بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

ٱلرَّحْمَٰنُ ﴿١﴾ عَلَّمَ ٱلْقُرْءَانَ ﴿٢﴾ خَلَقَ ٱلْإِنسَٰنَ ﴿٣﴾ عَلَّمَهُ ٱلْبَيَانَ ﴿٤﴾
ٱلشَّمْسُ وَٱلْقَمَرُ بِحُسْبَانٍ ﴿٥﴾ وَٱلنَّجْمُ وَٱلشَّجَرُ يَسْجُدَانِ ﴿٦﴾
وَٱلسَّمَآءَ رَفَعَهَا وَوَضَعَ ٱلْمِيزَانَ ﴿٧﴾ أَلَّا تَطْغَوْا۟ فِى ٱلْمِيزَانِ ﴿٨﴾
وَأَقِيمُوا۟ ٱلْوَزْنَ بِٱلْقِسْطِ وَلَا تُخْسِرُوا۟ ٱلْمِيزَانَ ﴿٩﴾ وَٱلْأَرْضَ
وَضَعَهَا لِلْأَنَامِ ﴿١٠﴾ فِيهَا فَٰكِهَةٌ وَٱلنَّخْلُ ذَاتُ ٱلْأَكْمَامِ ﴿١١﴾
وَٱلْحَبُّ ذُو ٱلْعَصْفِ وَٱلرَّيْحَانُ ﴿١٢﴾ فَبِأَىِّ ءَالَآءِ رَبِّكُمَا تُكَذِّبَانِ
﴿١٣﴾ خَلَقَ ٱلْإِنسَٰنَ مِن صَلْصَٰلٍ كَٱلْفَخَّارِ ﴿١٤﴾ وَخَلَقَ ٱلْجَآنَّ مِن
مَّارِجٍ مِّن نَّارٍ ﴿١٥﴾ فَبِأَىِّ ءَالَآءِ رَبِّكُمَا تُكَذِّبَانِ ﴿١٦﴾ رَبُّ
ٱلْمَشْرِقَيْنِ وَرَبُّ ٱلْمَغْرِبَيْنِ ﴿١٧﴾ فَبِأَىِّ ءَالَآءِ رَبِّكُمَا تُكَذِّبَانِ ﴿١٨﴾

صدق الله العظيم

سورة الرحمن

إهداء

لأمي وأبي والمهتمين بالخزف أهدي هذا الجهد المتواضع

الشكر والتقدير

الحمد والشكر لله أولا من ثم أخص به

- **المشرف الأول: أ. د : مصطفي عبده محمد خير لإشرافه علي البحث وحسن معاونته ونصائحه وتدقيقه وإفاداته الثرة بالمعلومات.**
- **المشرف الثاني : د. صالح علي صالح لما قدمه من معلومات ومشاركته في توفير العينات اضافة للنصائح ورحابة الصدر.**
- **السفير التركي بالسودان السيد أردوقان كوك لمساهمته في تحليل العينات وتوفيره لبعض المراجع الحديثة.**
- **أمناء المكتبات بجامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا وجامعة النيلين ووزارة المعادن.**
- **لإدارة جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا وكلية الفنون الجميلة والتطبيقية وقسم الخزف الذين أتاحوا لي الفرصة للقيام بهذه الدراسة.**
- **من ثم لكل من أسهم في هذا البحث بأي قدر له إمتناني و شكري و تقديري.**

المستخلص

تناول البحث المشكلات المتعلقة بقلة تطور صناعة الزجاج في السودان ودراسة الخصائص العملية للخامات الطبيعية الخاصة به بهدف الكشف عن الخامات المناسبة وتوفير المعلومات عن خصائصها وطرق تحضيرها ومعالجتها من ثم إمكانية إستغلالها وتشكيلها لإعطاء أنواع مختلفة من الزجاج والزجاج السيراميكي والأجسام المتزججة . كما أن قلة الدراسات السابقة بهذا الشأن قد إستدعت أهمية هذا البحث لأجل ذلك إستخدم الباحث المنهج التطبيقي في إطار وصفي تحليلي فإستعرض خلفية تاريخية عن صناعة الزجاج ومواقع خاماته بالسودان وأنواعها. تم إختيار سبعة وستون عينة من الخامات من مناطق مختلفة وهي تمثل مصادر للأكاسيد الحامضية و القاعدية و المتعادلة . فحصت العينات بالأشعة السينية المتفلورة (XRF) ورصدت مكوناتها وحددت الشوائب ثم قُورنت بالعينات القياسية العالمية. دُرست الخصائص الميكانيكية للعينات الرملية والخصائص الفيزيائية لبقية العينات فشملت البنية ، الفقد بالحرارة (LOI) ، المكسر ، تحديد اللون وفقاً للقياسات العالمية، درجة حرارة صهرالعينات وتحديد لون المصهور. أُخضعت العينات لمعالجات مختلفة كالغسيل الإحتكاكي، الترشيح، التصفية والترسيب ، الفرز المغناطيسي والكلسنة. ثم صُنعت منها خلطات للزجاج غير المتبلور، الزجاج السيراميكي والأجسام المتزججة وفقاً لمعايير تناول الخامات . ثم حُرقت في درجات حرارية مختلفة.من بين ثمانية وثمانون تجربة،أستخرج منها ثلاثون نوعا للزجاج. أخضعت نتائج عينات الخلطات إلى إختبارات لقياس الصلابة، مقاومة الأحماض والتشقق والإمتصاص. شكلت عينات الزجاج الفني بعدة طرق.

إتضح أن بالإمكان الإستفادة من بعض الخامات المحلية في إعطاء أنواع متعددة من الزجاج والزجاج السيراميكي والأجسام المتزججة بعد معالجتها من مركبات الحديد التي تمثل شائبة تقلل من جودة الخامات، تبين أن الحجر الجيري (عينة بورتسودان)، طلق صحراء بيوضة، الكوارتز والجرانيت المتحلل عينة الخرطوم والكيانيت تماثل العينات القياسية، تربة منطقتي القريقريبة وزالنجي وبازلت (منطقة الروصيرص) عبارة عن مزججات طبيعية يمكن إستخدامهم في درجات الحرارة المناسبة . أوصت الدراسة بالأستفادة من الخامات المحلية وإستثمارها في تطوير صناعة الزجاج .

Abstract

This research deals with problems related to the lack of development of the glass industry in Sudan. It attempts to investigate the different characteristics of locally found in raw materials and their suitability for making glass art works. Lack of previous studies in this field led the researcher to employ a practical – method in form of descriptive analytical to review the historical background of glass industry , the types of raw materials and their locations in Sudan .Accordingly, sixty seven samples of materials were selected from different locations. The samples mainly contain acidic oxides, alkaline and stabilizers they were examined by X-Ray Fluorescence (XRF). Their components were observed , impurities were spotted and then compared to International Standards. Mechanical characteristics of sand samples were studied along with physical characteristics of other samples, which include general mass, physical structure, LOI, identifying color in accordance with the International Standards , melting point and color of fuse. The samples underwent various processes such as mechanical wash, filtration, sedimentation, magnetic separator and calcinations .Afterwards, various mixtures such as non-crystallized mixtures, glaze and vitreous ware made in accordance to the International Standards. Mixtures were then burned in different temperatures .Around eighty eight experiments were executed, and thirty types of glass emerged successfully . The obtained glass was then tested for hardness , resistance to acids and cracking. Glass art work were made by different methods. Final Results had clearly shown that it was possible to use these samples in making glass art works after treatment and did away with iron components. It has also made clear that Portsudan limestone , Baiuda desert talc, quartz, weathered granite of Khartoum and kynite samples are matching with International Standards ,Also Grigriba , Zalingi soil and Elrosseres basalt could be used successfully as natural glaze after heat-treatment without adding any other materials. The study therefore, recommends taking advantage of local materials and investing it in the development of glass industry in Sudan.

المحتويات

م	المحتوي	الصفحة
1	الإستهلال	أ
2	الإهداء	ب
3	الشكر والتقدير	ج
4	المستخلص	د
5	ABSTRACT	ه
6	المحتويات	و
7	**الفصل الأول : الإطار العام – المقدمة وخطة البحث والدراسات السابقة**	1
8	المقدمة	2
9	خطة البحث	3
10	أهمية البحث	3
11	أهداف البحث	3
12	مشكلة البحث	3
13	أسئلة البحث	3
14	فرضيات البحث	3
15	منهج البحث	4
16	حدود البحث	4
17	صعوبات البحث	4
18	مصطلحات البحث	4
19	الدراسات السابقة	5
20	**الفصل الثاني : الإطار النظري– نشأة وتطورصناعة الزجاج وماهيته وأنواعه وطرق تصنيعه وخصائص مكوناته**	7
21	المبحث الأول: نشأة وتطور صناعة الزجاج	8
22	نشأة صناعة الزجاج	8
23	مكونات الزجاج القديم	12

24	تشكيل الزجاج القديم	14
25	تطور صناعة الزجاج	14
26	صناعة الزجاج القديم في السودان	14
27	الزجاج عند الإغريق	22
28	الزجاج عند الرومان	32
29	الزجاج عند البيزنطيين	42
30	صناعة الزجاج في الحضارات الاسلامية	52
31	صناعة الزجاج في إسبانيا	27
32	صناعة الزجاج في فنسيا (البندقية)	28
33	صناعة الزجاج الحديث	29
34	صناعة الزجاج الحديث في السودان	31
35	المبحث الثاني: ماهية الزجاج وأنواعه وطرق تصنيعه	39
36	ماهية الزجاج	39
37	أنواع الزجاج	40
38	إستخدامات الزجاج	48
39	طرق تصنيع الزجاج	50
40	المبحث الثالث: خصائص مكونات الزجاج	58
41	خصائص الأكاسيد الحامضية	60
42	خصائص الأكاسيد القاعدية	67
43	خصائص الأكاسيد الأخري	74
44	خصائص مواد التلوين	76
45	خصائص الأكاسيد المتعادلة	81
46	**الفصل الثالث : الاطار العملي منهج اجراءات البحث والتحليل**	83
47	المبحث الأول:عينات خامات الزجاج الطبيعية بالسودان	84
48	أماكن العينات و أنواعها ومكوناتها	84
49	خامات السيليكا	88
50	خامات الكالسيوم	93

51	خامات الصوديوم	100
52	خامات البوتاسيوم	103
53	خامات الألومينا	108
54	خامات التلوين	113
55	الخامات الناتجة عن الصخور النارية	116
56	الخامات الأخري	125
57	المبحث الثاني : خصائص خامات الزجاج الطبيعية بالسودان	128
58	الخصائص العامة	128
59	الخصائص الميكانيكية	128
60	الخصائص الحرارية للعينات	133
61	خصائص الجودة	139
62	المعالجات	143
63	المبحث الثالث : صياغة الخلطات الزجاجية وطرق تشكيلها	149
64	صياغة الخلطات الزجاجية	149
65	طرق تشكيل الخلطات	159
66	**الفصل الرابع : عرض النتائج و مناقشتها**	161
67	المبحث الأول: نتائج التجارب المعملية	162
68	نتائج عينات الخامات	162
69	نتائج الخلطات الزجاجية	165
70	المبحث الثاني : قياس النتائج بمواصفات الجودة	166
71	مواصفات وجودة عينات الخامات	166
72	مواصفات وجودة عينات الزجاج	168
73	المبحث الثالث: تفسير ومناقشة نتائج البحث	171
74	تفسير و مناقشة نتائج عينات الخامات	171
75	تفسير و مناقشة نتائج عينات الزجاج	172
76	**الفصل الخامس: نتائج البحث وتوصياته**	173
77	أهم نتائج البحث	174
78	الخاتمة	175
79	التوصيات	175

80	**الملاحق**	176
81	المصادر و المراجع باللغة العربية	177
82	المعاجم	179
83	البحوث العلمية والرسائل	179
84	الزيارات الميدانية	179
85	المراجع باللغة الإنجليزية	180
86	الدوريات الأجنبية	181
87	الأنترنت	182
88	الجداول	183
89	التقارير	216
90	الصور	225
91	الخريطة	244