Dedication

To

My mother

My father

My sisters and brothers

Acknowledgements

I wish to express my sincere appreciation to my supervisor prof. Dr. Tageldin Hussein Nasroun for his continuous guidance and encouragement throughout this investigation. I would like also to thank Dr. Abdelazim Yassin Abdelgadir for helping in the statistical analysis. I am also indebted to Dr. Ashraf Mohamed Ahmed for helping in carrying out the tests. My thanks also go to Dr. Mohamed Osman Abnaof , Ust. Abdellatif Eltayeb, Dr. Hala and Dr. Musab for their encouragement.

Special thanks also go to my Friends: Zuhair, Mona, Eslam, Mortada and Galal for their encouragement.

Abstracts

The Effect of Slope of Grain on Modulus of Rupture (MOR) and Modulus of Elasticity (MOE) of sunt (*Acacia nilotica)* Wood Grown in Blue Nile State

This investigation delt with the effect of grain angle on modulus of rupture (MOR) and modulus of elasticity (MOE) of sunt wood grown in Blue Nile State. Static bending test was carried out for samples with five different grain angles including zero angle i.e. clear wood with straight grain. The slopes used included 1in 16, 1in 12, 1in 8, and 1in 6. From test results modulus of rupture and modulus of elasticity were calculated for each slope of grain. Four grades were selected arbitrarily and suitable strength ratios were assigned to these grades. From the test results and using the strength ratios the MOR was calculated for each grade. Analysis of variance and Duncan's Multiple Range test were carried out, looking for the level of significance of the variations in MOR and MOE between the different grain angles. Regression analysis was also carried out for establishing relationships between each of MOR and MOE as dependent variables and grain angles as independent variables for estimating grain angles for different grades. The relationship between grain angle and MOR was established for short duration ultimate stress. The values of MOR for each grade (MORg) were substituted in the model relating MOR to slope of grain to find the slope of grain for each grade. Highly significant differences were found between MOR for the different slopes of grain ($P < 0.0001$). Significant differences were also obtained between MOE for

the different slopes of grain (p = 0.0086). This p–value shows that MOE is not as sensitive to changes in slope of grain as MOR.

Regression analysis resulted in a model for estimating MOR from the slope of grain or vice versa. The model is as follows:

MOR = 1986-3697.6×SG .Where: SG= slope of grain,

The model for MOE was as follows:

MOE = 173580 – 189299 × SG

The slopes of grain obtained for the different grades were as follows:

Grade	First	Second	Third	Fourth
Slope of grain	1 in 10	1 in 6	1 in4	1 in 3

It appeared from the results that the variability of wood as a natural material affected the relationship between MOR and MOE on one side and slope of grain on the other by reducing R^2 values. The small size of the samples used also contributed to the same above effect.

ملخص البحث

تأثيرانحراف اتجاه الألياف على معامل الانهيار (MOR) ومعامل المرونة (MOE) فى اخشاب السنط (*Acacia nilotica*) النامية بولاية النيل الازرق

إستهدفت هذه الدراسة تحديد تأثير انحراف اتجاه الالياف على معامل الانهيار ومعامل المرونة فى اخشاب السنط النامية فى الغابات النيليه بولاية النيل الازرق. ولتحقيق هذا الهدف تم اجراء اختبار الانحناء الاستاتيكي على عينات من خشب السنط بخمس درجات من انحراف الالياف بمافيها عينات لا إنحراف فيها وقد شملت درجات انحراف الالياف مايلى: صفر ، 1/16 ، 1/12، 1/8، 1/6. وشملت البيانات التى تم تسجيلها من نتائج الاختبار الحمل الاقصى عند الانهيار والحمل عند نقطه حد التناسب والانحراف حتى نقطة حد التناسب . ومن هذه البيانات تم حساب معامل الانهيار ومعامل المرونة لكل درجة من درجات انحراف الالياف وتم إختيار اربعه درجات ومقابل كل درجه نسبه قوة تم تحديدها حسب نوعيه الاخشاب المتوفره. وباستخدام نسبه القوه تم حساب معامل الانهيار لكل درجه قوه .. وقد تم تحليل النتائج باستخدام تحليل التباين وتحليل الانحدار الخطي بين كل من معامل الانهيار ومعامل المرونة كمتغيرات تابعة وانحراف اتجاه الالياف كمتغير مستقل. وبتعويض معامل الانهيار لكل درجه قوه فى نموذج الانحدارالخطى الذى يربط معامل الانهيار بانحراف الالياف تم الحصول على درجات إنحراف الالياف لدرجات القوة المختلفه. واظهرت نتائج تحليل التباين فروق معنوية عاليه بين معامل الانهيار لدرجات انحراف الالياف المختلفة ($P<0.0001$). كما أظهرت النتائج أيضاً وجود فروق معنويه بين معامل المرونة لدرجات انحراف الالياف المختلفة ($P=0.0086$) . وتدل قيمة (P) هذه على أن معامل المرونة لم يتأثر بأنحراف اتجاه الالياف بنفس حساسية معامل الانهيار ومن نتائج تحليل الانحدار الخطي نموذج رياضي يحدد علاقة معامل الانهيار (MOR) بانحراف اتجاه الالياف والنموذج هو

$$MOR=1986-3697.6\times SG$$

حيث SG= درجة انحراف الالياف.

كما نتج عن تحليل الانحدار الخطي ايضاً نموذج للعلاقة بين معامل المرونة (MOE) ودرجة انحراف اتجاه الالياف

$$MOE=173580-189299\times SG.$$

وكانت درجات إنحراف الالياف لكل نسبه قوه والتى تم حسابها من النموذج اعلاه كما يلى:

درجه القوة	الاولى	الثانيه	الثالثه	الرابعه
إنحراف اتجاه الالياف	1/10	1/6	1/4	1/3

ويظهر من هذه النتائج ان التباين فى خصائص الاخشاب كمادة طبيعية كان له تأثير على العلاقة بين كل من معامل الانهيار ومعامل المرونة من جهة وانحراف إتجاه الالياف من جهة أخرى وذلك بخفض قيمة R^2

Table of Contents

		Page
Dedications	…….……..	I
Acknowledgement	……..…….	II
English abstract	……	III
Arabic abstract	…….……	V
Table of contents	…….……...	VII
List of tables	……..……	IX
List of figures	…….……	X

Chapter One Introduction

1-1 Background	……..	1
1-2 Research problem	…… …….....	3
1-3 Objectives	……..……	3

Chapter Two Literature Review

2-1 General	…… ……	.5
2-2 Elastic Principles	…… .	6
2-3 Elastic Constants	....	8
2-4 Mechanical behavior of wood	……	.9
2-5 Individual strength properties	……...	13

2-6 Derivation of basic stresses …….. ..20
2-7 Structural-size tests ……... 22
2-8 Factors influencing the strength and elasticity of wood …… 24
2-8-1 Natural Defects …… …… 24
2-8-2 Factors Other than defects …… 34
2-9 Lumber Grading ……..…… . 38
2-10 machine stress grading …… 41

Chapter Three Materials and Methods

3-1 Material …… 43
3-2 Methods …… 44

Chapter Four Results and Discussion

Results and Discussion …… 48

Chapter Five Conclusions and Recommendations

5-1 Conclusions …… 55
5-2 Recommendations …… 55
References …… 56

List of tables

Page

Table 1: Strength ratios for different slope of grain …….31

Table 2: ANOVA table for MOR…….46

Table 3: ANOVA table for MOE ..……..46

Table 4: The effect of slope of grain on MOR and MOE……..47

Table 5: Slope of grain for different grades……...51

List of figures

Page

Figure 1: The relation between MOR and slope of grain…..……50

Figure 2: The relation between MOE and slope of grain…. ……50