Degradation in GIS Environment 26
2.3.1 Terrain Analysis (Digital Terrain Model) 28
2.3.2 Spectral Analysis (Remote Sensing Imagery) 31
2.3.3 Spatial Data Analysis 33
2.3.3.1 Analysis of Variances (ANOVA) 34
2.3.3.2 Geostatistical Analysis 35
2.3.4 Point Interpolation Procedures 45
2.3.5 The Geostatistical Application in Soils 48
2.4 Evaluation of Land Degradation 53
2.4.1 Soil Degradation Assessment 55
2.4.1.1 Soil Degradation Status 56
2.4.1.2 Extent of Soil Degradation (GLASOD) 57
2.4.1.3 Overall Severity Level of Soil Degradation (GLASOD) 57
2.5 Soil Conservation Practices 57
2.5.1 Drainage measure to combat land degradation 58
2.5.2 Lay-out of Field Drains and Laterals 59
2.5.2.1 Random Field Drainage System 60
2.5.2.2 Parallel Field Drainage System 60

3 AREA DESCRIPTION 62
3.1 Location 62
3.2 Climate 62
3.2.1 Atmosphere Climate 62
3.2.2 Soil Climate 64
3.3 Geology and Geomorphology 65
3.4 Soils 67
3.5 Hydrology 70

3.6 Irrigation and Drainage 71
3.7 Vegetation and Landuse 71
3.8 Water Table 72

4 MATERIALS AND METHODS 74
4.1 Materials 74
4.1.1 Topographic maps 74
4.1.2 Semi-detail soil survey reports 74
4.1.3 Landsat TM data 75
4.1.4 Other information 75
4.2 Methods Applied 75
4.2.1 Pre-Field Work 76
4.2.1.1 Terrain Analysis (DTM) 76
4.2.1.2 Physiographic mapping units 76
4.2.1.3 Spectral Analysis 77
4.2.1.4 Sampling Design 78
4.2.2 Laboratory Work 79
4.2.2.1 Soil Physical Analyses 79
4.2.2.2 Soil Chemical Analyses 80
4.2.3 Data Processing and Analysis 80
4.2.3.1 Data input 80
4.2.3.2 Analysis of Variance (ANOVA) 80
4.2.3.3 Geostatistical Analysis 81
4.2.4 Interpolation of the Soil Properties 81
4.2.5 Physiography and soil map 81
4.2.6 Data Interpretation (Land Degradation Assessment) 82
4.2.6.1 Calculation of the differences years 1986 & 2001 83
4.2.6.2 Soil degradation status 83
4.2.6.3 Extent Frequency of Soil Degradation (GLASOD) 84
4.2.6.4 Overall Severity of Soil Degradation (GLASOD) 84
4.3 Soil conservation 84
4.3.1 Evaluation of drainage efficiency 84
4.3.2 Improving the Drainage System 84

5 RESULTS AND DISCUSSION 85
5.1 Terrain Analysis 85
5.2 Physiographic Mapping Units 90
5.3 Soil Variability 94
5.3.1 Soil Sets Characteristics 94
5.3.1.1 Differentiated Soil Quality (ANOVA) 94

5.3.1.2 Spatial Variability (Geostatistical Analysis) 96
5.3.2 The Effective Soil Depth (Water-Table Depth) 98
5.3.3 The Salic Horizon of Year 2001 101
5.3.4 Soil Mapping Units 104
5.4 Land Degradation Assessment 139
5.4.1 Waterlogged Areas (1986-2001) 139
5.4.2 Soil Degradation Severity (1986-2001) 146
5.4.2.1 Differentiated Soil Quality Group (ANOVA of Year 1986) 147
5.4.2.2 Spatial Variability (Geostatistical Analysis) year 1986 149
5.4.3 Effective Soil Depth, Soil Salinity and Bulk Density (1986) 149
5.4.3.1 The Effective Soil Depth 150
5.4.3.2 Create the EC Value of The Layer (0 - 60cm) of Year 1986 150
5.4.3.3 The Bulk Density Value Map of The Layer (60cm) 1986 152
5.4.4 Effective Soil Depth, Soil Salinity and Bulk Density (2001) 153
5.4.4.1 The EC Value of the Layer (0-60cm) of Year 2001 153
5.4.4.2 The Bulk Density Map of the Layer (60cm) of Year 2001 155
5.4.5 Calculate the Differences Between Year 1986 and 2001 155
5.4.6 Severity Classes 159
5.4.7 Extent Overall Severity 163
5.4.7.1 Waterlogged Areas 163
5.4.7.2 Salt-Effect Areas 165
5.4.7.3 Compacted Areas 167
5.5 Soil Improvement 169
5.5.1 Evaluation of Drainage Efficiency 169
5.5.2 Improving Drainage System 172
6 SUMMARY AND CONCLUSION 174
7 REFERENCES 181
8 APPENDIX 194
9 ARABIC ABASTRACT