DEDICATION

To the soul of my parents

To my wife, daughters and sons

To my sisters and brothers

ACKNOWLEDGEMENT

I would like to express my gratitude to my major supervisor, Dr. Omer Mohammed Eltom, Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture, University of Khartoum, for his full guidance, continuous encouragement throughout the course of this study.

My deep thanks and gratitude to my co- supervisor Dr. Hassan Ibrahim Mohammed, Department of Agric.Engineering, College of Agric. Studies, Sudan University of Science and Technology. For his close guidance, continuous support, valuable remarks and suggestions throughout the period of this study.

Iam indebted to Sudan University of Science and Technology for financing this study.

Iam also indebted to Ustaz Abdelgani Ahmed Hussein for his valuable computer assistance. Sincere thanks are due to Ustaz Sami Atta Elmoula for his valuable help. Also thanks are extended to Ustaz Abdalla NourEldin for his valuable assistance.

Thanks are extended to Dr. Haitham Elramlawi for his co- operation and appreciated help. Special thanks are also extended to the staff members of Agricultural Engineering Department, College of Agricultural Studies, Sudan University of Science and Technology.

Thanks are due to all friends and colleagues who help me during the period of this study.Lastly, my sincere appreciation to my family for their support, patience and continuous encouragement throughout the time of this study.

TABLE OF CONTENTS

Title **Page**

Title **Page**

Title **Page**

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

LIST OF ABBREVIATIONS

ASAE	American Society of Agricultural Engineers.
BEP	Break – Even Point.
CP	Critical Path.
CPM	Critical Path Method.
CPMS	Crop Production Machinery System.
DBP	Draw bar Power.
EFC	Effective Field Capacity.
FAO	Food and Agriclture Organization of the United Nations.
Fed	Feddan = 0.42 hectare for area
GDP	Gross Domestic Product.
Hp/ha	Horse power per hectare.
HQ	Head quarters.
ILP	Integer linear Programming.
K	Timeliness factor.
Km/hr	Kilometer per hour.
KN/m	Kilonewton per meter.
Kw	Kilowatt.
L	litre.
LP	linear Programming.
M	Meter.

Machiner	Micro Computer Model for Agricultural Machinery Management.
MACHSEL	Acomputer Model for Selection and Evaluation of Machinery Complements.
QSB	Quantitative System for Business.
R. & M.	Repair and maintenance.
SI	System Internationale.
TE	Tractor Distribuation Efficiency.
VBA	Visual Basic Application.
$	American dollar sign.

ABSTRACT

Machinery management is a complex process that deals with optimization of mechanized operations for agricultural production in a dynamic and in uncertain weather conditions. The complexity arise from high investment and operating costs, presence of diversified and intensified cropping pattern and timeliness factor.

At the start of each season the agricultural manager is confronted with the questions of : (1) what is the optimum machinery seasonal scheduling plan to follow under the prevailing constraint of limited resources (strategic plan). (2) How to operate and implement the seasonal plan in order to physically achieve the maximum profit with resilient machinery. Thus , this study was directed to develop a sound analytical user- friendly computer model to aid decision – makers to prepare their machinery strategic plan.

To achieve these objectives the developed algorithm consists of submodels that combine in overall unified expert model. It starts by initialized set of input data to construct machinery scheduling program and bar–chart. A submodel was developed to estimate all elements of machinery costs.

For the purpose of evaluating the program financial and technical factors were determined. Then, linear programming and Pert techniques were employed to improve the utilization of material, money and man resources. Consequently, the scheduling program was revised, updated and revaluated after determing the cost elements.

For the purpose of model verification, validation and application input data was collected from primary and secondary sources using

various sampling technique from Rahad irrigation Scheme and Wad Salman Agricultural Project (Sinar Estate) for the last five years .

The model was verified by comparing its outputs with Rahad existing machinery scheduling program for two, three and four course rotation. The model succeeded in reducing the peak number of required tractors in July by 30, 29 and 16 % for two, three and four course rotation respectively. Comparison of the model output with performance of Rahad four course rotation by an overall index that capture peak number of tractors, cost of operations, execution time and machine utilization indicated a significant difference between the simulated results and the current status in Rahad Scheme.

Comparing actual with prediction was tested by comparing the output with existing scheduling program of Rahad Scheme with respect to satisfaction of the purpose of model building to minimize wastage of resources and a better utilization of resources during program implementation.

Application of the optimization models resulted in reducing the demand for total number of tractors and costs of operations to execute the program. During implementation phase financial (NPV, B/C and IRR), material and money (Labor, Power utilization and distribution and their maximum number at critical period) were evaluated. Analysis of the financial indicators showed a positive status for the running Rahad scheduling program. Technical indicators reflected the increase in labor demand by the increase in crop intensity while power utilization per area and maximum number of tractors were inversely related to crop intensity.

The power distribution efficiency was improved slightly by optimization technique for the various crop rotations.

Examination of resource utilization during implementation by Pert technique in order to coordinate program execution, time planning and taking corrective action indicated that : disc harrowing is the most critical activity. Using the Pert technique resulted in saving of time for all crop rotation and help to assess risk in time management by calculating different levels of probability of execution . Utilization of the optimization model resulted in time saving of 9, 11 and 13% at 100% level of probability of program implementation for two, three and four course rotation respectively.

The model was utilized for the purpose of designing a new machinery unit for Wad Salman Agricultural Project. The model succeeded in generating the basic element to develop this new unit. These elements include machinery scheduling program, their costs and the technical and financial indicators of performance.

The model sensitivity to changes at 10% and 20% step of each single input (cultivated area and total cost of operations) and their interactions on the outputs of maximum number of machines, total fuel costs, machine utilization factor and IRR for the Rahad four- course rotation using analysis of variance.

For the case of single input changes of the cultivated area reveals that there was significant (P.0.05) increase in maximum number of machines, total fuel costs and IRR with increase in cultivated area while there was no significant effect on machine utilization. The total costs, maximum number of machines and total costs of fuel were found to be

significantly increased with costs increase. In contrast, there was no significant increase in both IRR and machine utilization.

For the case of multiple inputs effect of the area was found to be more dominant for the results indicate significant effects with maximum number of machines, total fuel costs and IRR and no significant effect for machine utilization.

The policy making recommendations generated from the model building and its application for the cases studied includes the benefits of application of the experts system as pre requisite for improving performance of scheduling and managing Rahad machinery set up, ability to compare alternative crop rotations with respect to machinery utilization. The model also offer aviable tool for decision – maker to control resources during implementation of machinery schedule and to build a new machinery service unit.

For future research the text indicated four areas that need to be studied in depth and to be added as submodels to the program.

ملخـــــص الاطـــــروحة

تهدف إدارة الآلات الزراعية إلى تنفيذ العمليات الزراعية المميكنة بطريقة مثلى تحت ظروف ديناميكية ومناخية متقلبة. وتواجه إدارة الآلات الزراعية بعدة عوامل معقدة ومركبة تنشأ من :-

توظيف رأس المال ، تكاليف تشغيل الآلات الزراعية ، تنوع وتكثيف الدورة الزراعية ، وعامل الزمنية .

كما يواجه المسئول عن تنفيذ برنامج الآلات الزراعية بعدة تحديات منها نوعية الخطة الموسمية المثلى لبرمجة آلياته تحت قيود الموارد المحددة ، وبطريقة تشغيل وتطبيق هذه الخطة الموسمية وذلك للحصول على اكبر ربحية مالية .

لذا تهدف هذه الدراسة إلى :

- بناء نموذج لمساعدة متخذ القرار لإعداد خطة لتشغيل الآلات الزراعية ، ويبدأ النموذج بإدخال المعلومات (الإحصائية) المطلوبة وذلك لتكوين برنامج لجدولة العمليات الزراعية ، وتحديد تكلفتها الكلية لجميع محاصيل الدورة الزراعية .
- تقييم برنامج العملياتالزراعية مالياً وفنياً .
- تم إستخدام البرمجة الخطية وبيرت لتحسين إستغلال الموارد .
- للتحقق من دقة البرنامج وتطبيقه جمعت المعلومات من مشروع الرهد الزراعي ومشروع ود سلمان الزراعي كمصادر أولية وثانوية للمدخلات .
- تمت مقارنة مخرجات النموذج مع برنامج مشروع الرهد الزراعي الحالى للدورة الثنائية والثلاثية والرباعية .
- أظهرت نتائج النموذج تخفيض فى العدد الأقصى للجرارات بنسب ٣٠% ، ٢٩ % ، ١٦% وذلك للدورة الثنائية والثلاثية والرباعية .
- بمقارنة مخرجات النموذج مع أداء مشروع الرهد الزراعي للدورة الرباعية وبدلالة عدد الجرارات القصوى ، تكاليف العملبات الزراعية ، فترة تنفيذ العمليات ، إستغلال الآلات ، أظهرت النتائج فرقاً معنوياً .
- أظهر تطبيق النموذج نقصان عدد الجرارات المستخدمة ، تقليل تكلفة العمليات الزراعية .
- تم تقييم مخرجات النموذج بإستخدام مؤشرات مالية (NPV, B/C, IRR) وفنية (العمالة – إستغلال القدرة وكفاءة توزيعها – أقصى قدرة عند الفترات الحرجة) .
- التحليل المالى أشار إلى حالة موجبة لبرنامج مشروع الرهد الزراعي الحالي ، وأظهرت المؤشرات الفنية زيادة فى طلب العمالة بزيادة الكثافة المحصولية ، كما أشارت إلى وجود علاقة عكسية بين أقصى عدد للجرارت وزبادة الكثافة المحصولية.
- كما أظهرت النتائج تحسن طفيف فى كفاءة توزيع القدرة فى كل انواع دورات المحاصيل الزراعية .

- أظهر إستخدام إسلوب بيرت لتنفيذ البرنامج وتخطيط الوقت أن عمليات التمشيط القرصية هى أنشطة حرجة ، كما أظهر إسلوب بيرت تقليل الزمن فى كل أنواع الدورات الزراعية ، وأنه يمكن تقييم مخاطر إدارة الوقت وذلك بإيجاد مستويات مختلفة لإحتمالية تنفيذ البرنامج .
- أظهر النموذج تقليل الزمن بنسب ٩ % ، ١١% ، ١٣% عند إحتمالية (١٠٠%) لكل من الدورة الزراعية الثنائية ، الثلاثية ، والرباعية .
- أستغل النموذج لتصميم وحدة للآلات الزراعية لمشروع ود سلمان الزراعي ، وذلك لبرمجة العمليات الزراعية ،وتقدير التكاليف وأيضاً تحديد قيم مؤشرات الأداء المالى والفنى للمشروع .
- تم تطبيق تحليل الحساسية للنموذج بزيادة قيم مدخلات المساحة المبرمجة ، والتكلفة الكلية للعمليات الزراعية لمشروع الرهد الزراعي بنسب ١٠% و ٢٠% ، وذلك لقياس تأثيرها على أقصى عدد للآلات ، تكاليف الوقود الكلية ، معامل إستغلال الآلات الزراعية ، ومعدل العائد الداخلى (IRR) وذلك بإستخدام تحليل التباين .
- فى حالة زيادة المساحة المبرمجة أظهر التحليل زيادة معنوية فى العدد الأقصى للآلات ، تكاليف الوقود ومعدل العائد الداخلى للمشروع ، كما أظهر التحليل عدم وجود أثر معنوى على معامل إستغلآل ألآآت الزراعية .
- فى حالة زيادة التكاليف الكلية للعمليات أظهر التحليل زيادة معنوية فى العدد الأقصى للآلات ، تكاليف الوقود ، ولايوجد تاثير (فرق معنوي) لزيادة التكاليف الكلية على معدل العائد الداخلى (IRR) ، ومعامل إستغلال الآلات.
- فى حالة تعدد المدخلات أظهر التحليل ان المساحة المبرمجة لها تأثير معنوى على العدد الأقصى للآلات ، تكلفة الوقود ، ومعدل العائد الداخلى ، ولايوجد اثر معنوى على كفاءة إستغلال الآلات الزراعية .
- يوصى بإستخدام النموذج لتحسين أداء و إدارة الآلات الزراعية بمشروع الرهد الزراعي ولمقارنة بدائل دورات المحاصيل الزراعية .
- يستخدم النموذج كأداة قابلة للتطبيق للتحكم فى الموارد خلال تنفيذ جدولة العمليات الزراعية ، وأيضاً أنشاء مراكز خدمة للآلات الزراعية .
- فى مجال البحوث المستقبلية أظهرت الدراسة أربعة مجالات يمكن أن تبحث فيها مستقبلاً وإضافتها للنموذج .