وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة بابل – كلية الهندسة
قسم الهندسة المدنية

إنشاء نموذج لتخمين نسبة الجبس المثلى للسمنت البورتلاندي

رسالة

مقدمة إلى كلية الهندسة في جامعة بابل

كجزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في علوم

الهندسة المدنية

من قبل

زينب حسن عبد العباس

إشراف

أ.م.د. مهدي صالح عيسى

أ.م.د.غالب محسن حبيب

كانون الثاني ٢٠٠٧ محرم ١٤٢٨

Ministry of High
Education ar
Scientific Researc

University of Babylon
of Engineering
Civil Department

CONSTRUCTING A MODEL FOR PREDICTING OPTIMUM GYPSUM CONTENT OF PORTLAND CEMENT

A Thesis

Submitted to The College of Engineering

of The University of Babylon in Partial

Fulfillment of The Requirements

for The Degree of Master

of Science in Civil

Engineering

By

ZAINAB HASSAN ABDUL-ABASS

B.Sc. ٢٠٠٤ *Supervised by*

Asst. Prof. Dr. MAHDI S. ESSA

Asst. Prof. Dr. GHALIB M. HABEEB

بسم الله الرحمن الرحيم

وَيَسْئَلُونَكَ عَنِ الرُّوحِ قُلِ الرُّوحُ مِنْ أَمْرِ رَبِّي وَمَا أُوتِيتُم مِّنَ الْعِلْمِ إِلَّا قَلِيلًا

صدق الله العظيم

سورة الإسراء، الآية (٨٥)

الخلاصة

تم اشتقاق نموذج رياضي لتخمين نسبة الجبس المثلى للسمنت البورتلاندي في أعمار ٣، ٧، ٢٨، و ٦٠ يوم، الذي يمنح السمنت مقاومة انضغاط قصوى. للحصول على هذا النموذج الدراسة الحالية قسمت إلى جزءين:

١. تطوير نموذج إحصائي لتخمين مقاومة الانضغاط للسمنت البورتلاندي. وذلك لان هذا النموذج هو الأساس لتطوير نموذج نسبة الجبس المثلى للسمنت.

إن نموذج تخمين مقاومة الانضغاط بني باستخدام تحليل الانحدار و مستند على (٤٠) من عينات السمنت المختلفة مأخوذة من (٧) معامل سمنت عراقية مختلفة، سمنت هندي، و سمنت كويتي. (٢٦) من العينات كانت سمنت بورتلاندي اعتيادي بينما الـ (١٤) عينة الاخرى كانت سمنت بورتلاندي مقاوم للكبريتات.

لتحسين دقة تخمين مقاومة الانضغاط، تم توجيه الاهتمام نحو الاختيار الصحيح للمتغيرات المستخدمة في هذا النموذج. عدد المتغيرات غير المعتمدة المدروسة كان (١٦). هذه المتغيرات هي (C_3S, C_2S, C_3A, C_4AF)، النعومة (مقاسة بطريقة Blaine)، الاكاسيد الثانوية MgO،الجير الحر free CaO، SO_3، والمتغيرات التي يحصل عليها من التحليل الكيميائي للسمنت مثل معامل السليكا (SM)، نسبة الالومينا (AR)، الفقدان أثناء الإيقاد (LOI)، المخلفات غير الذائبة (IR)، ومعامل الإشباع الجيري (LSF). بالإضافة إلى زمن التصلب الابتدائي و النهائي و فحص الثبات (معبراً عنه بطريقة المحمم المائي)

محاولات جادة تمت لإدخال المتغيرات في مجاميع مختلفة لاختبار المتغيرات التي لها تأثير أكثر تميز على مقاومة الانضغاط، حتى إنجاز الشكل النهائي للنموذج المقترح.

تم اختبار صلاحية النموذج المقترح لتخمين مقاومة الانضغاط في أعمار مختلفة وذلك بفحص خمس عينات من السمنت بأعمار ١،٢، ٣، ٧، ١٤، ٢١، ٢٨، و٦٠ يوم. كذلك تم عمل مقارنة للنموذج باستخدام بيانات أخرى (غير المستحصلة في الدراسة الحالية). لقد وجد إن النموذج المقترح يعطي نتائج جيدة وهذا يشير إلى الاختيار الصحيح لشكل النموذج و المتغيرات المستخدمة في النموذج.

معامل الارتباط للصيغة النهائية لنموذج تخمين مقاومة الانضغاط (عندما يتضمن النموذج جميع المتغيرات مع اعتبار زمن الفحص متغير غير معتمد اساسي) كان(٠.٩٩٦٦)، قيمة الخطأ القياسي كانت (٠.٢٠١٤)، و الاختلاف بين المقاومة الحقيقية و المخمنة كانت (±٢.MPa).

٢. صياغة مشكلة تحقيق الأمثلية، وصياغة الشكل النهائي للنموذج المقترح لتخمين نسبة الجبس المثلى للسمنت.

الشيء الأكثر أهمية في هذه الدراسة هو الحصول على استعمال مفهوم تطبيق اشتقاق رياضي على النماذج الإحصائية. تمت المحاولة لتطبيق طريقة تحقيق الأمثلية الكلاسيكية على نموذج تخمين مقاومة الانضغاط للحصول على قيمة SO_3% التي تزيد مقاومة الانضغاط. لقد وجد إن الاشتقاق الرياضي للنموذج الإحصائي لا يعطي نتائج جيدة عندما يكون النموذج الإحصائي دالة للزمن. لكنه يعطي نتائج جيدة عند استعمال نموذج خاص لكل عمر. انه من غير الممكن بناء نموذج لكل عمر لذا تم اختيار أربعة أعمارلبناء نموذج لكل منها لتخمين مقاومة الانضغاط وهذه الاعمار هي ٣، ٧، ٢٨، و ٦٠ يوم.

صلاحية مثل هذا الاشتقاق فحصت باستعمال بيانات تجريبية موثوقة أخذت من بحث آخر. لقد وجد إن نسبة الجبس المثلى المحسوبة من النموذج المقترح قريبة من القيم الفعلية.

كذلك وجد إن نعومة السمنت، C_3S، C_2S، C_3A، C_4AF، فحص الثبات، و زمن التصاب الابتدائي و النهائي هي العوامل الرئيسية في نموذج تخمين نسبة الجبس المثلى للسمنت.

ABSTRACT

A mathematical model is driven to predict the Optimum Gypsum Content (O.G.C.) of Portland cement at ages of ٣, ٧, ٢٨, and ٦٠ days, which imparts the cement maximum compressive strength. To obtain such model the present study is divided into two parts:

١. Development of statistical model for prediction of compressive strength of Portland cement. The reason is that such model is the basis to development of the O.G.C. model of cement.

The compressive strength prediction model was built by using regression analysis and based on (٤٠) different cement samples taken from (٧) different Iraqi cement factories, Indian cement, and Kuwaiti cement. (٢٦) of the samples were ordinary Portland cement while the other (١٤) samples were sulphate resisting Portland cement.

To improve the accuracy of the compressive strength prediction, attention has been drawn towards right selection of the variables which are used in this model. The number of the studied independent variables was (١٦). These variables are C_3S, C_2S, C_3A, C_4AF, fineness (in terms of Blaine specific surface),

the minor oxides MgO, free CaO, SO_3, and the variables obtained from the chemical analysis of cement like silica modulus (SM), alumina ratio (AR), loss on ignition (LOI), insoluble residue (IR), and lime saturation factor (LSF), in addition to initial and final setting time, and unsoundness (in terms of autoclave expansion).

Serious attempts were made to introduce the variables in various combinations to examine the variables which have the most significant effect on the compressive strength, until attaining the final form of the proposed model.

The validity of the proposed model to predict the compressive strength at various ages was checked by using five cement samples tested at ages of ١, ٢, ٣, ٧, ١٤, ٢١, ٢٨, and ٦٠ days. A comparison of the present model using other data (other than those obtained in the present study) was made. It was found that the proposed model yields good results and refers to the right selection of the model form and of the variables used in the model.

The correlation coefficient of the final form of the compressive strength prediction model (i.e when all variables are included in the model and taking of time of testing (t) as the main independent variable) was (٠.٩٩٦٦), the value the standard error was (٠.٢٠١٤), and the difference between the observed and the predicted strength was (±٢ MPa.).

٢. Formulation of the optimization problem, and formulation of the final form of the proposed model for predicting O.G.C. of cement.

The most important thing in this study is to get use of the concept of applying mathematical derivation on statistical models. An attempt is made to apply Classical Optimization Method on the compressive strength prediction model to obtain the SO_3% value that maximize the compressive strength. It was found that the mathematical derivation of the statistical model does not yield good results when the statistical model is a function of time. But it yields good results when a special model is used for each age. It is impossible to produce a model for each age, hence, four ages were selected to build a model for each one of them to predict compressive strength. These ages are ٣, ٧, ٢٨, and ٦٠ days.

The validity of such derivation was examined by using reliable available experimental data from other research. It was found that the calculated O.G.C. from the proposed model is close to the actual value of the O.G.C.

The fineness of cement, C_3S, C_2S, C_3A, C_4AF, unsoundness, initial setting time, and final setting time are the major factors in O.G.C. prediction model.

LIST OF CONTENTS

SUBJECTS	PAGE

Acknowledgement……. I
Abstract…….. II
List of Contents…… IV
List of Figures…… VII
List of Tables……. X
Notations…… XII

CHAPTER ONE: INTRODUCTION

١.١General ……. ١
١.٢ Modeling of The Compressive Strength of Cement…… ٢
١.٣ Optimization…… ٤
١.٤ Modeling of The Optimum Gypsum Content of Cement…… ٤
١.٥ The Objectives of The Present Work……... ٥
١.٦ The Thesis Layout……... ٦

CHAPTER TWO: LITERATURE REVIEW

SUBJECTS	PAGE
٢.١ Chemical Composition of Portland Cement……	٧
٢.٢ Sulfate Attack……..	١١
٢.٣ Effect of Gypsum on Some Properties of Cement……..	١٣
٢.٣.١ Effect of Gypsum on Setting Time…….	١٤
٢.٣.٢ Effect of Gypsum on Compressive Strength……..	١٥
٢.٣.٣ Effect of Gypsum on Expansion…….	١٨
٢.٣.٤ Effect of Gypsum on Shrinkage……	١٩
٢.٣.٥ Effect of Gypsum on Heat Evolution……..	٢٠
٢.٤ Factors Affecting Optimum Gypsum Content…….	٢١
٢.٤.١ Chemical Composition of Cement……..	٢١
٢.٤.٢ Fineness of Cement…….	٢٤
٢.٤.٣ Source of Gypsum……..	٢٥
٢.٤.٤ Glass Content…….	٢٦
٢.٤.٥ Curing time, Curing method, and Curing temperature……	٢٧
٢.٤.٦ Type of Calcium Sulfate…….	٢٨
٢.٥ Statistical Models for The Optimum Gypsum Content in Cement..	٣٠
٢.٥.١ Haskell`s Model……...	٣٠
٢.٥.٢ Meissner`s Model……	٣١
٢.٥.٣ Ost` Model……..……	٣١
٢.٥.٤ Hobbs`s Models……...	٣١
٢.٥.٥ Abdul-Latif`s Models……..	٣٢
٢.٦ Compressive Strength…….	٣٥
٢.٧ Statistical Models for Strength in Cement……...	٣٦

CHAPTER THREE: EXPERIMENTAL WORK

٣.١ Introduction	٤٩
……	٤٩
٣.٢ Materials……..	٤٩
٣.٢.١ Cement…….	٥٠
٣.٢.٢ Sand…….	٥٠
٣.٢.٣	٥٦
Water…… ٣.٣	٥٦
Preparation of Mortar Cubes.....	٥٦
٣.٤ Curing……..	٥٧
٣.٥ Compressive Strength Test……..	٥٧

٣.٦ Setting Time Test…….
٣.٧ Soundness Test……

CHAPTER FOUR: ANALYSIS OF RESULTS AND DISCUSSION

٤.١ Development of statistical models for prediction of compressive strength of ٥٨
cement…… ٥٨
٤.١.١ Factors Affecting Strength of Cement……. ٥٨
٤.١.١.١ Individual Effect of Main Compounds…… ٥٩
٤.١.١.٢ Effect of C_3S……..... ٦٠
٤.١.١.٣ Effect of C_2S…… ٦٢
٤.١.١.٤ Effect of C_3A……... ٦٣
٤.١.١.٥ Effect of C_4AF……. ٦٤
٤.١.١.٦ Effect of MgO…….. ٦٦
٤.١.١.٧ Effect of Free CaO……... ٦٧
٤.١.١.٨ Effect of SO_3…… ٦٨
٤.١.١.٩ Effect of Loss on Ignition……
٤.٢.١.١٠ Effect of Insoluble Residue……...

SUBJECTS PAGE

٤.١.١.١١ Effect of Lime Saturation Factor…….. ٦٩
٤.١.١.١٢ Effect of Unsoundness……. ٦٩
٤.١.١.١٣ Effect of Silica Modulus and Alumina Ratio..... ٧١
٤.١.١.١٤ Effect of Initial and Final Setting ٧٣
Time……. ٧٥
٤.١.١.١٥ Effect of Fineness……..
٤.١.٢ The Statistical Regression Models for Prediction of ٧٦
Compressive Strength of Portland Cement…….. ٧٦
٤.١.٢.١ Models ٨٣
Development……... ٨٣
٤.١.٢.٢ Residual Examination…….. ٨٦
٤.١.٢.٣ Examination of Statistical ٨٨
Models……...
٤.١.٢.٤ Comparison with Data from Other Sources ٩١
……... ٩١
٤.٢ Formulation of The Optimization Problem……. ٩٨
٤.٣ The Statistical Regression Models for Prediction of Compressive ٩٨
Strength of Portland Cement at ages of ٣, ٧, ٢٨, and ٦٠ Days...….
٤.٣.١ Model Development…… ١٠١
٤.٣.٢ Residual Examination……..
٤.٣.٣ Examination of Statistical ١٠٤
Models……... ١٠٥
٤.٣.٤ Application of The Classical Optimization Method on ٣,
٧, ٢٨, and ٦٠ days compressive strength
models…….
٤.٣.٥Examination of The Mathematical Derivation and
Comparison with Other Models……..….
٤.٤ The Discussion of The Factor Affecting O.G.C. of Cement…….
.

CHAPTER FIVE: CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

٥.١ ١٠٩
Conclusions…….. ١١٠
٥.٢ Recommendation for Future Studies……...
١١١
References……..
Appendix……...

LIST OF FIGURES

TITLE	PAGE

Figure (٢-١): The Development of Compressive Strength with Different Amounts of SO_3 (Haecker et al. ٢٠٠٠)..... ١٨

Figure (٢-٢-a): Degree of Hydration of C_3A with Different Amounts of SO_3 (Haecker et al. ٢٠٠٠)……..... ٢١

Figure (٢-٢-b): The Rate of Ettringite Formation with Different Amounts of SO_3 (Haecker et al. ٢٠٠٠)……..…….. ٢٢

Figure (٢-٣): Relative Strength Development of Portland Cement mortar cubes as a Percentage of – ٢٨ Day Strength. Mean Values Adopted from Gebhardt ١٩٩٥……. ٣٧

Figure (٤-١): Relationship between C_3S and ٣, ٧, ٢٨, and ٦٠ Days Compressive Strength of Portland Cement... ٦٠

Figure (٤-٢): Relationship between C_3S and ٣, ٧, ٢٨, and ٦٠ Days Compressive Strength of Portland Cement… ٦١

Figure (٤-٣): Relationship between C_3A and ٣, ٧, ٢٨, and ٦٠ Days Compressive Strength of Portland Cement… ٦٣

Figure (٤-٤): Relationship between C_4AF and ٣, ٧, ٢٨, and ٦٠ Days Compressive Strength of Portland Cement... ٦٤

Figure (٤-٥): Relationship between MgO and ٣, ٧, ٢٨, and ٦٠ Days Compressive Strength of Portland Cement... ٦٥

Figure (٤-٦): Relationship between Free CaO(%) and ٣, ٧, ٢٨, and ٦٠ Days Compressive Strength of Portland Cement…… ٦٦

Figure (٤-٧): Relationship between SO_3 and ٣, ٧, ٢٨, and ٦٠ ٦٧

Days Compressive Strength of Portland Cement....
Figure (٤-٨): Relationship between Loss on Ignition (%) and ٣, ٧, ٢٨, and ٦٠ Days Compressive Strength of Portland Cement..... ٦٨
Figure (٤-٩): Relationship between Insoluble Residue(%) and ٣, ٧, ٢٨, and ٦٠ Days Compressive Strength of Portland Cement……. ٦٩

TITLE PAGE

Figure (٤-١٠): Relationship between LSF and ٣, ٧, ٢٨, and ٦٠ Days Compressive Strength of Portland Cement.. ٧٠
Figure (٤-١١): Relationship between Unsoundness(%) and ٣, ٧, ٢٨, and ٦٠ Days Compressive Strength of Portland Cement……...… ٧٠
Figure (٤-١٢): Relationship between Alumina Ratio and ٣, ٧, ٢٨, and ٦٠ Days Compressive Strength of Portland Cement……..…… ٧٢
Figure (٤-١٣): Relationship between Silica Modulus and ٣, ٧, ٢٨, and ٦٠ Days Compressive Strength of Portland Cement……..……. ٧٣
Figure (٤-١٤): Relationship between Initial Setting Time (minute) and ٣, ٧, ٢٨, and ٦٠ Days Compressive Strength of Portland Cement.…… ٧٤
Figure (٤-١٥): Relationship between Final Setting Time (minute) and ٣, ٧, ٢٨, and ٦٠ Days Compressive Strength of Portland Cement…… ٧٤
Figure (٤-١٦): Relationship between Specific Surface Area of Cement (m^2/kg) and ٣, ٧, ٢٨, and ٦٠ Days Compressive Strength of Portland Cement…….. ٧٦
Figure (٤-١٧): The Residuals Distribution of Compressive Strength Obtained by The Proposed Model for Ages of ٣, ٧. ٢٨, and ٦٠ Days…..... ٨٤
Figure (٤-١٨): Graphical Representation of a Function $f(x)$ (Bunday١٩٨٥ p.٤)…..……..…… ٨٩
Figure (٤-١٩): Residual Distributions for (a) ٣Days, (b) ٧ Days, (c) ٢٨ Days, and (d) ٦٠ Days Compressive Strength for model ١*……..…….. ٩٨
٩٩

Figure (٤-٢٠): Residual Distributions for (a) ٣Days, (b) ٧ Days, (c) ٢٨ Days, and (d) ٦٠ Days Compressive Strength for Model٢*……. ٩٩

Figure (٤-٢١): Residual Distributions for (a) ٣Days, (b) ٧ Days, (c) ٢٨ Days, and (d) ٦٠ Days Compressive Strength for Model ٣*…..……

TITLE PAGE

Figure (٤-٢٢): Residual Distributions for (a) ٣Days, (b) ٧ Days, (c) ٢٨ Days, and (d) ٦٠ Days Compressive Strength for Model ٤*…..……. ١٠٠

Figure (٤-٢٤): Residual Distributions for (a) ٣Days, (b) ٧ Days, (c) ٢٨ Days, and (d) ٦٠ Days Compressive Strength for Model ٥*……. ١٠٠

LIST OF TABLES

LIST OF TABLES

TITLE	PAGE

Table (٢-١): Step-wise Model presented by Abdul-Latif in ٢٠٠١..... ٣٤

Table (٢-٢): Physical and Chemical Requirements for Ordinary Portland Cement According to the Iraqi Standard IQS No.٥:١٩٨٤..... ٣٦

Table (٣-١): Cement Factories and The Type of Their Production with The Number of Sampls…..……. ٥٠

Table (٣-٢): Chemical Analysis for The Cements Used Throughout The Present Study…….……. ٥١

Table (٣-٣): Physical Properties for The Cements Used Throughout The Present Study…….. ٥٣

Table (٣-٤): The Four Main Compounds for The Data Used Throughout The Present Study…….. ٥٥

Table (٤-١): Regression Coefficients for The Compressive Strength Prediction Models……. ٨١

Table (٤-٢): Properties of Cement Used for Checking The Proposed Model…..……. ٨٥

Table (٤-٣): Observed and Predicted compressive Strength at Ages of ١, ٢, ٣, ٧, ١٤, ٢١, ٢٨, and ٦٠ Days Using The Fifth Model……..... ٨٥

Table (٤-٤): Correlation Coefficients Using The Data of The Present Study with Data from Other Sources……..……...…… ٨٧

Table (٤-٥): Regression Coefficients for The ٣ Days Compressive Strength Prediction Model..……..…….. ٩٣

Table (٤-٦): Regression Coefficients for The ٧ Days Compressive Strength Prediction Model..…….…….. ٩٤ ٩٥

Table (٤-٧): Regression Coefficients for The ٢٨ Days Compressive Strength Prediction Model…… ٩٦

Table (٤-٨): Regression Coefficients for The ٦٠ Days Compressive Strength Prediction ١٠١ ١٠٣

Model……
Table (٤-٩): Observed and Predicted Compressive Strength at Age of ٣, ٧, ٢٨, and ٦٠Days Using The Fifth Model…..….. ١٠٤
Table (٤-١٠): Values of Calculated Optimum SO_3 ……. ١٠٥
Table (٤-١١): Experimental and Calculated Optimum SO_3 for Data Obtained by Abdul-Latif (٢٠٠١)……

TITLE PAGE

NOTATIONS

Most of common symbols are listed below; others are defined where they appear in the research.

Symbol	Description
O.G.C.	Optimum Gypsum Content.
O.P.C.	Ordinary Portland Cement.
S.R.P.C.	Sulphate Resisting Portland Cement.
EEF	Early Ettringite Formation
DEF	Delayed Ettringite Formation
$f_{(t)}$	Compressive Strength at Time (t).
S_s	Specific Surface Area of Cement.
LOI	Loss on Ignition.
IR	Insoluble Residue.
LSF	Lime Saturation Factor.
SM	Silica Modulus.
AR	Alumina Ratio.
IST	Initial Setting Time.
FST	Final Setting Time.
R	Correlation Coefficient.
S.E.	Standard Error.
df	Difference between the actual and predicted strength
C.E.B.	Consultant Engineering Bureau

ACKNOWLEDGEMENT

First, thanks to ***ALLAH HIS MAJESTY*** for enabling me to complete this work.

It is pleasure to express my deep appreciation to my supervisors Asst. Prof. Dr. Mahdi S. Essa and Asst. Prof. Dr. Ghalib M. Habeeb for their valuable guidance and support during the various stages of this project.

I would like to record my thanks to the staff of cement testing laboratory and to the staff of Consultant Engineering Bureau of University of Babylon.

I would also record my thanks to the staff of Al-Najaf Construction Laboratory.

Great thanks to the staff of civil engineering department especially, the chief of civil department Dr. Ammar Y. Ali for his assistance during the period of study at the University of Babylon.

Special thanks are presented to Huda Zuheir, Mr. Hussain Mared, and Zahra Abed for their assistance.

I am really grateful to my family for their encouragement and support during the course of this work.

Finally, thanks to all my friends for their forceful encouragement during the progress of this work especially, Dr. Aula Saad, Abeer Ibrahim, Abeer Saeed, Rand Sami, Saba Basim, Shireen Qasim, Nadia Moneim, and Nourass Nomass.

Zainab Hassan

٢٠٠٧

CERTIFICATION

We certify that this thesis titled "***Constructing a Model for Predicting Optimum Gypsum Content of Portland Cement***" was prepared by "***Zainab Hassan Abdul-Abass***" under our supervision at University of Babylon in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Civil Engineering.

Signature
Name :
Asst. Prof. Dr. Mahdi S. Essa
(Supervisor)
Date : / / ٢٠٠٧

Signature
Name :
Asst. Prof. Dr. Ghalib M. Habeeb
(Supervisor)
Date : / /٢٠٠٧

CERTIFICATION

We certify that we have read this thesis, titled "***Constructing a Model for Predicting Optimum Gypsum Content of Portland Cement***", and as an examining committee examined the student "***Zainab Hassan Abdul-Abass***" in its contents and in what is connected with it, and that in our opinion it meet the standard of thesis for the degree of Master of Science in Civil Engineering.

Signature
Name :
Asst. Prof. Mr. Samir A. Al-Mashhadi
(Chairman)
Date : / / ٢٠٠٧

Signature
Name :
Asst. Prof. Dr. Haider T. Al-Damerchi
(Member)
Date : / / ٢٠٠٧

Signature
Name :
Asst. Prof. Mr. Ali A. Alwash
(Member)
Date : / / ٢٠٠٧

Signature
Name :
Asst. Prof. Dr. Mahdi S. Essa
(Supervisor)
Date : / / ٢٠٠٧

Signature
Name :
Asst. Prof. Dr. Ghalib M. Habeeb
(Supervisor)
Date : / /٢٠٠٧

Approval of the Civil Engineering Department.
Head of the Civil Engineering Department.

Signature
Name : Asst. Prof. Dr. Ammar Y. Ali
Date : / / ٢٠٠٧

Approval of the Deanery of the College of Engineering.
Dean of the College of Engineering.

Signature
Name : Prof. Dr. Abdul-Wahed K. Rageh
University of Babylon
Date : / / ٢٠٠٧

Table (A- ١) Properties of Ordinary Portland Cements form Data Obtained by Consultant Engineering Bureau in University of Babylon (for The Period between ٢٠٠٠- ٢٠٠٣)

C_3S%	C_2S%	C_3A%	C_4AF%	MgO%	SO_3%	Free CaO%	S_s (Blaine) (m^2/kg)	L.O.I.%	IR%	L.S.F.%	AR	SM	IST (min)	FST (min)	f_3 (MPa)
٣٣.٤٣	٣٥.٢١	٩.١٨	١١.٢	٤.٥٦	٢.١٨	٠.٧٨	٣٢٠	٢.٩٢	٠.٧٥	٠.٨٦	١.٦٩	٢.٣٨	٩٠	٢٤٠	٢٣.٥
٢٨.٤٢	٣٨.٢٥	١١.٣٣	٩.٧٣	٤.١	٢.٢٨	٠.٧٥	٣٠٠	٢.٩٧	٠.٥١	٠.٨٦	١.٩٧	٢.١٨	١٢٠	٢٢٥	٢٠.٥
٣٤.٥٥	٣٤.٣١	٧.٩٧	١١.١٩	٤.٤	٢.١١	٠.٩٥	٣٢٠	٢.٧٤	٠.٤٢	٠.٨٦	١.٤٥	٢.٣٣	١٢٠	٢٤٠	٢٣
٤٤.٩٥	٤٣.١	١٠.٥٦	٩.٩٨	٢.٩٣	٢.٦	١.٢٩	٣٤٢	٢.٤٣	٠.٦٤	٠.٨٤	١.٨٥	٢.٣	٨٠	١٠٥	١٧
٣٧.٩٦	٢٩.٦٧	١٠.٠٩	٩.٤٩	٤.٢٦	٢.٣٢	٠.٧٨	٣٢٥	٣.٤٥	٠.٣٦	٠.٨٩	١.٨٦	٠.٢٤	١٢٠	٢٢٥	٢٢.٣
٣٧.٢٧	٣٩.٢٣	١٢.٢١	٩.٤٩	٣.٩٣	٢.٦٤	٠.٨٩	٣٢٠	٢.٠٧	٠.٤٧	٠.٨٥	٢.١١	٢.١٤	٩٠	١٩٥	٢٣.٨
٤١.٦٨	٢٧.٧٣	٨.٤٥	٩.٨٦	٤.٦٢	٢.٥	٠.٧٨	٣٢٥	٢.٣٩	٠.٢٣	٠.٨٩	١.٦٢	٢.٤٣	٨٥	٢٠٠	٢١
٤٤.٦٢	٤٤.٢٧	٩.٢٩	٩.٩٨	٢.٦٨	٢.٧٥	٠.٨٩	٤٥٠	٣.٣٩	٠.٥٧	٠.٨٣	١.٧	٢.٤٦	٥٠	١٦٠	٢٠
٣٦.٢٧	٣١.١٨	١٠.٤٦	٩.٥	٤.٤	٢.٣٤	٠.٦١	٣٦٤	٣.٣٨	٠.٥٥	٠.٨٨	١.٩	٢.٢٥	١٢٠	٢٤٠	٢٣
٣٤.٦٣	٣٤.١٤	١٠.١٢	٩.٢٥	٤.٥٦	٢.٢٤	٠.٦٧	٣٣٩	٢.٧	٠.٨	٠.٨٧	١.٨٩	٢.٣٨	١١٠	٢٣٠	٢٦.٣
٤٢.٥٤	٢٦.٦٢	٨.٣٥	٩.٨٦	٣.٩٧	٢.١٩	٠.٧٨	٣٥٦	٣.٨٧	٠.٤٦	٠.٩	١.٦١	٢.٤٢	١٥٠	٢٧٠	٢٠
٣٦.٢٧	٤١.٣	١٢.٤٤	٩.٧٣	٢.٧	٢.٦٨	١.١٢	٣٣٠	١.١٢	٠.٩٦	٠.٨٥	٢.١	٢.١٤	٩٠	٢٠٠	١٧
٣٦.١٣	٤١.٦٤	١١.٠٢	٩.٢٥	٤.٨٥	٢.٤٥	٠.٧٨	٣٣٨	١.٨٩	٠.٦٢	٠.٨٤	٢	٢.٣٤	١٣٠	١٩٠	١٩.٢
٣٧.٠٦	٣٢.٤٨	٩.٢٩	٩.٩٨	٢.٧٣	٢.٧١	١.٦٨	٣٠١	١.٨	٠.٥١	٠.٨٩	١.٧	٢.٣٧	١٣٥	٢٠٠	١٨.٣
٣٠.٦٨	٣٩.٦٤	٩.٧٥	٩.٢٥	٣.٩	٢.٢٥	٠.٧٨	٣٢٠	١.٨٣	٠.٣٧	٠.٨٥	١.٨٥	٢.٣٥	٨٥	٢٦٠	١٨.١
٣٠.٨٦	٣٨.٠٧	٩.٣٥	٩.٥	٤.٧٥	٢.٥٣	٠.٦٧	٣٣٤	٢.٢٨	٠.٣٥	٠.٨٥	١.٧٧	٢.٥	١٤٠	٢٠٥	٢١
٤٣.١٧	٢٨.٢٧	٧.٠٦	١٠.٨٣	٣.٦٨	٢.٢٥	٠.٦١	٣٢٠	١.٧٦	٠.٤١	٠.٨٩	١.٣٨	٢.٥	١٠٠	١٨٠	٢٥
٣٨.٨٦	٣٠.٣٧	٨.٤٨	١٠.١	٤.٣٦	٢.٤٤	٠.٦٧	٢٨٠	٢.٢٧	٠.٥	٠.٨٨	١.٦	٢.٤١	١٥٠	٢٤٠	١٩
٤٢.٤٥	٢٧.٥٣	٨.٢٤	٩.٨٦	٢.٢٤	٢.٣٣	٠.٦٧	٣٢٥	٢.٢١	٠.٥٥	٠.٨٩	١.٦	٢.٧٤	١١٠	١٨٠	١٩.٦
٣٧.٧٥	٣١.١	٩.٩٦	١٠.١	٣.٦٥	٢.٢٦	٠.٨٤	٣١٥	٢.١٣	٠.٥	٠.٨٨	١.٧٧	٢.٢٦	١٢٠	١٩٠	٢٢
٣٣.٦١	٣٥.٣٦	١١.٢١	٩.٨٦	٣.١٦	٢.٣٨	٠.٧٢	٣٢٠	١.٤٣	٠.٤٢	٠.٨٧	١.٩٤	٢.٢٢	١١٠	١٧٠	٢٠.٨
٤٤.٤٩	٣٣.٠٤	١١.١٨	٩.٢٥	٤.٧٣	٢.٢٥	٠.٥٦	٣٣٤	٢.٣٥	٠.٢٤	٠.٨٧	٢.٠٢	٢.٢٤	١٠٠	١٨٥	٢١.٥
٣٧.٨٧	٣١.٨١	١٠.٣٥	٩.٤٩	٣.٨٤	٢.٢٨	٠.٦٧	٣٣٨	١.٢٥	٠.٦	٠.٨٨	١.٨٩	٢.٣٣	١٠٥	١٧٥	٢١
٣٨.٨٣	٣٣.٢	٥.٤٨	١٢.٥٣	٣.٦٦	٢.١	٠.٧٢	٣١٥	١.٢٨	٠.٦١	٠.٨٦	١.١٤	٢.٤٧	١١٠	١٧٠	٢٥.٧

Continue Table (A- [1])

No.	C_3S %	C_2S %	C_3A %	C_4AF%	MgO%	SO_3%	Free CaO%	S_s (Blaine) (m^2/kg)	L.O.I%	IR %	L.S.F%	AR	SM	IST (min)	FST (min)	f_3 (MPa)	f_7 (MPa)
٢٥	٣٤.٨٦	٣٣.٤	١٠.٣٩	٩.٦١	٤.٢١	٢.٢٥	٠.٧٨	٣٣٤	٢.١٧	٠.٤٥	٠.٨٧	١.٨٨	٢.٢٨	٩٠	١٥٥	٢٠	٢٨
٢٦	٤١.٢	٢٧.٦٩	٩.٨	١٠.٥٩	٣.١١	٢.٠٥	٠.٧٨	٣٦٤	٢.٦٥	٠.٤٣	٠.٩	١.٧	٢.١٨	١١٥	١٧٥	٢٤.١	٣٣.٣
٢٧	٣٦.١٨	٣٢.٥	١٠.٢٥	٩.٨٦	٣.٩٧	٢.٣١	٠.٦٧	٣٠٠	١.٧٥	٠.٣١	٠.٨٧	١.٨	٢.٢٧	١٠٠	١٦٠	١٩.٧	٢٧.٧
٢٨	٣٩.٧٤	٣٠.٦٢	٧.٨٩	١٠.٥٩	٣.٧٥	٢.٢٨	٠.٧٨	٣٤٧	١.٩٣	٠.٢٥	٠.٨٨	١.٤٩	٢.٤٣	٩٠	١٥٥	٢٣.٥	٢٨.٣
٢٩	٣٨.١٦	٢٩.٦٤	١١.٤٨	٩.٣٧	٤.٠٥	٢.٤	٠.٧٨	٣١٥	١.٦١	٠.٤٢	٠.٨٩	٢.٠٤	٢.١٧	١٠٥	١٨٠	٢٠.٣	٢٨.٩
٣٠	٢٧.٤٢	٣٨.٣٧	١٣.٢٧	٩.٤٩	٤.٤٢	٢.٣١	٠.٦٧	٣١٥	١.٩١	٠.٥٧	٠.٨٦	٢.٢٤	٢.٠٣	٩٥	١٦٠	١٩.٧	٢٧.٧
٣١	٣٧.٨٧	٣١.٨١	١٠.٣٥	٩.٤٩	٣.٨٤	٢.٢٨	٠.٦٧	٣٣٨	١.٢٥	٠.٦	٠.٨٨	١.٨٩	٢.٣٣	١٠٥	١٧٥	٢١	٢٩
٣٢	٣٨.٧٤	٣٠.٥٢	٩.٣٢	٩.٧٣	٤.١	٢.٣١	٠.٧٢	٢٧٥	٢.١١	٠.٣٢	٠.٨٨	١.٧٣	٢.٣٨	١١٠	٢٠٠	١٩.٥	٢٧.٥
٣	٣٦.	٣٣.	٧.٢	١١.	٣.٧	٢.٢	٠.٨	٣٤٣	٢.٢	٠.	٠.٨	١.	٢.	٨٠	١٥	١٩.	٢٨.

٣	٨١	٢٤	٨	٢	١	٣	٤		٧	٢٣	٧	٣٨	٤٢		٠	٨	٥
٣٤	٣٥.٨٤	٣٢.١٣	٩.٦٧	٩.٨٦	٤.٥٥	٢.٣٥	٠.٧٨	٣٢٥	٢.٣٥	٠.٢٩	٠.٨٨	١.٧٦	٢.٣	٩٥	١٨٥	١٩	٢٧.٨
٣٥	٢٨.٨٩	٤٠.٤٧	٩.٨٤	٨.٨٨	٣.٨٥	٢	١.٠٦	٣٢٥	٢.٨١	٠.٦١	٠.٨٥	١.٩١	٢.٥٥	١٤٠	٢٤٠	٢١.٨	٢٧.٥
٣٦	٢٦.٠٥	٣٩	١٤.٥٨	٩.٦١	٣.٢٧	٢.٤٢	٠.٨٩	٣٠١	١.٧٢	٠.٤٣	٠.٨٦	٢.٣٨	١.٩١	١٠٠	١٩٥	٢١.٦	٢٨
٣٧	٣٦.٠٢	٣٢.٩١	٩.٨٢	٩.٤٩	٤.٢٥	٢.٣١	٠.٧٨	٣٠٨	٢.١٤	٠.٥١	٠.٨٧	١.٨٢	٢.٣٧	١١٠	١٩٠	٢٣.٨	٢٩.٩
٣٨	٣٨.٤٣	٣٠.٢٩	٨.٧٨	١١.٠٧	٣.٦٧	٢.٣٥	٠.٧٨	٣١٠	٢.١١	٠.٥	٠.٨٨	١.٥٥	٢.٢٣	٨٥	١٧٥	٢٢.١	٢٩
٣٩	٣٧.٧٦	٣٢.٧٤	٦.٧	١١.٢	٣.٨٥	٢.٣١	٠.٧٨	٣٣٠	٣.٥٣	٠.٦٣	٠.٨٦	١.٢٢	٢.٦١	١١٠	٢١٠	٢٢.٤	٣٠.٣
٤٠	٣١.٤٩	٣٦.٧٣	٩.٠٧	٩.٩٨	٤.٣٥	٢.٥٣	٠.٨٤	٣٢٩.٤	٢.٧٧	٠.٤	٠.٨٥	١.٦٨	٢.٣٩	٩٠	١٦٠	١٩.٦	٢٧.٩
٤١	٣٥.٠٧	٣٣.٧٥	١٠.١٥	٩.٨٦	٣.٤٣	٢.٣٥	٠.٧٢	٣١٥.٣	٢.٢٣	٠.٥٥	٠.٨٧	١.٨٢	٢.٣	١٠٠	١٦٠	٢١.٦	٢٨.٣
٤٢	٣٨.٥٥	٣١.٨٧	٧.٢٥	١١.٠٧	٤.٢٩	٢.١٣	٠.٧٨	٣٣٨.٤	١.٧٨	٠.٥١	٠.٨٧	١.٣٩	٢.٤٤	١٠٥	١٧٠	٢٠.٣	٢٨
٤٣	٥١.٤	٢٠.٤٥	٩.٧٤	٠.٨٨	٢.٨٩	٢.٠٥	٠.٩٥	٣٠٠	١.٥١	٠.٣١	٠.٩٣	١.٨٩	٢.٤٤	١١٠	٢٢٠	٢٠.٥	٢٨
٤٤	٤٢.٣٦	٢٧.٦٢	٧.٦٥	١٠.٣٤	٣.٩٥	٢.٢٥	٠.٧٨	٢٨٥	٢.٧٧	٠.٤	٠.٨٩	١.٤٩	٢.٤٥	١٠٥	٢١٠	٢١.٣	٢٨.٦
٤٥	٤١.١٦	٣٠.١٩	٨.٣٧	٨.٧٦	٣.٦٥	٢.٢٧	٠.٧٢	٣٠١	٢.٨٥	٠.٣٣	٠.٨٨	١.٧٣	٢.٧١	١١٠	٢٢٠	٢٢.٩	٣١
٤٦	٣٧.٠١	٣٤.٠٦	٦.٣٨	١١.٢	٣.٤٥	٢.٣١	٠.٧٨	٢٩٥	٢.٣٣	٠.٤	٠.٨٦	١.٢٩	٢.٥٢	١٢٠	٢٤٠	٣٠.٥	٢٢
٤٧	٤٨.٢٨	٢٤.١٨	٧.٥٢	٨.٧٦	٢.٦١	١.٩٥	١.٠٦	٢٨٥.٢	٣.٥١	٠.٧٢	٠.٩١	١.٦٣	٢.٧٩	١٢٥	٢٤٥	١٨.٥	٢٧
٤٨	٤٣.١٨	٢٧.٠٦	٦.٤٩	٩.٨٦	٤.١	٢.٣٢	٠.٨٤	٢٧٩.٩	٣.٧٧	٠.٤٥	٠.٨٩	١.٣٩	٢.٦٨	١٣٥	٢٥٥	٢٣	٣٠

Continue Table (A- ١)

C_3S%	C_2S%	C_3A%	C_4AF%	MgO%	SO_3%	Free CaO%	S_s (Blaine) (m^2/kg)	L.O.I.%	IR%	L.S.F.%	AR	SM	IST (min)	FST (min)	f_3 (MPa)
٢٩.١٥	٣٠.٩٦	٧.٦٤	٩.٦١	٣.٩٥	٢.٢٥	٠.٧٨	٢٩٠.٥	٣.٤٢	٠.٦١	٠.٨٨	١.٥٥	٢.٦١	١٢٠	٢٤٠	٢٢.٣١
٢٧.٧٦	٣٢.٧٤	٦.٧	١١.٢	٣.٨٥	٢.٣١	٠.٥١	٣٣٠	٣.٥٣	٠.٦٣	٠.٨٦	١.٢٢	٢.٦١	١١٠	٢١٠	٢٢.٤
٢٧.٢٦	٣١.٣٩	١١.٣٥	٩.١٢	٤.١١	٢.٣٢	٠.٦٢	٣١٩.٩	٢	٠.٦٥	٠.٨٨	٢.٠٦	٢.٢٥	١٠٠	١٩٥	٢٢.٣
٤٠.٦٤	٣٠.١٣	٦.٦١	١٢.١١	٣.٧٥	٢.٣٩	٠.٨	٣٠٩.١	١.٧٥	٠.٦١	٠.٨٧	١.٢٦	٢.٣٥	١٢٥	٢٣٥	٢٢.٢
٢٣.٨٢	٣٥.٥٨	٦.٧٤	١٢.١٧	٤.١٩	٢.٢١	٠.٤٥	٣٢٣.٤	١.٨٣	١.٣	٠.٨٧	١.٢٧	٢.٣	١١٠	١٨٥	٢٠
٢٧.٣٦	٤١.٤	٩.٨٦	٩.٤٣	٣.٨١	٢.٧٥	٠.٥٤	٣٧٥.٥	١.٩٦	٠.٦٩	٠.٨٣	١.٨٣	٢.٤٥	٨٠	١٨٠	١٩
٢٧.٣٨	٣٩.٢٣	١٣.٠٢	٨.٥٢	٤.١٣	٢.٥٢	٠.٧٦	٢٧٣.٩	١.٨٤	٠.٥٢	٠.٨٥	٢.٣٩	٢.١٨	٧٥	١٨٠	١٧
٤٤.٧	٢٨.١	٤.٤	١٣.١	٣.٤١	٢.٢٨	٠.٨٦	٣٢٤.٤	١.٠٦	٠.٦٨	٠.٨٩	١.٠٢	٢.٤٧	١٥٠	٢٤٥	٢٢.٨
٣٥.٦٩	٣٢.٨٢	١١.١٩	٩.٦٢	٤.٢٨	٢.٥	٠.٨٢	٣١٢.٢	٠.٩٨	٠.٧١	٠.٨٨	١.٩٨	٢.٢٢	١٦٠	٢٤٠	٢١.٣
٣٨.٤٨	٣٠.٩٥	١٠.١٧	٩.٧٤	٤.٢٥	٢.٣٢	٠.٧٧	٣٢.٥٤	١.١٧	٠.٥٥	٠.٨٩	١.٨٤	٢.٣	١٤٠	٢١٠	٢٠.٤
٤٠.٦٩	٢٨.٥٩	٩.٩٦	٩.٧٤	٤.٢٨	٢.٦٦	٠.٦١	٣١٢.٢	١.٢٨	٠.٦١	٠.٩	١.٨١	٢.٣	١٥٠	٢١٠	٢١.٩
٣٧.٨٤	٣٤.٥٥	٦.٢١	٩.٦١	٣.٢	٢.٧١	٠.٥٦	٣٤١.٦	٢.٥	١.٣	٠.٨٦	١.٣٨	٢.٩٣	٦٥	١٦٥	٢٠
٢٨.٨١	٤١.٠٦	٥.٧٢	١٣.٠٧	٢.٩	٢.٤٣	١.٠١	٢٩٩.٨	٣.١	٠.٧٥	٠.٨٣	١.١٤	٢.٣٨	٧٥	١٦٥	٢٠.٦
٢٠.١٤	٤٨.١٥	٨.٩٦	١٠.١	٢.٤	٢.٨	١.٦١	٢٧١.٤	٣.٦	١.٣٨	٠.٨١	١.٦٦	٢.٥١	١١٠	١٨٥	١٩.٧
٢١.٩٥	٤٩.٢٦	٦.٧	٩.٩٨	٣.٣	٢.٧	٠.٦٥	٣٩٠.٣	٢.٣٢	٠.٨٦	٠.٧٩	١.٤١	٢.٩١	٨٠	١٦٥	١٨

١٦.٨	١٦٥	٩٠	٢.٤٣	١.٦٥	٠.٨٧	٠.٩٧	١.٨٦	٣٣٣.٨٣	١.٣١	٢.٦٣	٣.٧٥	١٠.٢٢	٩.٠٤	٣١.٧٢	٣٧.٣
١٩	١٧٠	٧٥	٠.٤٤	١.١٤	٠.٨١	١.٣	٢.٣١	٣٥٣.٦	٠.٩٢	٢.٣	٣.٨	١٢.٧٨	٥.٦	٤٣.٢	٢٦.١٩
١٩.٦	١٦٠	٨٠	٢.٢٥	١.٦٨	٠.٨٤	١.٣٩	٢.٥	٣٤٣.٨	٠.٨	٢.٨٨	٣.١٧	١٠.٥٩	٩.٦٤	٣٧.٩١	٢٩.٧١
١٦	١٩٥	٩٥	٢.٣٣	١.٤٥	٠.٨٤	١.٤٢	٢.٤	٣٤٣.٨	٠.٣٩	٢.٧	٣.٨٢	١١.٢٦	٧.٩٧	٣٧.٧٨	٣٠.٢٦
٢٠	٢٤٠	١٤٠	٢.٠٩	٢.٠١	٠.٨٧	٠.٦٩	١.٩٧	٣٣٣.٩	٠.٣٣	٢.٦	٤.٢	٩.٨٦	١١.٧٩	٣٢.٢٩	٣٤.٨
٢٢.٢	٢٤٠	١٢٠	٢.١٤	١.٨١	٠.٨٧	٠.٦٨	٢.١٩	٣١٥.٣	٠.٥٦	٢.٥٨	٤.٣٨	١٠.٣٤	١٠.٥٧	٣٢.٠٣	٣٥.١٤
٢٠	١٨٠	٩٠	١.٩٩	٢.١٢	٠.٩	٠.٣٢	١.٥	٣٣٣.٩	٠.٨٤	٢.٢	٢.٦١	٩.٩٨	١٢.٩٤	٢٩.٠٩	٢٩.١٢
٢٢	١٤٥	٩٠	٢.٢٦	١.٨٩	٠.٨٧	٠.٥٢	١.٦٩	٣١٠.٥	٠.٧٢	٢.٧٢	٣.٨٨	٩.٧٣	١٠.٦٤	٣٥.٢٤	٣٢.٧٩
٢١	١٣٠	٧٠	٢.١٧	١.٩	٠.٨٩	٠.٩٧	١.٩٧	٣٢٤.٧	٠.٩	٢.٢٦	٤.٦٢	٩.٨٦	١٠.٨٩	٣٠.٥٨	٣٧.٢٢

Continue Table (A- ١)

C_3S%	C_2S%	C_3A%	C_4AF%	MgO%	SO_3%	Free CaO%	S_s (Blaine) (m^2/kg)	L.O.I.%	IR%	L.S.F.%	AR	SM	IST (min)	FST (min)	f_3 (MPa)
٣٨.٦٩	٣٠.٥٦	٨.٧٧	١٠.٣٤	٤.١٤	٢.٤	٠.٨٤	٣٢٢.٤	٢.٠٥	٠.٨	٠.٨٨	١.٦١	٢.٣	٦٥	١٢٥	١٩.٥
٣٩.٠٦	٢٩.٠٧	٩.٥٣	١٠.٥٩	٤.٥٤	٢.٣٢	١	٣٠٥.٦	١.٨٢	٠.٢٣	٠.٨٩	١.٦٧	٢.١٩	٩٥	١٨٠	٢٢
٣٣.١٣	٣٦.٤١	١٠.١٦	٩.٧٣	٤.٤	١.٦٥	١.٠٦	٢٩٥.٦	١.٤٣	٠.٥٥	٠.٨٦	١.٨٣	٢.٣٦	٢٥	٥٥	١٠
٣٥.١١	٣٣.٣٧	١٠.٢٧	٩.٧٣	٤.٥٥	٢.١	٠.٧٨	٢٨٠	٢.١٨	٠.٢٤	٠.٨٧	١.٨٥	٢.٢٩	١٢٠	٢٨٥	٢٠
٣٣.٢٥	٣٦.٣٢	١١.٢١	٩.٨٦	٢.٧٥	٢.٠٤	٠.٥٦	٢٨٠	٢.٢٥	٠.٤٧	٠.٨٦	١.٩٤	٢.٢٤	١٣٠	٢٥٠	١٩.٩
٣٣.٧٢	٣٣.٤٥	١١.٥٧	٩.٤٩	٤.٦٣	٢.٥٤	٠.٥٦	٣١٥	١.٦٣	٠.٦٥	٠.٨٧	٢.٠٤	٢.١٦	١٢٠	٢٤٠	٢٢.٣
٣١.٢٨	٣٥	١٢.٤	٩.٢٥	٤.٤٨	٢.٦٦	٠.٦٧	٣٤٢	٢.٠٧	٠.٥٨	٠.٨٧	٢.١٧	٢.١١	١٣٠	٢٤٠	٢٢.٢
٣٠.٦	٣٦.٦٦	١١.٩	٩.٨٦	٤.١٢	٢.٢٢	٠.٨٤	٣٠٠.٦	٢	٠.٣١	٠.٨٦	٣.٠٢	٢.١٢	٨٥	١٤٥	٢٣.٧
٢٨.٣٦	٣٩.٧٨	١٠.٨٤	٩.٨٦	٤.١٨	٢.٢٤	٠.٩	٣١٠.٥	٢.٠٢	٠.٣٧	٠.٨٥	١.٩	٢.٢٧	٦٠	١٢٠	٢١
٢٨.٩٣	٣٨.٣٨	١١.٩٤	٩.٥	٤.٤٢	٢.٣٨	٠.٧٨	٣٤٧.٢	١.٤٤	٠.٢٨	٠.٨٦	٢.٠٨	٢.١٨	٨٥	١٤٥	١٩.٥
٤٢.٩٨	٢٨.٢٤	٩.٤٣	٩.٢٥	٤.١٣	٢.٠٢	١.١٢	٣٢٤.٧	١.١١	٠.٧٥	٠.٩	١.٨١	٢.٤٧	١٠٠	١٦٠	٢٠
٣٣.٢٤	٣٦.٢٧	١١.٢١	٩.٨٦	٣.٩٤	٢.٢٨	١.٠٦	٣٢٠.١	١.٣٣	٠.٢٣	٠.٨٥	١.٩٤	٢.٢٤	٥٠	١٢٠	٢١.٦
٣٤.٩	٣٢.٦١	١١.٩٨	٩.٦١	٤.٣٨	٢.٢٧	٠.٧٢	٣٢٥	١.٥٨	١.٤٨	٠.٨٨	٢.٠٧	٢.١٢	٧٥	١٣٠	١٩.٥
٣٢.٦٩	٣٤.٠٥	١٢.٢٥	٩.٩٨	٤.٢٨	٢.٤٦	٠.٧٨	٣٢٩	١.٥٥	١.٠٤	٠.٨٧	٢.٠٤	٢.٠٤	٥٠	١٠٥	٢٢.٤
٣٣.٦	٣٤	١٢.٢٨	٩.٧٣	٤.٣٤	٢.١٦	٠.٦١	٣٣٤	١.٥١	١.١٢	٠.٨٧	٢.٠٨	٢.١	٦٠	١٢٠	١٩.٥
٣٨.٩٢	٢٩.٧٥	١٠.٢٢	٩.٢٥	٤.٤٨	٢.٦٢	٠.٨٤	٢٩٠	١.٨	١.٨٢	٠.٨٩	١.٩	٢.٣٣	٧٠	١٣٠	٢٢.٣
٢٦.٢٩	٤٠.٦	١٢.٧٦	١٠.٢٢	٢.٦٨	٢.٧٧	٠.٥٦	٣٢٤.٧	١.٩٧	٠.٥٦	٠.٨٥	٢.٠٧	٢.٠٤	١٧٠	٢٤٥	١٦.٥
٣٨.٥٤	٢٩.٩٣	١٠.١٩	٩.٩٨	٣.٧٣	٢.٢٨	٠.٧٣	٣١٥.٤	٢.٨	٠.٦١	٠.٨٩	١.٨١	٢.٢٣	١٩٠	٢٥٥	٢٠.٣
٢٨.٧٣	٣٩.١٦	١١.٨	١٠.٢٢	٢.٣٤	٢.٣٥	٠.٧٨	٣٢٩	٢.٦٧	٠.٤١	٠.٨٥	١.٩٦	٢.١٣	١٥٠	٢٣٠	٢١.٢
٢١.٤١	٤٧.٥	١٢.٠٦	٩.٨٦	١.٤٢	١.٩٦	١.٢٣	٣٢٤.٧	٢.٥٦	١.٣	٠.٨٣	٢.٠٤	٢.٢٥	١٧٠	٢٤٠	١٦.٤
٤٠.١١	١٨.٩١	٩.٩٨	٩.٩٨	٤.٣٨	٢.٥	١	٣٤٢.٨	١.١٣	٠.٦٧	٠.٩	١.٧٨	٢.٢٦	٦٠	١٢٥	٢٤.٦
٣٧.٢٧	٣١.٢٣	١٠.٠٢	٩.٦١	٤.٣٤	٢.٧٤	٠.٥٦	٣١٠.٥	٢.٠٨	٠.٤٦	٠.٨٨	١.٨٣	٢.٣١	٦٥	١٢٠	٢١
٣٢.٥	٣٥.٢٣	١٠.٦	٩.٧٣	٤.٦٦	٢.٧٤	٠.٥	٣٢٤.٨	١.٨	٠.٦٤	٠.٨٦	٢.٨٨	٢.٢٥	٨٠	١٦٠	٢٠.١
٣٤.٨٤	٣٤.٤٤	١٠.٦٢	٩.٥	٤.٦٤	٢.١٦	٠.٥٦	٢٩٥	١.٥	٠.٦٦	٠.٨٦	١.٩٢	٢.٣٢	٧٥	١٣٥	٢٣.٣

Continue Table (A- ١)

C_3S%	C_2S%	C_3A%	C_4AF%	MgO%	SO_3%	Free CaO%	S_s (Blaine) (m^2/kg)	L.O.I.%	IR%	L.S.F.%	AR	SM	IST (min)	FST (min)	f_3 (MPa)
٢١.٧٢	٣٥.١٨	١١.٠٤	٩.٩٨	٤.٥٢	٢.٨	٠.٦٧	٣٢٠.١	١.٨٥	٠.٧٢	٠.٨٦	١.٩	٢.١٦	١٠٥	١٦٠	٢٥.٨

٣٠.٦٨	٣٨.٣٨	١١.٠١	٩.٧٣	٤.٣٤	٢.٣٦	٠.٥٦	٣٣٤	١.٠٥	١.٣٦	٠.٨٥	١.٩٣	٢.٢٨	٦٥	١٢٥	١٧.٨
٢٢.٤٤	٣٦.٥٣	١٠.٧٦	٩.٦١	٤.١٦	٢.٥	٠.٧٨	٣٣٨	١.٢٧	١.٤٨	٠.٨٦	١.٩٢	٢.٣	٥٥	١٥٥	١٧
٤٠.٦٥	٢٨.٦٨	١٠.٩	٩.٧٣	٤.٣٤	٢.٢٢	٠.٦١	٣٢٠	١.٠٣	١.٣٨	٠.٨٩	١.٩٢	٢.٢١	٦٠	١٢٠	١٥.١
٤٣.٦	٢٦.١٦	٩.٣٥	٩.٨٦	٤.٣	٢.١٦	٠.٩	٣٢٥	١.٨٢	٠.٩٥	٠.٩	١.٧٣	٢.٣٣	١١٥	١٨٠	١٧.٨
٣٦.٦٧	٣١.٨	١١.٩١	٩.٧٣	٣.٣٦	٢.٣٨	٠.٨٤	٣٢٠	١.٣٣	٠.٧٨	٠.٨٩	٢.٠٤	٢.١٣	١٠٠	١٦٠	١٦.٨
٢٥.١٤	٣٢.٨٩	١١.٦٣	١٠.٣٤	٣.٢٢	٢.٤٢	١.١٢	٣٠٥.٦	١.٣٦	١.٠٢	٠.٨٨	١.٩٣	٢.٠٨	٨٥	١٤٥	١٧
٢٧.٢٩	٣٠.٧٥	١١.٣٣	١٠.٥٩	٣.٣٨	٢.٢٢	٠.٩٥	٣٢٩.٤	١.٧٨	٠.٧١	٠.٨٩	١.٨٦	٢.٠٧	١٢٠	١٨٠	١٧.٥
٢٦.١٢	٣٢.٣٨	١٠.٩	١٠.٧١	٣.١	٢.٣٢	٠.٩	٣٤٧	١.٨٢	٠.٦٤	٠.٨٨	١.٨	٢.١	٩٠	١٥٠	٢٠
٢٠.٩٥	٤٧.٣٢	١٢.٨١	٩.٧٣	٢.٨٢	٢.٦١	٠.٦١	٣١٠.٥	١.١٧	٠.٣٧	٠.٨٢	٢.١٥	٢.١٨	١٢٥	١٩٠	١٥.٢
٢٩.٥٢	٣٨.٣٣	١١.٧٦	١٠.١	٣.٢٤	٢.٧٧	٠.٧٢	٣٠٠.٦	١.٤	٠.٦٥	٠.٨٥	١.٩٧	٢.١٤	١٢٠	١٨٠	١٦
٢١.٨٥	٣٦.٥٢	١٢.٣٨	٩.٨٦	٣.١٥	٢.٢٥	١.٠٦	٣١٥.٣	١.٠٧	٠.٩٧	٠.٨٧	٢.٠٨	٢.١١	١٣٠	٢٥٠	٢١.٨
٢٨.٣٧	٣٩.٦٦	١٢.٥٦	٩.٦١	٢.٤٦	٢.٧	٠.٢٨	٢٩٥.٦	٢.٢٣	٠.٥٣	٠.٨٥	٢.١٤	٢.١٤	١٨٠	٣٠٠	١٣.٢
٥٠.٩٣	٢٢.٢٤	٠.٤٩	١٧.٨٩	٠.٩٤	١.٨٤	١.٤٦	٣٠٥.٦	٢.٧٢	١.٠٦	٠.٩١	٠.٦٧	٢.١٥	٢١٠	٢٨٠	١٦.٣
٢٨.٤٣	٣٩.٤٤	١٢.٣٢	٩.٨٦	٣.٢٢	١.٩٢	١.٠٦	٣٤٧.٢	٢.٣	١.٢	٠.٨٦	٢.٠٧	٢.١٣	٦٠	١٣٠	١٧.٢
٢٩.٤٦	٣٨.٥	١١.٩٤	٩.٩٨	٢.٥	٢.٢١	٠.٦١	٣٣٨.٤	٣.١١	٠.٧٨	٠.٨٥	٢.٠١	٢.١٤	١٨٠	٢٥٥	٢٠.١
٢٧.٧٥	٣٨.٥٨	١٢.٤٧	٩.٩٨	١.٩٤	٢.٧٦	٠.٩	٣٤٧.٢	٣.٥	٠.٩٧	٠.٨٦	٢.٠٧	٢.٠٦	١٩٠	٢٧٠	٢٠.٤
٢٤.٦	٤٣.٢٥	١٢.٨٧	٩.٧٣	١.٨٢	٢.٤٢	٠.٦٧	٣٤٧.٢	٢.٧٨	٠.٩٨	٠.٨٤	٢.١٥	٢.١٣	١٥٠	٢٣٠	٢٢.٣
٤٠.٧٢	٢٩.٧٧	٨.٤٧	١١.٠٧	٣.٨٥	٢.٢٨	٠.٨٤	٢٦٩	١.٢٣	٠.٦٦	٠.٨٩	١.٥١	٢.٣	١٣٠	٢٠٠	٢١.٧
٣٤.٧٧	٣٦.٠٣	٧.٧٩	١١.٤٤	٣.٥٥	٢.١٥	٠.٧٢	٢٩٦	١.٨١	٠.٣٤	٠.٨٦	١.٤٢	٢.٣٨	١٠٠	١٧٠	٢٠.٦
٢٥.٨٨	٣٢.٥٦	١٠.٨	٩.٧٣	٤.٤	٢.٣٣	٠.٧٦	٣٠٦	١.٧٥	٠.٦١	٠.٨٨	١.٩١	٢.٢٣	١٢٠	١٩٥	٢٠
٤١.٠٣	٣١.٠٣	٧.٤٢	١٠.٩٥	٢.٨	١.٩٤	٠.٧٢	٢٧٤.٥	٢.٥٧	٠.٤	٠.٨٨	١.٤١	٢.٤٨	١٨٠	٣٠٠	٢٠.٧٢
٣٥.٣٥	٣٢.٢٧	٧.٨٤	١١.٤٤	٣.٦٥	٢.١٧	١	٣٠٥.٦	٢.٧١	٠.٣٤	٠.٨٨	١.٤٢	٢.٢٨	١١٠	٢٤٠	٢١.٤
٣٥.٣٥	٣٢.٢٧	١٢.٢٩	٩.٢٥	٤.٤٧	٢.١٨	٠.٦١	٣٠٠.٦	١.٧٢	٠.٣٨	٠.٨٨	٢.١٦	٢.١٣	١٩٠	٣١٠	٢٣.٨

Continue Table (A- ١)

C_3S%	C_2S%	C_3A%	C_4AF%	MgO%	SO_3%	Free CaO%	S_s (Blaine) (m^2/kg)	L.O.I.%	IR%	L.S.F.%	AR	SM	IST (min)	FST (min)	f_3 (MPa)
٣٠.١٩	٣٧.١٤	٦.٠٦	٩.٤٩	٤.٨٥	٢.٥٥	٠.٦٧	٣٠٠.٦	١.٨١	٠.٣٦	٠.٨٦	١.٩٩	٢.٢٣	١٧٠	٢٨٥	٢١.٨
٣٢.٣٧	٣٦.١٢	١١.٠٤	٩.٤٩	٤.٥٢	٢.٢٨	٠.٥٦	٣٣٣.٩	١.٦٤	٠.٣٤	٠.٨٦	١.٩٧	٢.٢٧	١٢٠	٢١٠	٢٣.٤
٤٣.٧١	٢٨.٩٥	٣.٩٣	١٣.٥١	٣.٦٣	٢.١٤	١.٠٦	٣١٥.٣	١.٤٥	٠.٣١	٠.٨٨	٠.٩٧	٢.٤٦	١٢٠	٢١٥	٢٠.٣
٢٦.٦٩	٣٢.٥٨	٩.٤٢	١٠.٢٢	٤.٣٨	٢.١٤	٠.٧٢	٣٤٢	١.٧٥	٠.٤٣	٠.٨٧	١.٦٩	٢.٣٢	١١٠	١٩٠	٢٢.٢
٢٣.٧٧	٣٤.٦١	٩.٥٥	٩.٩٨	٤.٦٧	٢.٤٧	٠.٧٢	٣١٣.٩	١.٣	٠.٥١	٠.٨٧	١.٧٣	٢.٣٣	١٠٠	١٦٠	٢٤.٦
٣٠.١٣	٣٨.٢٢	١٠.٠٤	٩.٨٦	٤.٨٨	٢.٦	٠.٨٤	٣١١.٧	١.٢١	٠.٣٩	٠.٨٥	١.٨	٢.٣٣	٨٥	١٥٠	٢١.٥
٤١.٢٢	٢٩.٤٨	٨.٢٩	١١.٦٨	٤.٠٢	٢.١١	٠.٩٥	٣١٩	١.٠٣	٠.٥٧	٠.٨٩	١.٤٥	٢.٢٢	١٠٠	١٦٠	٢٢
٢٤.٥٧	٣٣.٥٥	١١.٠٦	٨.٨٨	٤.٣٧	٢.٣٦	٠.٧٨	٢٧٩	٢.١	٠.٥١	٠.٨٧	٢.٠٧	٢.٣٢	١٢٠	١٦٠	٢٢.٧
٢٣.٤٤	٣٤.٩٢	٩.٨٤	١٠.١	٤.٨٧	٢.٤٢	٠.٩٥	٣١٩	١.٢٧	٠.٦١	٠.٨٧	١.٧٧	٢.٢٧	١٤٠	٢٠٠	٢١
٣١.٢٨	٣٦.٧٢	١١.٢٦	٩.٨٦	٤.٣٨	٢.٣٧	٠.٥٦	٣٢٧	١.٤٨	٠.٤٩	٠.٨٧	١.٩٥	٢.٢	١٠٠	١٥٥	٢٣.٢٦
٢٠.٩٥	٣٦.٥٦	١٢.١٢	٨.٨٨	٤.٧٥	٢.١٢	٠.٦١	٣٣٢	٢.١٥	٠.٤	٠.٨٦	٢.٩	٢.٢٣	٩٠	١٤٥	٢٥.٢
٢٠.٤٤	٣٧.١٣	١٠.٣٤	١٠.٤٧	٤.٢١	٢.٧١	٠.٥٦	٣١٠	١.٣٥	٠.٣٩	٠.٨٦	١.٧٧	٢.١٩	١٢٥	١٨٠	٢٤.٨
٤٣.٥٧	٢٥.٥٦	٨.٣٦	١١.٠٧	٥.٢	٢.٢٤	٠.٦٧	٣٠٥.٦	١.٢١	٠.٤٢	٠.٩	١.٥	٢.٢٣	١٢٠	١٨٠	٢١.٢
٣٦	٣٢.٧٦	٩.٥٦	١٠.٣٤	٤.٩	٢.٥٤	٠.٥٦	٣١٠	١.٣٥	٠.٣٩	٠.٨٧	١.٧	٢.٢٧	١٢٥	١٨٠	٢٤.٨
٢٣.٣١	٣٨.١١	٥.٩٦	١٢.٥٣	٣.٩٣	٢.١٦	١.١٢	٣٦٦	١.١٦	٠.٢٩	٠.٨٥	١.٧	٢.٤٥	١٠٠	٢١٠	٢٠
٢٢.٩٥	٣٤.٨٣	١٠.٤٥	٩.٩٨	٣.١٧	٢.٥٨	١.٢٣	٣٤٧	٢.٣١	٠.٣٤	٠.٨٧	١.٨٤	٢.٢٣	٨٥	١٥٤	٢٥
٢٦.١٣	٤١.٦٤	١١.٠٢	٩.٢٥	٤.٨٥	٢.٤٥	٠.٧٨	٣٣٨	١.٨٩	٠.٦٢	٠.٨٤	٢	٢.٣٤	١٣٠	١٩٠	١٩.٢
٢٧.٠٦	٣٢.٤٨	٩.٢٩	٩.٩٨	٢.٧٣	٢.٧١	١.٦٨	٣٠١	١.٨	٠.٥١	٠.٨٩	١.٧	٢.٣٧	١٣٥	٢٠٠	١٨.٣
٣٠.٦٨	٣٩.٦٤	٩.٧٥	٩.٢٥	٣.٩	٢.٢٥	٠.٧٨	٣٢٠	١.٨٣	٠.٣٧	٠.٨٥	١.٨٥	٢.٥٣	٨٥	٢٦٠	١٨.١
٣٠.٨٦	٣٨.٠٧	٩.٣٥	٩.٥	٤.٧٥	٢.٥٣	٠.٦٧	٣٣٤	٢.٢٨	٠.٣٥	٠.٨٥	١.٧٧	٢.٥	١٤٠	٢٠٥	٢١
٢٤.٩٥	٤٣.١	١٠.٥٦	٩.٩٨	٢.٩٣	٢.٦	١.٢٩	٣٤٢	٢.٤٣	٠.٦٤	٠.٨٤	١.٨٥	٢.٣	٨٠	١٠٥	١٧
٢٧.٩٦	٢٩.٦٧	١٠.٠٩	٩.٤٩	٤.٢٦	٢.٣٢	٠.٧٨	٣٢٥	٣.٤٥	٠.٣٦	٠.٨٩	١.٨٦	٠.٢٤	١٢٠	٢٢٥	٢٢.٣
٢٧.٢٧	٣٩.٢٣	١٢.٢١	٩.٤٩	٣.٩٣	٢.٦٤	٠.٨٩	٣٢٠	٢.٠٧	٠.٤٧	٠.٨٥	٢.١١	٢.١٤	٩٠	١٩٥	٢٣.٨

٤١.٦٨	٢٧.٧٣	٨.٤٥	٩.٨٦	٤.٦٢	٢.٥	٠.٧٨	٣٢٥	٢.٣٩	٠.٢٣	٠.٨٩	١.٦٢	٢.٤٣	٨٥	٢٠٠	٢١

Continue Table (A- ١)

C_3S%	C_2S%	C_3A%	C_4AF%	MgO%	SO_3%	Free CaO%	S_s (Blaine) (m^2/kg)	L.O.I.%	IR%	L.S.F.%	MA	SM	IST (min)	FST (min)	f_3 (MPa)
٢٦.٢٧	٤١.٣	١٢.٤٤	٩.٧٣	٢.٧	٢.٦٨	١.١٢	٣٣٠	١.١٢	٠.٩٦	٠.٨٥	٢.١	٢.١٤	٩٠	٢٠٠	١٧
٢٤.٦٢	٤٤.٢٧	٩.٢٩	٩.٩٨	٢.٦٨	٢.٧٥	٠.٨٩	٤٥٠	٣.٣٩	٠.٥٧	٠.٨٣	١.٧	٢.٤٦	٥٠	١٦٠	٢٠
٣٣.٤٣	٣٥.٢١	٩.١٨	١١.٢	٤.٥٦	٢.١٨	٠.٧٨	٣٢٠	٢.٩٢	٠.٧٥	٠.٨٦	١.٦٩	٢.٣٨	٩٠	٢٤٠	٢٣.٥
٢٨.٤٢	٣٨.٢٥	١١.٣٣	٩.٧٣	٤.١	٢.٢٨	٠.٧٢	٣٠٠	٢.٩٧	٠.٥١	٠.٨٦	١.٩٧	٢.١٨	١٢٠	٢٢٥	٢٠.٥
٣٤.٥٥	٣٤.٣١	٧.٩٧	١١.١٩	٤.٤	٢.١١	٠.٩٥	٣٢٠	٢.٧٤	٠.٤٢	٠.٨٦	١.٤٥	٢.٣٣	١٢٠	٢٤٠	٢٣
٣٦.٢٧	٣١.١٨	١٠.٤٦	٩.٥	٤.٤	٢.٣٤	٠.٦١	٣٦٤	٣.٣٨	٠.٥٥	٠.٨٨	١.٩	٢.٢٥	١٢٠	٢٤٠	٢٣
٣٤.٦٣	٣٤.١٤	١٠.١٢	٩.٢٥	٤.٥٦	٢.٢٤	٠.٦٧	٣٣٩	٢.٦٧	٠.٨	٠.٨٧	١.٨٩	٢.٣٨	١١٠	٢٣٠	٢٦.٣
٤٢.٥٤	٢٦.٦٢	٨.٣٥	٩.٨٦	٣.٩٧	٢.١٩	٠.٧٨	٣٥٦	٣.٨٧	٠.٤٦	٠.٩	١.٦١	٢.٤٢	١٥٠	٢٧٠	٢٠
٤١.١	٢٩.٦	٦.٧	١٣.٣٩	٢.٤٣	١.٩٤	٠.٨٤	٢٧٧.٨	٢.٥١	٠.٤	٠.٨٨	١.٢١	٢.١٧	١٠٠	١٨٠	١٩.٨
٣٤.٦٢	٣٤.٧٧	١٠.١٦	٨.٨٨	٤.٥٣	٢.٦	٠.٦٧	٣٣٢	١.٥٨	٠.٣٩	٠.٨٧	١.٩٥	٢.٤٦	١٣٠	٢٦٠	٢٢.٤
٣٠.٦٧	٣٨.٣٣	١١.١٦	٨.٥٢	٤.٦٣	٢.١٩	٠.٥٦	٣١٠.٦	٢.٠٧	٠.٣٦	٠.٨٥	٢.١٤	٢.٤٣	١٢٠	٢٣٠	٢٣.٥
٣٧	٣١.٥	٧.٤١	١٢.٧٨	٤.٥	٢.١٣	١.١٢	٢٨٧.٥	١.٦٥	٠.٤	٠.٨٨	١.٣	٢.١٤	٩٠	١٨٠	٢٠.٧
٣٠.٠٨	٣٨.٠٦	٨.٩١	١١.٣٢	٣.٧	٢.١٣	٠.٩٥	٣٤٠	٢.٠٤	٠.٣٦	٠.٨٥	١.٥٤	٢.٢٦	٤٥	١٥٠	٢٤.٢
٣٦.٦٩	٣٢.٥٨	٩.٤٢	١٠.٢٢	٤.٣٨	٢.١٤	٠.٧٢	٣٤٢	١.٧٥	٠.٤٣	٠.٨٧	١.٦٩	٢.٣٢	١١٠	١٩٠	٢٢.٢
٣٣.٣٣	٣٤.٧٧	١٠.٢	١١.٢	٣.٨٥	٢.٥٧	٠.٧٨	٣٢٩.٤	١.١٧	٠.٣٥	٠.٨٨	١.٦٨	٢.١١	١٣٠	٢٠٠	٢٣.٨
٢٨.٢٩	٣٩.٦	١١.٠٨	٩.٦١	٤.٥١	٢.٤١	٠.٨٩	٢٧٤.٥	١.٤٣	٠.٢٩	٠.٨٥	١.٩٦	٢.٢٧	١٣٠	١٩٠	٢١.٨
٥٥.٦٨	١٩.١١	٠.٠٨	١٧.٠٨	١.٧	٢.١٥	١.٦٨	٢٩٨	٠.٥٤	٠.٦٨	٠.٩٣	٠.٦٤	٢.٣	١٥٥	٢٤٥	٢٣.٢
٥١.٦١	٢١.٩٣	١.٦٥	١٦.٦	١.٦٢	٢.١	١.٤٧	٣٠٥.٧	٠.٧٦	٠.٧٣	٠.٩٢	٠.٧٥	٢.٢١	١٤٥	٢٣٥	٢١.٣
٤١.٠٢	٢٧.٥٤	١٠.٠٥	٩.٨٦	٤.٦٣	٢.٦	٠.٩١	٣١٣.٣	١.٢٢	٠.٣٤	٠.٩	١.٨١	٢.٢٤	١٥٠	٢٢٠	٢١٠
٣٥.٣٨	٣٤.٦١	٨.٧٨	٩.٨٦	٤.١٩	٢.٤٤	٠.٩	٢٩١.٥	١.١٩	٠.٦٣	٠.٨٧	١.٦٦	٢.٤٨	١٠٠	١٩٠	٢٠
٣٥.٠٩	٣٣.٩١	١١.٠٦	٩.٧٢	٣.٢	٢.٥٤	١.٤٢	٣٩٨.٤	١.٢٤	٠.٥٥	٠.٨٩	١.٩٩	٢.٢٨	١٠٠	١٧٠	٢١.٨
٢٧.٨١	٤١.١٨	١٠.٣٤	٩.١٣	٣.١	٢.٦٣	١.١٤	٣١٥	٢.١	١.١	٠.٨٣	١.٩٤	٢.٤٦	١٠٠	١٩٥	١٨.٩
٢٤.٨٤	٤٢.٩٦	٩.٩١	٩.٥٩	٣.١	٢.٧٧	١.٢٧	٣١٣.٧	٢.٨	٠.٨٩	٠.٨٢	١.٨٣	٢.٤٢	١٠٥	٢١٠	١٧.٦
٣٨.٣٥	٣٢.٠٢	٥.٢٤	١٢.٢٤	٢.٦٧	٢.٤٢	١	٣٠٠	٣.٣	٠.٨٢	٠.٨٦	١.١٣	٢.٨٦	١٣٥	٢٣٠	٢٠.٧

Continue Table (A- ١)

C_3S%	C_2S%	C_3A%	C_4AF%	MgO%	SO_3%	Free CaO%	S_s (Blaine) (m^2/kg)	L.O.I.%	IR%	L.S.F.%	MA	MS	IST (min)	FST (min)	f_3 (MPa)
٢٩.٧٦	٣٨.٠٤	١١.٢٧	٩.٣٧	٣.٩٧	٢.٣٦	١.١٢	٣١٥	١.٧	١.٢	٠.٨٥	٢.٠٢	٢.٢٧	١١٠	٢١٠	١٨
٣٧.٥٩	٢٩.٠٩	١١.٢٤	٨.٧٦	٤.٤٨	٢.٣٨	٠.٩	٣٠٠	٣.٢	١.١	٠.٨٨	٢.١١	٢.٢٤	١٢٠	٢٢٠	١٩.٥
٣٧.٠٨	٣٠.٢٨	١٠.١٨	٩.٧٣	٤.١	٢.٦٤	٠.٩٥	٣١١.٥	٢.٠٢	٠.٧٤	٠.٨٨	١.٩٢	٢.١٧	١٥٠	٢٤٠	١٩
٥٣.٥٢	١٩.٠٩	٣.٤٢	١٣.٣٩	٢.٧٥	٢.٣	١.١٢	٣٢٥.٦	٢.٤٨	١.١	٠.٩١	٠.٩٣	٢.٤٤	١٠٠	١٨٥	١٨.٧
٤١.٩٣	٢٨.٦٥	٦.٥٧	١٠.١	٣.٥٧	٢.٧	١.٢٨	٣٥٤.٧	٢.٤٣	١.١٧	٠.٨٥	١.٣٨	٢.٦٥	١٢٠	٢٤٠	١٨.٤
٤٣.٦	٢٢.٦٥	٥.٠٤	١٠.٩٥	٣.٥٥	٢.٦٦	١.٢	٣٠٥.٧	٣.٦٥	١	٠.٨٩	١.١٦	٢.٦٨	١٥٠	٢٣٥	١٨
٣٣.٥٢	٣٣.٥٢	٨.٩٦	٩.٦١	٤.٠٣	٢.٦	١	٢٩٩.٨	١.٩٩	٠.٩٥	٠.٨٦	١.٧	٢.٤٦	١٠٥	١٨٥	١٨.٢

Table (A- ٢) Properties of Sulfate Resisting Portland Cements form Data Obtained by Consultant Engineering Bureau in University of Babylon (for The Period between ٢٠٠٠- ٢٠٠٣)

No.	C_3S%	C_2S%	C_3A%	C_4AF%	MgO%	SO_3%	Free CaO%	S_s (Blaine) (m^2/kg)	L.O.I.%	IR%	L.S.F.%	IST (min)	FST (min)
١	٤١.٣٢	٢٩.٨٩	٣.٤٦	١٥.٢١	٢.٤	٢.١٦	٠.٨٩	٣٥٥.٧	٢.٨٥	٠.٦	٠.٨٧	١٨٠	٢٦٠
٢	٥١.١٣	٢٢.٧٨	١.٧٦	١٤.٨٥	٢.٨٥	٢.٠٥	٠.٧٢	٣٣٤	٢.١١	٠.٥٣	٠.٩	١٢٠	٢٤٥
٣	٤٩.٤٣	٢٣.٧٧	٠.٩٨	١٥.٥٨	٣.١٧	١.٩١	١	٢٧٥	٢.٢٥	٠.٢٣	٠.٩	١٢٠	٢٤٠
٤	٤٧.٨	٢٥.٤	٣.٤٣	١٤.٦	٢.٣٤	٢.١	١.٠٦	٣٣٨	١.٤٧	٠.٢٩	٠.٩	١٢٠	٢٢٥
٥	٤٧.٦٨	٢٥.١	٢.٧١	١٦.١٩	١.٤٧	٢.١٧	٠.٨٤	٣٣٤	٢.١١	٠.٦٣	٠.٩	١٣٠	٢٤٠
٦	٥٣.١٣	١٩.٧٨	١.٦٧	١٥.٥٨	٣.٠٨	١.٩٦	٠.٦٧	٣٣٤	٢.٦٢	٠.٥٨	٠.٩١	١٢٠	٢٤٠
٧	٥١.٥٣	٢٢.٢٥	٠.١٢	١٧.٠٤	٣.١٨	٢.٠١	٠.٨٤	٣٢٠	١.١٥	٠.١١	٠.٩	١٤٥	٢٤٠
٨	٤٤.٧١	٢٨.٤٨	١.٧٩	١٦.٧٩	١.٩٥	٢.٠٥	١	٣٤٧	١.٥٣	٠.٤٣	٠.٨٨	١٤٠	١٩٥
٩	٥١.٢	٢١.٥٨	١.٨٧	١٥.٧	٣.٤٢	٢.١١	٠.٦٧	٣٢٩	١.٧٣	٠.٤٥	٠.٩١	٩٠	١٨٠
١٠	٤٩.٩١	٢٣.٧٦	٣.٣٥	١٥.٢١	١.٦١	٢.١٥	٠.٧٨	٣٢٢	١.٤	٠.٦٨	٠.٩	١٢٠	١٩٠
١١	٥٦.٣٣	١٥.٧	٣.٤٦	١٥.٧	١.٧٨	٢.٠٧	٠.٨٩	٣٥٦	١.٨١	٠.٥٧	٠.٩٤	٩٠	١٩٠
١٢	٥٨.٢٢	١٦.٥٧	٠	١٦.٥٥	٢.٩٧	١.٩٢	٠.٨٩	٣٣٤	١.٣٨	٠.٥٢	٠.٩٣	١٢٠	١٨٠
١٣	٥٩.٣٨	١٤.٧٧	١.٤٧	١٥.٩٤	١.٧٢	٢.٢٦	٠.٨٤	٣١٥.٥	١.٥٦	٠.٤٥	٠.٩٤	١٣٥	١٩٠
١٤	٦٢.١٧	١٤.٢٨	٠	١٦.٠٦	١.٧	٢.١١	٠.٦٧	٣١٥	١.٢٥	٠.٤٦	٠.٩٣	١٢٥	١٩٠
١٥	٥٩.٢	١٥.٧٢	٢.٥٣	١٤.٦	٢.٣٥	٢.٠٣	٠.٥٦	٣٢٩	١.٤٣	٠.٢٨	٠.٩٣	١٢٠	١٨٠
١٦	٥٥.٥٤	١٩.٤٥	٢.٩٣	١٤.٣٦	١.٩	٢.١٤	٠.٥	٣٢٩	١.١٥	٠.٣٩	٠.٩١	١٢٠	١٩٠
١٧	٥٥.٦٢	١٨.٩٣	١.٨٦	١٥.٣٣	٣	٢.٠٢	٠.٢٨	٣٦٨	١.١٢	٠.٥٣	٠.٩١	١١٠	١٧٠
١٨	٣٣.٧٤	٣٥.٤٩	١١.٣	٧.٧٩	٣.٣٥	٢.١٥	٠.٣٣	٣٥٦	٢.٨٦	٠.١٧	٠.٨٧	١٢٠	١٩٥
١٩	٥١.١٨	٢٣.٣٧	١.٣	١٥.٥٨	١.٦٨	٢.٢	١.١٢	٣٠٦	١.٦٧	٠.٣١	٠.٩	١٢٥	٢١٠
٢٠	٥٩.٥١	١٥.٣٧	٠.٠١	١٥.٩٤	٢.٩٢	١.٨٨	٠.٧٢	٣٢٠	١.٦١	٠.٢	٠.٩٣	١٢٠	٢٠٠
٢١	٥٧.٠٥	١٧.٥١	٠.١٣	١٥.٥٨	٢.٥٥	٢.٠٧	٠.٦٧	٣١٠	٢.٢٥	٠.٦١	٠.٩٢	٩٠	١٩٠
٢٢	٥٥.٢	١٨.٣٣	٠.٣٩	١٦.٠٦	٢.٩٥	٢.١	٠.٦٧	٣٠٦	١.٩٥	٠.٣٩	٠.٩٢	١٣٠	٢٤٠
٢٣	٥٨.٩٣	١٦.٢	٠	١٦.٠٦	٣.٢	١.٨٧	٠.٧٣	٣٠٠.٦	١.٥١	٠.٤٢	٠.٩٣	١١٠	١٨٠

Continue Table (A- ٢)

No.	C_3S%	C_2S%	C_3A%	C_4AF%	MgO%	SO_3%	Free CaO%	S_s (Blaine) (m^2/kg)	L.O.I.%	IR%	L.S.F.%	IST (min)	FST (min)
٢٤	٥٨.٣٤	١٦.٦٥	٠.٠١	١٥.٧	٢.٧٣	١.٩٨	٠.٧٨	٣٤٠	١.٧٥	٠.٣٣	٠.٩٣	٨٠	١٧٠
٢٥	٣٦.١٩	٣١.١٢	١٠.٤٧	١١.٢	٣.٣٣	١.٩٢	٠.٧٢	٣١٣	٣.٣٥	٠.٣٥	٠.٨٨	١٢٥	٢٠٠
٢٦	٥٤.١٥	١٩.٨١	٢.٥٥	١٥.٧	١.٧٥	١.٨٦	٠.٦٧	٢٨٠	١.٩٧	٠.٣٩	٠.٩٢	١٢٠	٢٢٠
٢٧	٦٠.٦٩	١٤.٣	٠.٦٧	١٤.٦	٢.٨٥	٢	٠.٦١	٣٠٠	٢.٢٧	٠.٣٧	٠.٩٤	٩٠	٢٠٠

٢٨	٥٢	٢٢.٢٩	٠.٢٩	١٤.٧٣	٢.٢٤	٢.١٢	٠.٦٧	٣٠٠	٣.٤٥	٠.٤٥	٠.٩	١٢٠	٢٣٠
٢٩	٤٠.٩٧	٣٢.٣٦	٢.٥٥	١٥.٦٨	١.١٩	٢.٢٦	٠.٦٢	٣١٥.٨	١.٤٥	٠.٥	٠.٨٨	١٦٠	٢٤٠
٣٠	٦٠.٨٧	١٤.٣٧	-٠.٢٨	١٦.١٨	٣.١١	٢.٠٧	١.٨٥	٣٦٩.٤	١.٤٦	٠.٤٣	٠.٩٣	١١٠	٢٣٠
٣١	٥٨.٠٦	١٧.٥٥	٠.٥١	١٥.٨٢	١.٩١	٢.١٤	٠.٣٦	٢٨١.٨	١.٦٤	٠.٤٩	٠.٩٢	١٢٥	٢٤٠
٣٢	٤٨	٢٧.٧١	-١.٣٧	١٥.٨	٢	٢.١٢	٠.٥٢	٢٨٤.٤	٢	٠.٦٥	٠.٨٧	١٢٥	٢١٥
٣٣	٤٦.٩٨	٢٧.٢٦	-١.٠٣	١٧.١٢	٢.٥	٢.٠٩	٠.٥	٣١١.٦	٢.٣	٠.٥٦	٠.٨٧	١٢٠	٢٠٥
٣٤	٤٩.٦٥	٢٥.٠٤	-٠.٩٥	١٧.٠٤	٢	٢.٠٥	٠.٥	٣١٦.٣	٢	٠.٥٤	٠.٨٨	٨٠	١٨٠
٣٥	٤٥.٥١	٢٧.٤٨	٢.٩٩	١٥.٥٨	٢.٢١	٢.١	٠.٨١	٣٠٥.٦	١.٦٣	٠.٢٩	٠.٨٨	١٢٠	٢١٠
٣٦	٥١.١	٢٣.٧٧	٠.٦٣	١٧.١٦	١.٢٢	٢.٠٣	٠.٧٨	٣٢٤	١.٩٤	٠.٤٦	٠.٩	١٦٠	٢٧٠
٣٧	٤٨.٤٤	٢٥.٥٥	١.٦٨	١٥.٩٤	٣.٠٢	١.٨٢	٠.٨٤	٣٢٠.١	١.١٧	٠.١٣	٠.٨٩	٧٠	١٤٠
٣٨	٤٨.٤٤	٢٥.٥٥	١.٦٨	١٥.٩٤	٣.٠٢	١.٨٢	٠.٧٥	٣٢٠.١	١.١٧	٠.١٣	٠.٨٩	٧٠	١٤٠
٣٩	٤٦.٠٢	٢٧.٠٣	٣.١١	١٥.٤٥	٣.٠٤	٢.٠٢	٠.٧٥	٣٠٥	١.٠١	٠.٥٥	٠.٨٨	١٣٠	٣٠٠
٤٠	٤٦.٤٤	٢٦.٦٦	٢.٦٣	١٦.٤٣	١.٥٣	١.٨٦	٠.٦١	٣٠٥	١.٩	٠.٤١	٠.٨٩	١٢٠	٢٨٥
٤١	٥٠.٥٥	٢١.٩٥	٣.٣٦	١٥.٢١	٣.٦٢	١.٨٥	٠.٨٩	٣٥١.٥	٠.٨٥	٠.١٧	٠.٩١	٦٠	١٤٥
٤٢	٥١.٨	٢١.١٣	٢.٧٧	١٥.٢١	٣.٩٤	١.٧٤	٠.٧٨	٣١٠.٥	١.١٢	١.٢	٠.٩١	٩٠	١٤٥
٤٣	٤٥.٦٤	٢٦.٩٨	٢.٨٤	١٦.٤٣	١.٨٤	٢.١٢	٠.٨٤	٣٠٠.٧	١.٥٥	١.٢١	٠.٨٩	٩٠	١٥٠
٤٤	٤٣.٧٥	٢٨.٢٣	٢.٨٤	١٥.١	٣.١١	٢.٠٨	٠.٩	٣٤٧.٢	١.٨٧	٠.٨١	٠.٨٩	١٨٠	٢٥٠
٤٥	٤٨.٠٥	٢٥.٨٥	٠.٠٢	١٨.٢٦	٠.٧٢	٢.١٨	١.٣٤	٣٤٢.٨	١.٦٥	٠.٦٣	٠.٩	٦٠	١٢٠
٤٦	٥٢.٢٨	٢١.٤٥	٢.٦٧	١٥.٢١	٣.٤	١.٩٨	١.٥١	٣٢٤.٨	٠.٨٢	٠.٧٤	٠.٩١	١١٠	١٩٠
٤٧	٥١.٨٦	٢٢.٠٦	١.٩٨	١٦.٥٥	١.٤٢	٢.٣٢	٠.٥٦	٣٢٥	١.١	٠.٤٦	٠.٩١	IST	١٥٥

Continue Table (A- ٢)

C_3S%	C_2S%	C_3A%	C_4AF%	MgO%	SO_3%	Free CaO%	S_s (Blaine) (m^2/kg)	L.O.I.%	IR%	L.S.F.%	IST (min)	FST (min)	AR	SM	f_2 (MPa)
٥٣.١٧	١٩.٣٥	٣.٣٢	١٥.١	٣.٢	٢.١٦	٠.٨٤	٣٢٩	١.٠٥	٠.٣٦	٠.٩٢	٩٥	١٨٠	٠.٨٩	٢.٢١	١٧.٥
٥١.٥٤	٢٢.٤١	٢.٠٧	١٧.٠٤	٠.٧٥	٢.١٦	١	٣٥٦	١.٠٨	٠.٨١	٠.٩١	١٣٠	١٨٥	٠.٧٨	٢.١٤	١٦
٥٣.٤٢	١٨.٩٩	٣.٠٢	١٥.٨٢	٣.٥	٢.١٦	١.٠٦	٣٢٩	١.١٣	٠.٦٦	٠.٩٢	١٣٥	٢١٠	٠.٨٥	٢.١٤	٢٢.٥
٤٨.٥٧	٢٤.٨٨	١.٠٥	١٧.٦٥	١.١	٢.٣	١.٠٦	٣٣٨.٤	١.١١	٠.٧٦	٠.٩	١٢٠	١٨٠	٠.٧	٢.١٦	١٩
٤٧.٠٢	٢٥.٣	٣.٣	١٥.٢١	٣.٠٦	٢.٠٨	١.٥١	٣١٠.٥	٠.٩٥	٠.٨٣	٠.٩	٨٠	١٤٠	٠.٨٨	٢.٢٤	٢٠.٦
٤٥.٢٣	٢٩.١٢	٠	١٧.٩	٠.٧٥	٢.٤٦	١.٤٦	٣٣٨.٤	١.٣٣	٠.٤١	٠.٨٨	١٥٠	٢٣٠	٠.٦٣	٢.٣	١٩.٢
٤٣.١٢	٢٩.٥١	٣.٤٩	١٤.٩٧	٢.٩	١.٨	١.٣٤	٣٤٠.٦	١.٤٢	٠.٦٢	٠.٨٨	٢٠٠	٢٩٠	٠.٩	٢.٣	٢٦
٤٣.٢٥	٢٧.٠٦	٣.٤٧	١٤.٧٢	٣.٢٤	٢.٠٥	١.٤	٣٥٥.٧	٣.٣٤	١.٠٨	٠.٨٩	٢١٠	٣٠٠	٠.٩١	٢.٢٥	٢٥.٢
٥٠.٢٦	٢٢.١٧	٣.٤٥	١٤.٨٥	٣.٣٥	٢.٠٢	١.٢٨	٣٠١	١.٣٨	٠.٤٧	٠.٩١	١٢٠	١٨٠	٠.٩	٢.٢٥	٣٠.٦
٤٤.٠٥	٢٩.٨٤	٣.٢٥	١٥.٢١	١.٤١	٢.١١	٠.٩	٣٠١	١.٣٣	٠.٧٢	٠.٨٨	٩٠	١٦٠	٠.٨٨	٢.٣٣	٢٠.٤
٥٥.٣١	١٧.٦٢	٢.٧٨	١٥.٥٨	١.٤٥	٢.١١	٠.٩٥	٢٨٠	٢.٤٣	٠.٦١	٠.٩٣	١٩٠	٣١٥	٠.٨٤	٢.١٩	٢٥.٥
٤٩.٤٢	٢٢.٦٩	٢.١٧	١٤.٩٧	٣.٢٥	٢.١٣	٠.٧٨	٣٠٠.٦	٢.٤٣	٠.٤٧	٠.٩	٩٠	٢٧٠	٠.٨	٢.٣٥	٢٥.٣
٤٩.٧٧	٢٤.٤٣	٠	١٦.٦٧	٣.٢٧	١.٨٧	٠.٨٩	٣٨٨	١.٢٦	٠.٢٩	٠.٨٩	٧٠	١٨٠	٠.٦٣	٢.٤	٢٦.٠٦
٤٦.٣٥	٢٧.٩٣	٣.٤٨	١٥.٠٩	١.٤٥	٢.٢٦	٠.٩	٣٠٥.٦	١.١٣	٠.٤٥	٠.٨٨	٧٠	١٨٠	٠.٩	٢.٣٢	١٩.٥
٥٥.٩٧	١٨.٦٧	٠.٤٦	١٥.١	٣.٥٥	١.٩٢	٠.٨٤	٣٤٤	١.٢٧	٠.١٨	٠.٩٢	١٢٠	١٩٠	٠.٦٧	٢.٥٦	٢٨.٥
٥٣.٣٣	٢١.٦٣	٠.٦	١٦.٠٦	١.٧	٢.١٨	١	٣١٠	١.٦٥	٠.٤٦	٠.٩١	١١٠	١٦٥	٠.٦٨	٢.٤٣	٢٥
٤٥.٧٨	٢٨.٥٣	٠.٥٣	١٦.٦٧	٢.١	٢.١٣	٠.٨٤	٣٤٥	١.٦٣	٠.٥٨	٠.٨٧	١٢٠	١٨٥	٠.٦٧	٢.٣٩	٢٢.٦
٤٥.٧٣	٢٦.٦٢	٣.٤٨	١٥.٠٩	٣.٨	١.٨٧	٠.٧٨	٣٣٨	٠.٨٩	٠.٣٥	٠.٨٩	١٤٠	٢٤٠	٠.٩	٢.٢٦	٢٤.١
٥١.٥٣	٢٢.٢٥	٠.١٢	١٧.٠٤	٣.١٨	٢.٠١	٠.٩٥	٣٢٠	١.١٥	٠.١١	٠.٩	١٤٥	٢٤٠	٠.٢٧	٢.٣١	٢٢
٤٤.٧١	٢٨.٤٨	١.٧٩	١٦.٧٩	١.٩٥	٢.٠٥	٠.٨٤	٣٤٧	١.٥٣	٠.٤٣	٠.٨٨	١٤٠	١٩٥	٠.٧٦	٢.٢٣	٢٠
٤٩.٤٣	٢٣.٧٧	٠.٩٨	١٥.٥٨	٣.١٧	١.٩١	١	٢٧٥	٢.٢٥	٠.٢٣	٠.٩	١٢٠	٢٤٠	٠.٧١	٢.٤٣	٢٤.٥
٤٧.٨	٢٥.٤	٣.٤٣	١٤.٦	٢.٣٤	٢.١	١	٣٣٨	١.٤٧	٠.٢٩	٠.٩	١٢٠	٢٢٥	٠.٩	٢.٣٤	٢٠.١
٤٧.٦٨	٢٥.١	٢.٧١	١٦.١٩	١.٤٧	٢.١٧	١.٠٦	٣٣٤	٢.١١	٠.٦٣	٠.٩	١٣٠	٢٤٠	٠.٨٣	٢.١٨	١٩.٥
٤١.٣٢	٢٩.٨٩	٣.٤٦	١٥.٢١	٢.٤	٢.١٦	٠.٨٤	٣٥٥.٧	٢.٨٥	٠.٦	٠.٨٧	١٨٠	٢٦٠	٠.٩	٢.٢٤	٢٢

Continue Table (A- ٢)

No.	C_3S%	C_2S%	C_3A%	C_4AF%	MgO%	SO_3%	Free CaO%	S_s (Blaine) (m^2/kg)	L.O.I.%	IR%	L.S.F.%	IST (min)	FST (min)
٧٢	٥١.١٣	٢٢.٧٨	١.٧٦	١٤.٨٥	٢.٨٥	٢.٠٥	٠.٨٩	٣٣٤	٢.١١	٠.٥٣	٠.٩	١٢٠	٢٤٥
٧٣	٥٣.١٣	١٩.٧٨	١.٦٧	١٥.٥٨	٣.٠٨	١.٨٦	٠.٧٢	٣٣٤	٢.٦٢	٠.٥٨	٠.٩١	٦٠	٢٤٠
٧٤	٥٤.٠٥	٢١.٥	٠.٣١	١٥.٨٢	١.٦٨	١.٩٣	٠.٦٧	٢٨٧.٥	٢.٢	٠.٣٦	٠.٩	١٣٠	٢٢٠
٧٥	٥٥.٣	١٧.٣٤	٣.١٦	١٥.١	٣.١٥	١.٩	٠.٧٢	٣٤٤.٢	١.٦٨	٠.٣٤	٠.٩٣	١٢٠	٢٣٠
٧٦	٥١.٥٦	٢١.٠٢	٣.٤٩	١٤.٩٧	٣.٢٦	١.٩٨	٠.٨٩	٣٨٩.٣	١.٣٢	٠.٤٧	٠.٩١	٩٠	١٨٠
٧٧	٥٦.٦٨	١٩.١٦	٢.٣٤	١٤.٣٦	١.٤١	٢.١٤	٠.٨٤	٣٠١.٥	١.٢١	٠.٦٨	٠.٩٢	١٢٠	١٨٠
٧٨	٤٥.٠٤	٢٩.٩٥	٢.٥٨	١٤.٦	١.٦٦	٢.٣	٠.٧٨	٣٢٠	١.٠٥	٠.٤٩	٠.٨٨	٩٠	١٥٠
٧٩	٤١.٦٨	٣١.٢٢	٢.٦٦	١٥.٧	٣.٤٥	٢.٠٣	٠.٨٩	٣٥١.٥	٠.٩٣	٠.٣٢	٠.٨٧	١٣٥	٢٠٠
٨٠	٣٩.٤٦	٣٣.٠٢	٠.٤٩	١٦.٥٥	١.٨٢	٢.١٣	٠.٦٧	٢٦٩	٢.٧	٠.٦٥	٠.٨٥	١١٠	٢١٥
٨١	٣٨.٧٥	٣٤.٢٤	٠.٤٣	١٥.٩٥	٢.٣٧	٢.١٢	١.٥	٣٠٠.٥	٢.٦	٠.٨٥	٠.٨٤	٨٠	١٩٠
٨٢	٦٦.٠١	٧.٤٢	-١.٦٨	١٧.٠٤	٢.٤٢	٢.١٣	١.٣	٣٠٣	٢.٨٧	٠.٩٥	٠.٩٦	١١٠	٢٤٠
٨٣	٤٩.٨	٢٤.٧٦	-٠.٦٦	١٧.٤	٢.٠٣	٢.١٧	١.٤	٣٢٠.١	١.١٢	٠.٧٧	٠.٨٨	١١٥	٢٢٠

Table (A- ٣) Properties of The Cements from Data Obtained by AL-Ta`ii (٢٠٠١)

C_3S%	C_2S%	C_3A%	C_4AF%	MgO%	SO_3%	L.O.I.%	IR%	L.S.F.%	S_s (Blaine) (m^2/kg)	Unsoundness%	IST (min)	FST (min)	f_7 (MPa)
٢٦.٢	٤٥.٧	٨.٩٩	٩.٨٢٨٩	٣.٢٥	٢.٥٣	١.١٥	٠.٤٤	٠.٨١	٣٥٧	٠.١٦	١٤٠	٢١٠	٢٧.٢
٢٣.٣	٥٠	٨.١٧	٩.٤٩٤٢	٢.٧١	٢.٤٧	١.٤٨	٠.٤٥	٠.٨	٣٤٤	٠.١٦	٢٠٥	٢٦٥	٢٦.١
٢٦	٤٣	١١.٦	٩.٠٩٨٦	٣.٢٥	٢.٤٣	١.٨٦	٠.٤٥	٠.٨٢	٣٥٥	٠.٠٧	١٧٠	٢٤٠	٢٦.٨
٤٠.٥	٣٢.٥	٨.١٨	٩.١٢٩	٣.٥١	٢.٥	١.١	٠.٧	٠.٨٧	٣٦٤	٠.١٦	١٢٥	٢٠٠	٣٦.٥
٢٩.٧	٤٢.١	١٠.١	٩.٧٠٧٢	٢.٧١	٢.٢٧	١.١٥	٠.٧٤	٠.٨٣	٣٥٠	٠.٠٣	١٢٠	١٧٥	٣١.٤
٣٤.٣	٣٩.٨	٨.٩٨	٩.٦٤٦٣	٢.٦٢	١.٩٤	٠.٨٦	٠.٦٢	٠.٨٤	٣٦١	٠.٠٢	١٣٥	٢٠٥	٣٤.٦
٣٩.٨	٣٤.٧	٨.٥١	٩.٧٣٧٦	٢.٥١	٢.٠١	٠.٨١	٠.٤٤	٠.٨٩	٣٤٧	٠.٠٤	١٤٥	١٩٠	٣٦.٢
٥٤.٢	١٨.٧	٧.٠٣	٩.٤٣٣٣	٢.٥	٢.٤٤	١.٥٥	٠.٣٨	٠.٨٦	٣٣٠	٠.١٨	١٢٠	١٧٠	٢٤.٣
٢٧.٨	٤٢.٤	١٠.٤	٩.٩٨١	٤.٢٤	٢	٠.٩٢	٠.٥٤	٠.٨٣	٣٢١	٠.٦٩	٨٠	١٣٠	٢٦.٧
٢٠.٥	٤٧.٦	١٢.٨	٩.٦١٥٩	٤.١٧	٢.٥	١.٢٨	٠.٧٢	٠.٨٨	٣٢٧	٠.١٢	١٤٥	٢٢٥	٢٧.٤
٣٣.٨	٣٦.٨	٩.٥١	٩.٧٠٧٢	٤.٢٤	٢.٣	٠.٦٧	٠.٩٨	٠.٨٤	٣٢١	٠.٣٨	١٣٠	١٦٥	٢٦.٨
٣١.٩	٣٨.٧	١٠.١	٩.٧٣٧٦	٤.٣١	٢.٢٣	٠.٨	٠.٥	٠.٨٢	٣٨٣	٠.٠٣	٨٠	١٥٠	٣٨.٥
٢٠.٤	٥٠.٦	١٠.٩	٩.٦١٥٩	٢.٤٦	٢.٤	٠.٦	١.٣	٠.٨	٣٠١	٠.٢٢	١٥٠	٢١٥	٢٢.١
٣٥.٢	٣٣.٩	١٢.٦	٩.٤٦٣٧	٣.٩٨	١.٩٢	٠.٩٧	١.٢٦	٠.٨٧	٣١٥	٠.٥	٦٠	١١٠	٢٧
٣٣.٤	٣٤.٨	١١.٣	٩.٧٣٧٦	٤.٨٢	٢.٤	١.١٥	٠.٧	٠.٨٦	٢٩٥	٠.٢٨	٦٠	١١٠	٢٥.١
٣٢.٤	٣٦.٩	٩.٩	١٠.١٠٣	٤.٠٦	٢.٤٣	١.٧١	٠.٧٢	٠.٨٥	٣١٥	٠.١٦	١٣٧	١٨٣	٢٤.٤
٣٣.٤	٣٤.٩	١٢.٧	٩.٤٩٤٢	٢.٥٣	٢.٤٧	١	١.٣	٠.٨٦	٣٢٧	٠.١٩	١٤٠	١٨٥	٢٧.٨
٢٠.٦	٤٨.٧	١١.٦	٩.٨٥٩٣	٢.١	٢.٧١	١.٤	٠.٩	٠.٨١	٢٧٩	٠.١	١٧٠	٢٣٥	٢١.٩

Continue Table (A-٣)

C_3S%	C_2S%	C_3A%	C_4AF%	MgO%	SO_3%	L.O.I.%	IR%	L.S.F.%	S_s (Blaine) (m^2/kg)	Unsoundness%	IST (min)	FST (min)	f_7 (MPa)
٣١.٧	٣٦.٨	١٠.٣	١٠.٦٨١	٤.٥٥	٢.٧١	٠.٦٣	٠.٤٣	٠.٨٥	٣٢١	٠.١٥	٦٥	١٢٥	٢٣.٧

٢٧.٣	٣٩.٨	١٢.٢	١٠.٢٥٥	٤.٤٥	٢.٦٨	١.٠٥	٠.٥	٠.٨٤	٣١٧	٠.٠٤	١٦٥	٢٠٥	٢٣.٥
٣٧.٥	٣٣.٦	٨.٧٣	٩.٨٥٩٣	٣.٦	٢.٥	١.٥	٠.٥	٠.٨٦	٢٧٦	٠.٠١	١٥٠	١٣٥	٢٦.٦
٢٤.٨	٤٧.٩	٩.٦٧	٨.٢٧٧	٣.٨	٢.٥٣	٠.٨١	٠.٣٧	٠.٨	٣٣٤	٠.١٣	٢٠٠	٢٦٠	٣٢.٨
٢٩.٥	٣٧.٣	١٥.٣	٨.٢٤٦٥	٣.٥٤	٢.٥٧	١.٢٥	٠.٣٧	٠.٨٦	٣٣٩	٠.١٢	١٨٩	٢٣٥	١٨.٧
١٩.٨	٥٠.٢	١٢.٧	٧.٨٨١٤	٢.٥٩	٢.٣٦	١	١.٣	٠.٨	٣٦٠	٠.٥	١٧٥	٢٧٠	٢٦.١
٣٧.٥	٣١.٤	١١.٨	٧.٦٦٨٤	٤.٠١	٢.٥٣	١.٦	١	٠.٨٨	٢٨٩	٠.٠٢	١٧٠	٢٤٠	٢٩.٦
٣٣.٦	٤٠	٩.٠٨	٨.٦١١٧	٣.٣٧	٢.٢٦	٠.٣٧	٠.٥٢	٠.٨٤	٣٣٩	٠.٠٢	٦٥	١١٥	٣١
٢٧.٢	٤٤.١	١١.٢	٨.٦١١٧	٣.٥	٢.٣٤	٠.٧٤	٠.٤٩	٠.٨٢	٣٢٧	٠.١٩	٧٠	١٣٠	٢٧.١
٢٠	٥٣.٢	٩.١٤	٨.٦٤٢١	٤.٠١	٢.٢١	٠.٦٣	٠.٥	٠.٧٨	٣١٧	٠.٠٣	٦٥	١٢٠	٣١.٨
٣٢.١	٣٧.٤	١٢.٣	٩.٠٠٧٣	٢.٥٣	٢.٤٤	١	١.٢	٠.٨٥	٢٨٣	٠.٢٤	١٩٥	٢٥٥	٢٦.٤
٣٤.٤	٣٧.٦	١٢.١	٨.٤٩	٢.٤٤	١.٨٦	٠.٩٥	٠.٤٧	٠.٨٦	٢٩٧	٠.٠٦	٢٤٠	٢٧٧	٢٧.٢
٣١.٥	٤١	٩.٥	٨.٧٦٣٨	٣.٠١	١.٩٦	١.٦	١	٠.٨٣	٢٨٢	٠.١٧	١٥٠	٢٢٠	٢٤
١٧.٩	٥٠.٧	١٤.٧	٨.٨٨٥٦	٢.٩٥	٢.٠٩	٠.٦٨	٠.٦	٠.٨	٢٩٠	٠.١١	١٤٠	١٨٠	١٩.٨
٢٨.٧	٣٩	١٣.٩	٩.١٢٩	٣	٢.٣٩	٠.٩٢	٠.٧٧	٠.٨٥	٢٩٦	٠.٠٥	١٨٠	٢٢٠	٢٥.٩
٢٧.٣	٤٢.١	١٣.١	٨.٧٦٣٨	٣.١٣	٢.٣١	٠.٥٦	٠.٤٨	٠.٨٣	٣١٧	٠.١٦	١٢٥	١٩٠	٢٦.٩
٤١.٤	٣٣.٤	٨.٦٦	٨.٥٢٠٤	٢.٥٤	١.٨٣	١.٥	٠.٤٣	٠.٨٧	٣٣٩	٠.٠٨	١٤٥	١٩٥	٣٧
٣٩.٤	٣٢.٥	١١.٢	٨.٠٣٣٥	٣.١	٢.٢٦	١.١٦	٠.٣٤	٠.٨٧	٣٤٤	٠.١٧	٢٤٥	٣٣٥	٢٥
٣٩.٨	٣١.٦	٩.٢٣	٨.٣٩٨٧	٣.٢٢	٢.٦١	١.٨	١.٢	٠.٨٧	٣٠٨	٠.١٣	٢٢٠	٣١٠	٣٠

Continue Table (A-٣)

C_3S%	C_2S%	C_3A%	C_4AF%	MgO%	SO_3%	L.O.I.%	IR%	L.S.F.%	S_s (Blaine) (m^2/kg)	Unsoundness%	IST (min)	FST (min)	f_7 (MPa)
٣٠.٤	٤٢.٧	٩.٠٥	٨.٥٢٠٤	٢.٩	٢.٥٤	١.٠١	١	٠.٨٣	٢٩٢	٠.٢٦	١٥٠	٢١٥	٢٦.١
٣٣.٦	٣٩.١	١١.٣	٨.٥٢٠٤	٢.٨١	١.٩٥	١.٣	٠.٥٦	٠.٨٨	٣٥٠	٠.٠٧	٥٥	١١٠	٣٨
٣٣.٣	٣٨.٤	١٢	٨.٦٤٢١	٣.٠٢	١.٧٣	١.١١	٠.٦٣	٠.٨٥	٣١٥	٠.١٥	٥٠	١٠٥	٢٨.٢
٢٧.٨	٤٢.٩	١١.١	٩.٠٠٧٣	٢.٦٣	٢.٧١	١.١٦	٠.٥٣	٠.٨٣	٣٤٠	٠.١٢	٥٥	٩٥	٢٧.٥

٢٨.٧	٤٣.١	١١.٣	٩.٨٥٩٣	١.٤٥	٢.١٥	٠.٨	١.١	٠.٨٣	٣٠٢	٠.٠٢	١٤٥	٢١٥	٢٦.٣
٣١.٩	٣٧	١١	٩.٦٤٦٣	٤	٢.٤	١.٢٥	١.٧	٠.٨٥	٢٩٧	٠.٣٤	١٩٥	٢٤٠	٢٦.٣
٣٧	٣٢.٦	١١.٢	٩.٨٥٩٣	٤.٤١	١.٧٤	١.١	٠.٤١	٠.٨٧	٣١٥	٠.٦٣	٨٠	١٢٥	٢٩.٩
٣٦.٢	٣٢.٨	١٠.٨	١٠.٤٣٧	٤.٢٧	٢.٠٢	١	٠.٥١	٠.٨٧	٣٣٣	٠.٤٤	٨٥	١٢٠	٢٩.٩
٣١.٤	٣٧.٢	١٠.٥	٩.٩٥٠٦	٤.٤٩	٢.٧٤	١.٠٢	٠.٨٤	٠.٨٤	٣٠٣	٠.٣٤	١٢٥	٢٠٥	٢٥.١
٣٤.٥	٣٤.٤	١٢.١	١٠.٢٥٥	٤.٥٨	١.١٧	٠.٨٨	٠.٥٧	٠.٨٦	٣٠١	٠.١٤	١٢٠	١٨٠	٢٦.٩
٣٣.٨	٣٦.٢	١٠.٩	٩.٨٢٨٩	٤.٣٤	١.٩	١.٠٤	٠.٧	٠.٨٥	٣١٥	٠.٣٧	١٤٠	٢١٠	٣٠.١
٣٢.٨	٣٥.٦	١٠.٧	٩.٧٣٧٦	٤.٤٨	٢.٥	١.٤٣	٠.٥٧	٠.٨٥	٣٠٩	٠.٤	٩٥		٢٥.٧

Table (A-٤) Properties of The Cements from Data Obtained by AL-A`araji (٢٠٠٣)

No.	C_3S %	C_2S %	C_3A %	C_4AF%	MgO%	SO_3%	Free CaO%	L.O.I.%	IR %	L.S.F.%	S_s (Blaine) (m^2/kg)	IST (min)	FST (min)	f_3 (MPa)	f_7 (MPa)	f_{28} (MPa)
١	٣٠.٩٠	٣٨.١٥	١١.١٦	٨.٥٢٠٤	٤.٦٣	٢	٠.٥٦	١.٣	٠.٣٦	٠.٨٥	٣١٠.٦	١٢٠	٢٣٠	٢٣	٣١.٥	٤٥.٥
٢	٣٥.٦٦	٣٢	١٢.٢٩	٩.٢٥	٤.٤٧	٢.٠٢	٠.٦١	١.٣٢	٠.٣٨	٠.٨٨	٣٠٠.٦	١٩٠	٣١٠	٢٣	٢٩.٦	٤٧.٥
٣	٣٣.٠٨	٣٣.٨٦	١١.٧٤	٩.٨٥	٣.٨٤	١.٩	٠.٦٧	٢.٠٢	٠.٢٩	٠.٨٧	٣٠٠.٦	١٢٥	٢٦٠	٢٢	٢٨.٧	٤٣.٢
٤	٤١.٥١	٢٩.٤٦	٩.٣٨	٩.٢٨	٣.٦٣	٢	٠.٦١	١.٢٦	٠.٥١	٠.٨٩	٢٩٥.٦	١٩٠	٢٧٠	٢٤.٩	٣٣.٢	٤٧.٧
٥	٣٨.٥٠	٢٩.٠٩	١١.١٠	١٠.٣٤	٣.٤٥	٢.٤٥	٠.٦١	١.٦٨	٠.٣٩	٠.٨٩	٣٠٦	١٤٠	٢٤٠	٢٢.٣	٣٠	٤٤.٥
٦	٣٩.	٣٠.١	٨.٤	١٠.١	٤.٣	٢.٤	٠.٦	٢.٢٧	٠.	٠.٨٨	٢٨٠	١٥	٢٤	٢٠	٢٩.	٤٨.

	١٢	٧	٨	٠	٦	٤	٧		٥			٠	٠		٥	٥
٧	٣٨.٠٥	٣٠.٨٦	٩.٩٦	١٠.١٠	٣.٦٥	٢.٢٦	٠.٨٤	١.٩	٠.٠٥	٠.٨٨	٣١٥	١١٥	١٨٥	٢٣	٢٩.٥	٤٣.٨
٨	٣٤.٣٣	٣٤.٨١	١١.٢١	٩.٨٥	٣.١٦	٢.٢٣	٠.٧٢	١.١٣	٠.٤٢	٠.٨٧	٣٢٠	١٣٠	١٩٠	٢١.٥	٢٨	٤٣
٩	٤٢.٨٨	٢٧.٢٥	٨.٢٦	٩.٨٢	٤.٢٤	٢.٣٣	٠.٦٧	١.٨	٠.٥٥	٠.٨٩	٣٢٥	١١٠	١٨٠	٢٠.٦	٢٩	٤٦.٥
١٠	٣٥.١٤	٣١.٥٦	١٢.٥٣	٩.٨٥	٣.٨١	٢.٣٢	٠.٧٢	١.٨	٠.٤٨	٠.٨٨	٣٢٤	١٢٠	١٨٠	٢٠	٢٨.٦	٤٧.٧
١١	٣٢.١٢	٣٥.١٠	١١.٥٤	٩.٨٢	٤.٣١	١.٩٥	٠.٦٧	١.٣٨	٠.٣٩	٠.٨٧	٣١٠	١٨٠	٢٦٥	٢٣.٥	٣٢.٧	٤٣.٥
١٢	٣٦.٩٠	٣٠.٨١٧	٩.٨٦	٩.٦١	٤.٧٣	٢.٣٥	٠.٨٤	٢	٠.٣٣	٠.٨٨	٣٠٠.٦	١٦٠	٢٨٠	٢١.٥	٢٨	٤٤.١
١٣	٣٠.٤٣	٣٦.٩٦	١١.٢٠	٩.٤٩	٤.٨٥	٢.٥٥	٠.٦٧	١	٠.٣٦	٠.٨٦	٣٠٠.٦	١٧٠	٢٨٥	٢١.١	٢٩.٤	٤٤.٨
١٤	٤٣.٢٤	٣٤.٥٨	١٠.١٦	٨.٨٨	٤.٥٣	٢.٣	٠.٦٧	١.١٣	٠.٣٩	٠.٨٧	٣٣٢	١٣٠	٢٦٠	٢٣	٢٩.٧	٤٦.٢
١٥	٣٥.٦٥	٣٢.٠٤	٧.٨٤	١١.٤٤	٣.٦٥	٢.٢٢	١	١.٩	٠.٣٤	٠.٨٨	٣٠٥.٦	١١٠	٢٤٠	٢٢	٢٨	٤٤.٧
١٦	٣٧.٣٩	٣١.١٩	٧.٤١	١٢.٧٨	٤.٥	٢.٢١	١.١٢	١.٧	٠.٤	٠.٨٨	٢٨٧.٥	٩٠	١٨٠	٢١.٧	٢٩	٤٦.٦٥
١٧	٣٥.١٧	٣٥.٦٧	٨.١٤	١٠.٧١	٣.٣٣	٢	١.٠٦	١.٣٢	٠.٣	٠.٨٦	٣٠٥.٦	١٧٠	٢٩٠	٢١	٢٩.١	٤٥.١
١٨	٣٥.٩١	٣٣.٦٨	٧.٩٠	١١.٣١	٤.١٧	٢.١	٠.٧٨	١.٤٥	٠.٢٦	٠.٨٦	٣٢٩.٤	١٠٠	٢١٥	٢٤.٥	٣٢.٨	٤
١٩	٤١.٧٧	٢٨.٩١	٦.٦٦	١١.٥٦	٣.٩١	٢.٣	٠.٨٤	١.٨١	٠.٢٤	٠.٨٨	٣٢٤	١٣٠	١٩٠	٢٤.٦	٢٨.٨	٤٨.٤
٢٠	٤٣.٤٧	٢٨.٠٣	٧.٠٦	١٠.٨٣	٣.٦٨	١.٩	٠.٦١	١.٧٦	٠.٤١	٠.٨٩	٣٢٠	١٠٠	١٨٠	٢٥.٢	٣٢.٥	٤٩.٤١
٢١	٣٩.٢٨	٣٢.٨٣	٥.٤٧	١٢.٥٠	٣.٦٦	١.٩١	٠.٧٢	١.٢	٠.٦١	٠.٨٦	٣١٥	١٠٠	١٧٠	٢٦.١	٣١.٨	٤٩.٨
٢٢	٢٣.٥٩	٤٧.٥٤	٨.٨٩	٩.٧٣	٣.٥	٢.٤٩	٠.٧٢	١.٦٥	٠.٤٥	٠.٨١	٣٥٩	٢٠٥	٢٧٠	٢١.٧٣	٣١.٦	٤٨.١
٢٣	٢٣.٢٦	٤٩.٨٢	٨.١٣	٩.٤٣	٢.٨٢	٢.١	٠.٨٥	١.٨٧	٠.٤١	٠.٨	٣٤٥	١٣٨	٢١٥	٢٢	٣١.٧١	٤٩.٢
٢٤	٤٤.٠٢	٢٦.٦٧	٩.٠٨	٩.٤٠	٢.٧٢	٢.١١	٠.٧٨	١.٤	٠.٧	٠.٩	٣٥٤	١٧١	٢٣٥	٢٥.٨٧	٣١.٨	٤٧.٩
٢٥	٤٤.٦٤	٢٨.٥٠	٧.٩٢	٩.٦١	٢.٨١	١.٩٦	٠.٨٢	١.٥	٠.٤٥	٠.٨٩	٣٧٠	١٢٦	٢٠٠	٢٤.٩	٣٢	٤٨.٥

Continue Table (A-٤)

No.	C_3S %	C_2S %	C_3A %	C_4AF%	MgO%	SO_3 %	Free CaO%	L.O.I .%	IR %	L.S.F .%	S_s (Blaine) (m^2/kg)	IST (min)	FST (min)	f_3 (MPa)	f_7 (MPa)	f_{28} (MPa)
٢٦	٢١.٠٦	٤٩.٧٠	٩.١٧	٩.٠٩	٣.٢٣	٢.٤٢	٠.٨	٢	٠.٤٤	٠.٨	٣٥٥	١١٠	١٧٨	٢٠	٣١	٤٦.١
٢٧	٥٠.٥٢	٢١.٢٠	٨.١٥	٩.١٥	٢.٦٩	٢.١	٠.٧	١.٦	٠.٦٣	٠.٩٢	٣٦٠	١٤١	٢٠٧	٢٥.٥	٣٣	٤٩
٢٨	٥٠.٤٧	٢١.٨٣	٧.٦١	٩.١٢	٢.٦١	٢	٠.٥٩	١.٩٩	٠.٦٣	٠.٩٢	٣٤٩	١٥٠	١٩١	٢٥.٦	٣٤.٢	٤٨
٢٩	٢٠.٣١	٥١.٨٤	٩.٢٣	٨.٤٥	٤	٢.٣٩	٠.٩	٠.٩	٠.٤	٠.٨	٣١٠.٨	٧٥	١٢٥	٢٠	٢٨	٤٧.٥

٣٠	٢٤.١٤	٤٦.٢٩	١١.١١	٨.٥٥	٢.٩	٢.٥٢	٠.٩٧	١.٤٥	٠.٤٩	٠.٨٢	٣٣٩	٧٠	١١٧	٢٢.١٣	٣١	٤٩.٩
٣١	٢٠.٨٢	٥١.٣٧	٩.١٤	٨.٥٨	٤	٢.٣١	٠.٨٨	١.٥	٠.٤٥	٠.٨	٣٢٩	٧٢	١٣٥	٢٠.٥	٢٩	٤٧.٦
٣٢	٣٦.٥٦	٣٠.٧٢	١٢.٧٤	٨.٢٤	٢.٨	٢.٦	٠.٧١	١.٥	٠.٥١	٠.٨٩	٣٤٠	١٨٠	٢٣٠	٢٤	٣٢.٣	٤٩
٣٣	٢٤.٤٩	٤٧.٤٩	٩.٣٧	٨.٢١	٣.٩	٢.٢١	٠.٨٩	١.٣	٠.٤٢	٠.٨١	٣٣٥	١٩٠	٢٥٥	٢٢.١	٣٠.٧	٤٧.٥
٣٤	٣٠.٦٤	٤٢.١٠	٩.٠١	٨.٦١	٣.٥	٢.٥	٠.٨٢	١.٢	٠.٥١	٠.٨٣	٣٥٥	١٧٦	٢٧٥	٢٣	٣٠.٩	٤٩.٦
٣٥	٣٣.٢٩	٣٥.٦٥	١١.٦٣	٧.٩١	٣.٧٨	٢.٢٦	٠.٧٧	١.٣	٠.٣٩	٠.٨٦	٢٨٨	١٧٥	٢٤٠	٢٢.٢	٣١.٤	٤٦.٢
٣٦	٣٨.٧٨	٣٥.١٥	٨.٦٢	٨.٤٥	٢.٩١	١.٩١	٠.٧٦	١.٠٦	٠.٦٥	٠.٨٦	٣٣٥	١٤٠	١٩٥	٢٢.٥	٣٠	٤٤.٣٥
٣٧	٣٦.٢٧	٣٤.٧٩	١٠.٩٤	٨.١٥	٢.٥٥	٢.٢٥	٠.٧٨	١.٧٢	١.١٥	٠.٨٧	٣٥٠	٢٤١	٣٢٩	٢١.١	٣٠.٦	٤٧
٣٨	٣٩.٣٠	٣١.٣٠	٩.٢١	٨.٣٠	٢.٦٧	١.٨٩	٠.٨	١.٢٥	٠.٤١	٠.٨٨	٣٠٦	٢٣٠	٣١٥	٢٣.٧٨	٣١.٢	٤٧.١
٣٩	٣٠.٥٦	٤١.٤٥	٩.٠٤	٨.٥٢	٢.٩٥	١.٧٥	٠.٧٢	١.٦	٠.٣٣	٠.٨٤	٢٩٥	١٥٢	٢١٠	٢٠.٩	٢٩.٨	٤٧.٧
٤٠	٣١.٤٧	٣٩.٣٠	١١.٩٥	٨.٥٨	٢.٩	١.٩٥	٠.٧	١.٣٢	٠.٧٥	٠.٨٥	٣٥٠	٦٠	١١٥	٢٢	٣٠.٢	٤٥.٣
٤١	٣٨.٣٨	٣٢.٣٩	١١.١٩	٨.٤٥	٢.٨	١.٩٩	٠.٧	١.١	٠.٩٧	٠.٨٨	٣٢٥	٥٤	١٠٧	٢١.٣	٢٠.٧	٤٦.٢
٤٢	٤٠.٥٦	٢٩	١٠.٩٢	٨.١٨	٢.٥	١.٩	٠.٨	١.٠١	٠.٤٥	٠.٨٩	٣٤٥	٦٠	٩٧	١٤.٢	٣١.٧	٤٩.٣
٤٣	٣١.١٠	٣٩.٨٦	١١.٩٥	٨.٥٢	٢.٥٢	٢.١	٠.٧٧	١.٦	٠.٩٥	٠.٨٥	٣١٠	١٥٣	١٩٠	٢٠.٢	٢٧.١	٤٣.٥
٤٤	٢٧.٦٦	٤٤.٠٦	٩.٤٥	٨.٨٢	٢.٨٨	١.٨٧	٠.٨٥	١.٦٥	٠.٥	٠.٨٣	٢٨٥	١٩٠	٢٥٣	٢٠	٢٩.٤١	٤٦.٥
٤٥	١٩.٠٢	٤٨.٦٩	١٤.٥٦	٨.٧٩	٣	٢	٠.٨٩	١.٢	٠.٧٢	٠.٨٢	٣٠٠	٢٣٠	٢٨٠	١٩.٧	٢٧.٦٤	٤٦.٦
٤٦	٢٤.٤٩	٤٤.٠٢	١٢.٩٤	٨.٥٥	٢.٨٥	١.٨٨	٠.٨٩	١.٤١	٠.٥٥	٠.٨٣	٢٨٩	١٧٠	٢٣١	٢٠	٢٨.٨٤	٤٥.٩
٤٧	٢٦.٠٢	٤٠.٨٩	١٣.٨٤	٩.٠٣	٢.٧	١.٩	٠.٨٦	١.١	٠.٧	٠.٨٥	٢٩١	١٣٩	١٨٥	٢٠.٢٧	٢٨	٤٦.٥
٤٨	٣٣.٤٤	٣٧.٥٢	١١.٦٩	٨.٥٢	٢.٥	١.٩٥	٠.٨	١.١٢	١.١	٠.٨٦	٣٢٠	١٢١	١٩٥	٢٠.٣	٢٨.١	٤٣.٨
٤٩	٢٩.٧٨	٣٨.٩١	١٢.١٩	٨.٩٤	٢.٦	١.٨٦	٠.٨٣	١.٥٢	٠.٥١	٠.٨٥	٢٩٨	١٧٥	٢٢٢	٢١	٢٩.١٨	٤٧
٥٠	٢٦.٠٧	٤١.٩٣	١٠.٨٤	١٠.٠٤	٤.٣٨	١.٩١	١.١	١.٦٦	٠.٦٨	٠.٨٤	٣١٠.٤	١٠٠	١٢٣	٢٠.٤٣	٢٨.٨	٤٧.١

Continue Table (A-٤)

No.	C_3S %	C_2S %	C_3A %	C_4AF%	MgO%	SO_3 %	Free CaO%	L.O.I.%	IR %	L.S.F.%	S_s (Blaine) (m^2/kg)	IST (min)	FST (min)	f_3 (MPa)	f_7 (MPa)	f_{28} (MPa)
٥١	٣١.٨٢	٣٦.٤٥	١٠.٥١	١٠.٠٧	٤.٢	٢.٤٥	٠.٧٩	١.٢	٠.٧١	٠.٨٦	٣١٥	١٤٥	٢١٢	٢٣.٦	٣٢.٢	٤٤.١
٥٢	٣١.٤٨	٣٦.١٦	١٠.٧٥	٩.٦٧	٤.٢٥	١.٨	٠.٨٢	١	٠.٦١	٠.٨٦	٣٠٠	١١٩	١٨٥	٢٣.٤	٣٠.١	٤٧.٥
٥	٣٠.	٣٨.	١٠.	٩.٧٦	٤.٣	٢.١	١	١.٣٥	٠.	٠.٨٥	٣٠٥	١٢	٢٠	٢٢.	٣١.	٤٧

٣	٥١	٣٠	٨٩		٥				٧			٠	٥	٧	٢	
٥٤	٣٤.٤٦	٣٤.٧٥	١٠.٥٨	٩.٥٥	٤.٣	٢.٢	٠.٨٨	١.٢	٠.٠٧	٠.٨٧	٣٣١	٩٠	١٢٢	٢٢.٨	٣٢	٤٣.١
٥٥	٣١.٧١	٣٦.٨٢	١٠.٩٠	٩.٤٦	٤	١.٩	٠.٧٥	١.١	٠.٠٦٣	٠.٨٦	٢٩٩	١٩٧	٢٤٥	٢٣.٨	٣١.٨	٤٧.٧
٥٦	٣٣.٢٧	٣٥.٩٣	١٠.٣٦	٩.٤٣	٤.٣٢	٢	٠.٩١	١.٢	٠.٠٦٩	٠.٨٦	٣١٠	١١٥	٢٠٠	٢٢.٧	٣٢.١	٤٤.٦
٥٧	٤١.١٦	٢٩.٤١	٨.٤٥	١١.٠٤	٣.٨٥	٢.١٤	٠.٨٤	١.٢٢	٠.٠٦٦	٠.٨٩	٢٦٩	١٣٠	٢٠٠	٢٢	٣١.٢٣	٤٧
٥٨	٣٧.٠٣	٣٢.٢٩	٩.٤٣	١٠.١٩	٤.٣٨	٢.١٣	٠.٧٢	١.٣٥	٠.٠٤٣	٠.٨٧	٣٤٢	١١٠	١٩٠	٢٢.٢	٢٨.٩	٤٦
٥٩	٤١.٥٨	٢٩.٢٠	٦.٦٧	١٣.٣٨	٢.٤٣	٢.٢٩	٠.٨٤	٢.٢	٠.٠٤	٠.٨٨	٢٧٧	١٠٠	١٨٠	٢١.٦	٣٠	٤٦.٧
٦٠	٤١.٤١	٣٠.٧١	٧.٤٤	١٠.٩٢	٢.٨	٢.٢٨	٠.٧٢	١.٨	٠.٠٤	٠.٨٨	٢٧٤	١٨٠	٣٠٠	٢١.٢	٣٠.١	٤٦.١
٦١	٥٢.٩٤	٢١.٩٣	٠.٠٩	١٧.٠٤	٣.٢٧	٢.٠١	٠.٨٤	١.٥	٠.٠١١	٠.٩	٣٢٠	١٤٥	٢٤٠	٢٤.٥	٣٣.٢	٤٧.٨
٦٢	٤٦.١٣	٢٦.٣١	٣.٤٧	١٥.٠٩	٣	١.٨٧	٠.٩٥	٠.٨٦	٠.٠٣٥	٠.٨٩	٣٣٨	١٤٠	٢٤٠	٢٥.٥	٣٣.٦	٤٨.٦
٦٣	٥٤.٧٠	١٧.٣٢	٠.٤٣	١٥.٠٩	٢.٦١	١.٩٢	١	٠.٩٨	٠.٠١٨	٠.٩٢	٣٤٤	١٢٠	١٩٠	٢٤.٦	٣٤	٤٦.٢
٦٤	٤٢.٠٩	٣١.٨٩	٢.٦٦	١٥.٧٠	٣.٣	٢.٠٣	٠.٦٧	٠.٨٣	٠.٠٣٢	٠.٨٧	٣٥١	١٣٥	٢٠٠	٢٤	٣٤.٢	٤٩.٨
٦٥	٥٠.٨٠	٢١.٧٣	٣.٤٢	١٤.٨٤	٢.٧١	٢.٠٢	٠.٩	١	٠.٠٤٧	٠.٩١	٣٠١	١٢٠	١٨٠	٢٦.٢	٣٥.٥	٤٩.٦
٦٦	٥١.٢٢	٢٤.٠٨	٠	١٦.٦٧	٣.٦٢	١.٨٧	٠.٩	١.٠٤	٠.٠٢٩	٠.٨٩	٣٨٨	٧٠	١٨٠	٢٥.٣	٣٢.٥	٤٩.٥
٦٧	٧٨.٨١	٠.٤٦	-٧.٠٩	١٤.٩٧	٥.٢	١.٩٨	٠.٨٤	٠.٨١	٠.٠٤٧	٠.٩١	٣٨٩	٩٠	١٨٠	٢٦.٣	٣٤.٤	٤٩.٥
٦٨	٥٥.٧٤	١٧.٠٠	٣.١٦	١٥.٠٩	٢.٧	١.٩	٠.٨٩	١.١٣	٠.٠٣٤	٠.٩٣	٣٤٤	١٢٠	٢٣٠	٢٤.٥	٣٣.٧	٥٠
٦٩	٤٩.٩٠	٢٢.٣٠	٢.١٦	١٤.٩٧	٢.٧	٢	٠.٨٩	٢.١٩	٠.٠٤٧	٠.٩	٣٠٠.٦	٩٠	٢٧٠	٢٥	٣٤.٤	٤٧.٥
٧٠	٥٣.٣٤	٢٠.٨٨	٠.٧٤	١٥.٨٢	٢.٨١	٢.٠٦	٠.٩	٠.٩١	٠.٠٤٦	٠.٩١	٣٢٤.٨	١٣٠	٢٤٥	٢٤.٥	٣٤.٦	٤٩
٧١	٥٦.٥٤	١٧.٥٤	٠.٨٠	١٥.٧٠	٢.٦	١.٩٥	٠.٧٢	١.٣٧	٠.٠٤٦	٠.٩٢	٣٧٦.٣	١٨٠	٢٩٥	٢٥.٣	٣٣	٤٧.٦٣
٧٢	٤٨.٣٣	٢٥.٠٥	٢.٩٠	١٥.٤٥	٢.٩٢	٢.٠٤	٠.٦٧	٠.٧٥	٠.٠٥٣	٠.٨٩	٣٤٧	٩٠	١٨٠	٢٤.٥	٣١.١	٤٩.٤
٧٣	٥١.٦٦	٢١.٢٢	١.٨٨	١٥.٦٧	٢.٧	٢.٠١	٠.٦٧	١.٢	٠.٠٤٥	٠.٩١	٣٢٩	٩٠	١٨٥	٢٥.٦	٣٣	٤٧.٥
٧٤	٥٨.٦٩	١٦.٢١	٠.	١٦.٥٥	٢.٤٧	١.٩٢	٠.٨٤	١.١٨	٠.٠٥	٠.٩٣	٣٣٤	١٢٠	١٨٠	٢٥.٢	٣٤.٧	٤٨.٥
٧٥	٤٦.٢١	٢٨.٠٩	١.٨٠	١٦.٧٦	٢.٤	٢.٠٥	١	١.٠٣	٠.٠٤٣	٠.٨٨	٣٤٧	١٤٠	١٩٥	٢٤.٤	٣٠.٧	٤٦.٩

Continue Table (A-٤)

No.	C_3S %	C_2S %	C_3A %	C_4AF%	MgO%	SO_3 %	Free CaO%	L.O.I.%	IR %	L.S.F.%	S_s (Blaine) (m^2/kg)	IST (min)	FST (min)	f_3 (MPa)	f_7 (MPa)	f_{28} (MPa)
٧٦	٤٨.	٢٨.	٠.٥	١٦.٦	١.٧	٢.١	٠.٧	١	٠.	٠.٨٧	٣٤٥	١٢	١٨	٢٣.	٢٧.	٤٧

	٣٣	١٠	٠	٧		٣	٨		٥٨			٠	٥	٩	٧	
٧٧	٥٤.٧٧	٢١.٢٩	٠.٦٢	١٦.٠٣	١.٤٣	٢.١٨	٠.٨٤	١.٢٥	٠.٤٦	٠.٩١	٣١٠	١١٠	١٦٥	٢٥	٣٤.٦٥	٤٩.٣
٧٨	٤٥.٤٣	٢٩.٦٥	٢.٥٨	١٤.٦٠	١.٩٥	٢	٠.٨٩	١	٠.٤٩	٠.٨٨	٣٢٠	٩٠	١٥٠	٢٤.١	٣١.٣	٤٨.٦
٧٩	٤٤.٥٢	٢٩.٤٨	٣.٢٢	١٥.٢١	١.٨	٢.١١	٠.٩٥	١.١	٠.٧٢	٠.٨٨	٣٠١	٩٠	١٦٠	٢٥	٣١	٤٧.٣
٨٠	٤٥.٧٢	٢٨.٣٨	٣.٤٧	١٥.٠٩	١.٧٨	٢.٢٦	٠.٨٤	٠.٩٨	٠.٤٥	٠.٨٨	٣٠٥	٧٠	١٨٠	٢٤.٥	٣٠	٤٨.٥
٨١	٥٧.١٩	١٨.٧٤	٢.٣٢	١٤.٣٦	١.٤	٢.١	٠.٧٨	١.١١	٠.٦٨	٠.٩٢	٣٠١.٥	١٢٠	١٨٠	٢٤.٣٤	٣٣.٨	٤٧.٤
٨٢	٥٤.٥٤	٢١.١٢	٠.٢٩	١٥.٨٢	١.٤١	١.٩٣	٠.٧٢	١.٩	٠.٣٦	٠.٩	٢٨٧.٥	١٣٠	٢٢٠	٢٤.٣	٣٠	٤٧.٩
٨٣	٥٥.٨٢	١٧.٢٠	٢.٧٨	١٥.٥٨	١.٣٩	٢.١١	٠.٧٨	٢	٠.٦١	٠.٩٣	٢٨٠	١٩٠	٣١٥	٢٥.٥	٣٢.٢	٤٩.٢
٨٤	٤٩.٢١	٢٣.٨٨	٣.٤٧	١٥.٥٨	١.٦٦	١.٩٧	٠.٧٢	١.٦	٠.٤٢	٠.٩	٣٢٤.٧	١٢٠	٢٤٠	٢٣.٨	٣١.٢	٤٧.٤١
٨٥	٥٠.٤٨	٢١.٩٤	٣.٤٣	١٥.٤٥	١.٤٥	٢.١٣	٠.٨٤	١.٩٢	٠.٦٥	٠.٩١	٣٢٤.٧	١٦٥	٢٨٠	٢٤.٣	٣٢.٩	٤٧.٥
٨٦	٤٤.٥٠	٣١.٤٥	١.٥٦	١٦.٤٣	٢.١	٢.٠٩	٠.٧٨	٠.٨٥	٠.٤١	٠.٨٦	٣١٠	١٩٠	٢٨٠	٢٤.٦	٣٣	٤٩.٥
٨٧	٥٠.٢٨	٢٣.٤٧	٣.٣٣	١٥.٢١	١.٦١	٢.١	٠.٧٨	١.٤	٠.٦٨	٠.٩	٣٢٢	١٢٠	١٨٠	٢٤.١	٣٤.٤	٤٧.٤
٨٨	٥٨.٠٩	١٤.٣٧	٥.١٥	١٢.٦٥	١.٣٧	١.٩	٠.٨٩	١.٠١	٠.٥٧	٠.٩٤	٣٥٦	١٣٠	٢١٥	٢٥.٥	٣٥.٥	٥٠
٨٩	٤٦.٧١	٢٩.٦٧	٠.٩٣	١٦.٤٣	٢.٦	١.٩٣	٠.٧٦	٠.٧١	٠.٣٣	٠.٨٧	٣٥٠	١١٥	١٧٦	٢٣.٩	٣٣.٥	٤٩.٥
٩٠	٥٧.٤٣	١٤.٨٣	٢.٥٨	١٥.٥١	١.٣	١.٩٦	١	١.٣	٠.٣٩	٠.٩١	٣١٠.٥	١٦٠	٢٥٥	٢٣.٨	٣٠.٨	٤٧
٩١	٤٤.٦٧	٢٩.٣٦	٢.٦٩	١٥.٢١	٢.٥	٢	٠.٩٢	١.٣٥	٠.٤٣	٠.٨٨	٣٢٢	١١٠	١٧٠	٢٣.٦٦	٣٢.١	٤٦.٤
٩٢	٥٤.٩٩	٢١.٢٣	٠.٦٢	١٦.٠٣	١.٥	١.٩١	٠.٩	١	٠.١٩	٠.٩	٣٤٠	١٢٥	٢٤٠	٢٤.٤٤	٣١.٨	٤٦.٢
٩٣	٥١.٨٧	٢٢.٠٥	١.٧١	١٥.٤٥	١.٦٣	٢.٠١	٠.٨	١.٥	٠.٤٧	٠.٩	٣٤٥	١٢٠	٢٤٥	٢٤.٩	٣٣.٨	٤٨.٥
٩٤	٥٤.٣٣	٢٢.٨٥	٠.٢١	١٥.٥٨	١.٩	١.٩٩	١.١	١.٢	٠.٣٥	٠.٩	٣٣٥	١٣٥	٢٠٥	٢٣.٧	٣١	٤٤.٦
٩٥	٤٤.٢٥	٢٨.٧٩	٢.٤٩	١٥.٤٨	٢.٣	١.٩٨	٠.٧١	٠.٩	٠.٤٨	٠.٨٧	٣٤٢	١٤٠	٢٠٠	٢٤	٣٣	٤٩.١
٩٦	٥٠.٧٠	٢١.٣٧	٢.٢٢	١٥.٠٦	١.٤٢	١.٩٦	٠.٧٥	١.٢	٠.٥٥	٠.٩١	٣٣٣	١٠٠	١٦٠	٢٤.٧	٣١	٤٩.٢
٩٧	٥٤.٦٧	٢١.٠٢	٠.١٧	١٧.٠٤	١.٤	١.٩	٠.٨٢	٠.٩	٠.١٢	٠.٩	٣٢٥	١٧٥	٢٦٥	٢٤.٦	٣٢	٥٠.٧
٩٨	٥٧.٦٦	١٧.٣٠	٠.٤١	١٥.٢١	١.٢٣	١.٩٥	٠.٦٩	١	٠.٤٥	٠.٩٢	٣٤٢	١٥٠	٢٦٠	٢٥.١	٣٣.٢	٥٠.٨
٩٩	٥١.٧٠	٢٢.٣٥	١.٦٧	١٥.٥١	١.٧٥	٢.١	٠.٨٩	١.٤	٠.٥	٠.٩	٣٥٠	١٢٠	٢٣٠	٢٤.٨	٣٢.١	٤٨.٢
١٠٠	٥٢.٥١	٢٠.٨٧	١.٤١	١٥.٥١	١.٣٥	١.٩٨	٠.٨٥	١.١	٠.٤٦	٠.٩١	٣٣٠	١٥٥	٢٦٠	٢٤.٩	٣٣.٩	٤٨.٧

By applying eq. (٤-١٢) on:

١. The first model (i.e. eq. (٤-٥)):

$$\frac{\partial f_{(t)1}}{\partial SO_3} = 0$$

$$a_1 * a_2 * t * SO_3^{a_2*t-1} + a_5 C_3S^{a_6*t} + a_7 C_2S^{a_8*t} + a_9 (C_3A+1)^{a_{10}*t} + a_{11} C_4AF^{a_{12}*t} = 0$$

$$O.G.C(SO_3\%) = -\frac{1}{a_1 * a_2 * t} * (a_5 C_3S^{a_6*t} + a_7 C_2S^{a_8*t} + a_9 (C_3A+1)^{a_{10}*t} + a_{11} C_4AF^{a_{12}*t})^{1/(a_2*t-1)} \quad \text{....(B-1)}$$

And: $\frac{\partial^2 f_{(t)1}}{\partial SO_3^{\,2}} < 0$, so: $a_1 * a_2 t * (a_2 * t - 1) * SO_3^{(a_2*t-2)} < 0$ ....(B-٢)

By substituting the values of the coefficients:

$$O.G.C\ (SO_3\%) = -\frac{1}{7.9052 * 0.0053 * t} * (6.145 C_3S^{0.0016*t} - 1.2724 C_2S^{0.0017*t} - 21.2644 (C_3A+1)^{-0.0006*t} + 13.9798 C_4AF^{0.0033*t})^{1/(0.0053*t-1)} \quad \text{....(B-3)}$$

$$٧.٩٠٥٢ * ٠.٠٠٥٣ t * (٠.٠٠٥٣ * t - ١) * SO_3^{(٠.٠٠٥٣t-٢)} < ٠ \quad \text{....(B-٤)}$$

٢. The second model (i.e. eq. (٤-٦)):

$$\frac{\partial f_{(t)2}}{\partial SO_3} = 0$$

$$a_1 * a_2 t * SO_3^{a_2*t-1} + a_3 S_s^{a_4*t} + a_5 C_3S^{a_6*t} + a_7 C_2S^{a_8*t} + a_9 (C_3A+1)^{a_{10}*t} + a_{11} C_4AF^{a_{12}*t} = 0$$

$$\mathbf{O.G.C(SO_3\%) = -\frac{1}{a_1 * a_2 * t} * (a_3 S_s^{a_4 * t} + a_5 C_3 S^{a_6 * t} + a_7 C_2 S^{a_8 * t} + a_9 (C_3 A + 1)^{a_{10} * t} + a_{11} C_4 AF^{a_{12} * t})^{1/(a_2 * t - 1)}} \quad \text{....(B-5)}$$

And: $\frac{\partial^2 f_{(t)2}}{\partial SO_3^{\,2}} < 0$, so: $\mathbf{a_1 * a_2 t * (a_2 t - 1) * SO_3^{(a_2 * t - 2)} < 0}$ **....(B-٦)**

By substituting the values of the coefficients:

$$\mathbf{O.G.C(SO_3\%) = -\frac{1}{28.2396 * 0.0130 * t} * (-7.9462 S_s^{0.0046t} + 9.4217 C_3 S^{0.0042t} - 4.3184 C_2 S^{-0.0243t} - 45.6737 (C_3 A + 1)^{-0.0008t} + 36.9563 C_4 AF^{0.0019t})^{1/(0.013t - 1)}} \quad \text{....(B-7)}$$

$$\mathbf{٢٨.٢٣٩٦ * ٠.٠١٣٠ t * (٠.٠١٣٠ * t - ١) * SO_3^{(٠.٠١٣٠ t - ٢)} < ٠} \quad \text{....(B-٨)}$$

٣. The third model (i.e. eq. (٤-٧)):

$$\frac{\partial f_{(t)3}}{\partial SO_3} = 0$$

$$\mathbf{a_1 * a_2 * t * SO_3^{a_2 * t - 1} + a_3 S_s^{a_4 * t} + a_5 C_3 S^{a_6 * t} + a_7 C_2 S^{a_8 * t} + a_9 (C_3 A + 1)^{a_{10} * t} + a_{11} C_4 AF^{a_{12} * t} + a_{13} MgO^{a_{14} * t} + a_{15} Free\ CaO^{a_{16} * t} + a_{27} Unsoundnes\ s^{2 * a_{28} * t} = 0}$$

$$\mathbf{O.G.C\ (SO_3\%) = -\frac{1}{a_1 * a_2 * t} * (a_3 S_s^{a_4 * t} + a_5 C_3 S^{a_6 * t} + a_7 C_2 S^{a_8 * t} + a_9 (C_3 A + 1)^{a_{10} * t} + a_{11} C_4 AF^{a_{12} * t} + a_{13} MgO^{a_{14} * t} + a_{15} Free\ CaO^{a_{16} * t} + a_{27} Unsoundnes\ s^{2 * a_{28} * t})^{1/(a_2 * t - 1)}} \quad \text{....(B-9)}$$

And: $\frac{\partial^2 f_{(t)3}}{\partial SO_3^{\,2}} < 0$, so: $\mathbf{a_1 * a_2 t * (a_2 t - 1) * SO_3^{(a_2 * t - 2)} < 0}$ **....(B-١٠)**

By substituting the values of the coefficients:

$$O.G.C(SO_3\%) = -\frac{1}{-36.2959 * -0.5293 * t} * (-8.8811 S_s^{-0.0014t} + 9.6260 C_3S^{-0.0009t} - 0.0033 C_2S^{0.0278t} + 0.1373 (C_3A + 1)^{-0.2905t} + 21.4302 C_4AF^{0.0021t} - 0.1206 MgO^{0.0071t} - 25.5663 FreeCaO^{0.00008t} - 0.000003 Unsoundness^{2*-0.0694t})^{1/(-0.5293t-1)} \quad ....(B-11)$$

$$-٣٦.٢٩٥٩ * -٠.٥٢٩٣t * (-٠.٥٢٩٣t - ١) * SO_٣^{(-٠.٥٢٩٣t-٢)} < ٠ \quad ....(B-١٢)$$

٤. The forth model (i.e. eq. (٤-٨)):

$$\frac{\partial f_{(t)4}}{\partial SO_3} = 0$$

$$a_1 * a_2 t * SO_3^{a2t-1} + a_3 S_s^{a4t} + a_5 C_3S^{a6t} + a_7 C_2S^{a8t} + a_9 (C_3A + 1)^{a10t} + a_{11} C_4AF^{a12t} + a_{13} MgO^{a14t} + a_{15} Free\ CaO^{a16t} + a_{17} LOI^{a18t} + a_{19} IR^{a20t} + a_{21} LSF^{a22t} + a_{23} SM^{a24t} + a_{25} AR^{a26t} + a_{27} Unsoundnes\ s^{2a28t} = 0$$

$$O.G.C(SO_3\%) = -\frac{1}{a_1 * a_2 * t} * (a_3 S_s^{a4t} + a_5 C_3S^{a6t} + a_7 C_2S^{a8t} + a_9 (C_3A + 1)^{a10t} + a_{11} C_4AF^{a12t} + a_{13} MgO^{a14t} + a_{15} FreeCaO^{a16t} + a_{17} LOI^{a18t} + a_{19} IR^{a20t} + a_{21} LSF^{a22t} + a_{23} SM^{a24t} + a_{25} AR^{a26t} + a_{27} Unsoundness^{2a28t})^{1/(a2t-1)} \quad ....(B-13)$$

And: $\frac{\partial^2 f_{(t)4}}{\partial SO_3{}^2} < 0$, so: $a_1 * a_2 t * (a_2 t - 1) * SO_3^{(a_2 t - 2)} < 0$ ....(B-١٤)

By substituting the values of the coefficients:

$$O.G.C(SO_3\%) = -\frac{1}{21.4776 * 0.0168 * t} * (1.4555 S_s{}^{0.0050t} + 1.4231 C_3S^{0.0088t} + 0.0060 C_2S^{0.0215t} - 1.8939 (C_3A + 1)^{0.0123t} - 0.1260 C_4AF^{0.0258t} - 0.1929 MgO^{0.0316t} - 2.4026 FreeCaO^{0.0021t} + 0.00007 LOI^{0.0967t} + 0.1305 IR^{-0.0266t} - 13.9161 LSF^{3.0387t} - 1.2097 SM^{0.0376t} + 5.6733 AR^{0.0016t} - 0.8008 Unsoundness^{2*-0.0005t})^{1/(0.0168t-1)} \quad ....(B-15)$$

$٢١.٤٧٧٦ * ٠.٠١٦٨t * (٠.٠١٦٨t - ١) * SO_3^{(٠.٠١٦٨t - ٢)} < ٠$ ....(B-١٦)

By applying eq. (٤-١٢) on:

٥. The model ١*(i.e. eq. (٤-١٧)):

, so: $\frac{\partial f_{(t)_5}{}^*}{\partial SO_3} = 0$

$$a_1 * a_2 * SO_3^{a_2 - 1} + a_5 C_3S^{a_6} + a_7 C_2S^{a_8} + a_9 (C_3A + 1)^{a_{10}} + a_{11} C_4AF^{a_{12}} = 0$$

And: $$O.G.C(SO_3\%) = -\frac{1}{a_1 * a_2} * (a_5 C_3S^{a_6} + a_7 C_2S^{a_8} + a_9 (C_3A + 1)^{a_{10}} + a_{11} C_4AF^{a_{12}})^{1/(a_2 - 1)} \quad ....(C-1)$$

$\frac{\partial f_{(t)^1}{}^*}{\partial SO_3} = 0$, so: $a_1 * a_2 * (a_2 - 1) * SO_3^{(a_2 - 2)} < 0$ ....(C-٢)

By substituting the values of the coefficients at each age:

$$O.G.C\ (SO_3\%)_{at3Days} = -\frac{1}{-0.6768*2.7080}*(1.8642C_3S^{-0.3206} + 1.4159C_2S^{0.3852} + 1.6503(C_3A+1)^{0.2101} + 1.0298C_4AF^{-0.2069})^{1/(2.7080-1)} \quad ....(C-3)$$

$$-٠.٦٧٨٦*٢.٧٠٨٠*(٢.٧٠٨٠-١)*SO_3^{(٢.٧٠٨٠-٢)} < ٠ \quad ....(C-٤)$$

$$O.G.C\ (SO_3\%)_{at7Days} = -\frac{1}{-0.7965*2.4351}*(1.4275C_3S^{-0.3734} + 0.4947C_2S^{0.5968} + 1.4078(C_3A+1)^{0.4715} + 1.6060C_4AF^{-0.6086})^{1/(2.4351-1)} \quad ....(C-5)$$

$$-٠.٧٩٦٥*٢.٤٣٥١*(٢.٤٣٥١-١)*SO_3^{(٢.٤٣٥١-٢)} < ٠ \quad ....(C-٦)$$

$$O.G.C\ (SO_3\%)_{at28Days} = -\frac{1}{-0.4880*3.1022}*(1.8022C_3S^{-0.2076} + 3.7018C_2S^{0.2052} + 2.8846(C_3A+1)^{0.1788} + 5.3879C_4AF^{-0.2671})^{1/(3.1022-1)} \quad ....(C-7)$$

$$-٠.٤٨٨٠*٣.١٠٢٢*(٣.١٠٢٢-١)*SO_3^{(٣.١٠٢٢-٢)} < ٠ \quad ....(C-٨)$$

$$O.G.C\ (SO_3\%)_{at60Days} = -\frac{1}{-0.6970*2.6179}*(2.2061C_3S^{-0.3807} + 2.6893C_2S^{0.2381} + 0.6574(C_3A+1)^{0.7889} + 1.8608C_4AF^{-0.1626})^{1/(2.6179-1)} \quad ....(C-9)$$

$$-٠.٦٩٧٠*٢.٦١٧٩*(٢.٦١٧٩-١)*SO_3^{(٢.٦١٧٩-٢)} < ٠ \quad ....(C-١٠)$$

٦. The model ٢*(i.e. eq. (٤-١٨)):

, so: $\frac{\partial f_{(t)_2}{}^*}{\partial SO_3} = 0$

$$\mathbf{a_1 * a_2 * SO_3^{\,a_2-1} + a_3 S_s^{\,a_4} + a_5 C_3S^{a_6} + a_7 C_2S^{a_8} + a_9 (C_3A+1)^{a_{10}} + a_{11} C_4AF^{\,a_{12}} = 0}$$

$$\mathbf{O.G.C(SO_3\%) = -\frac{1}{a_1 * a_2} * (a_3 S_s^{\,a_4} + a_5 C_3S^{a_6} + a_7 C_2S^{a_8} + a_9 (C_3A+1)^{a_{10}} + a_{11} C_4AF^{\,a_{12}})^{1/(a_2-1)}} \quad \text{....(C-11)}$$

And:

$$\frac{\partial f_{(t)_2}{}^*}{\partial SO_3} = 0 \quad \text{, so:} \quad \mathbf{a١ * a٢ * (a٢-١) * SO٣^{(a_2-٢)} < ٠} \quad \text{....(C-١٢)}$$

By substituting the values of the coefficients at each age:

$$\mathbf{O.G.C(SO_3\%)_{at3Days} = -\frac{1}{-0.7597 * 2.5926} * (2.1347 S_s^{\,0.1227} + 1.2996 C_3S^{-0.3884} + 1.1643 C_2S^{0.2522} + 0.2662 (C_3A+1)^{0.2109} + 1.6896 C_4AF^{\,-0.2477})^{1/(2.5926-1)}} \quad \text{....(C-13)}$$

$$\mathbf{-٠.٧٥٩٧ * ٢.٥٩٢٦ * (٢.٥٩٢٦-١) * SO٣^{(٢.٥٩٢٦-٢)} < ٠} \quad \text{....(C-١٤)}$$

$$\mathbf{O.G.C(SO_3\%)_{at7Days} = -\frac{1}{-1.2369 * 2.1732} * (1.1152 S_s^{\,0.2335} + 0.1293 C_3S^{-0.7078} + 0.5757 C_2S^{0.3501} + 1.3478 (C_3A+1)^{0.2157} + 2.0349 C_4AF^{\,-0.2840})^{1/(2.1732-1)}} \quad \text{....(C-15)}$$

$$\mathbf{-١.٢٣٦٩ * ٢.١٧٣٢ * (٢.١٧٣٢-١) * SO٣^{(٢.١٧٣٢-٢)} < ٠} \quad \text{....(C-١٦)}$$

$$O.G.C(SO_3\%)_{at28Days} = -\frac{1}{-0.5395*3.4073}*(0.3289S_s^{0.5105} + 1.5226C_3S^{0.2023} + 1.5952C_2S^{0.6167} + 1.2843(C_3A+1)^{0.3571} + 0.6042C_4AF^{-0.1005})^{1/(3.4073-1)} \quad ....(C-17)$$

$$-٠.٥٣٩٥*٣.٤٠٧٣*(٣.٤٠٧٣-١)*SO_٣^{(٣.٤٠٧٣-٢)} < ٠ \quad ....(C-١٨)$$

$$O.G.C(SO_3\%)_{at60Days} = -\frac{1}{-0.8857*2.7479}*(2.1154S_s^{0.2516} + 1.4414C_3S^{-0.3666} + 1.2216C_2S^{0.3603} + 1.4243(C_3A+1)^{0.3164} + 1.8734C_4AF^{-0.4939})^{1/(2.7479-1)} \quad ....(C-19)$$

$$-٠.٨٨٥٧*٢.٧٤٧٩*(٢.٧٤٧٩-١)*SO_٣^{(٢.٧٤٧٩-٢)} < ٠ \quad ....(C-٢٠)$$

٧. The model ٣*(i.e. eq. (٤-١٩)):

, so: $\frac{\partial f_{(t)_3}^{*}}{\partial SO_3} = 0$

$$a_1*a_2*SO_3^{a_2-1} + a_3S_s^{a_4} + a_5C_3S^{a_6} + a_7C_2S^{a_8} + a_9(C_3A+1)^{a_{10}} + a_{11}C_4AF^{a_{12}} + a_{13}MgO^{a_{14}} + a_{15}Free\ CaO^{a_{16}} + a_{27}Unsoundnes\ s^{2*a_{28}} = 0$$

$$O.G.C\ (SO_3\%) = -\frac{1}{a_1*a_2}*(a_3S_s^{a_4} + a_5C_3S^{a_6} + a_7C_2S^{a_8} + a_9(C_3A+1)^{a_{10}} + a_{11}C_4AF^{a_{12}} + a_{13}MgO^{a_{14}} + a_{15}FreeCaO^{a_{16}} + a_{27}Unsoundnes\ s^{2*a_{28}})^{1/(a_2-1)} \quad ....(C-21)$$

And:

$$\frac{\partial^2 f_{(t)_3}{}^*}{\partial SO_3{}^2} < 0 \quad \text{, so:} \qquad a_1 * a_2 * (a_2 - 1) * SO_3^{(a_2 - 2)} < 0 \qquad \text{....(C-22)}$$

By substituting the values of the coefficients at each age:

$$\begin{aligned} \mathbf{O.G.C(SO_3\%)_{at3Days}} = & -\frac{1}{-0.3412 * 3.1358} * (1.1648 S_s^{0.2456} + 0.3260 C_3S^{0.6919} + \\ & 1.6595 C_2S^{0.2457} + 0.3419 (C_3A + 1)^{0.6264} + 0.2855 C_4AF^{-0.5547} \\ & - 2.2853 MgO^{0.1412} - 1.2178 FreeCaO^{-0.0430} \\ & - 1.1918 Unsoundness^{2*-0.2064})^{1/(3.1358-1)} \quad \text{....(C-23)} \end{aligned}$$

$$-٠.٣٤١٢ * ٣.١٣٥٨ * (٣.١٣٥٨ - ١) * SO_3^{(٣.١٣٥٨ - ٢)} < ٠ \qquad \text{....(C-٢٤)}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{O.G.C(SO_3\%)_{at7Days}} = & -\frac{1}{-0.8092 * 2.7379} * (0.5346 S_s^{0.4110} + 0.7569 C_3S^{0.6723} + \\ & 1.5358 C_2S^{-0.5191} + 0.5204 (C_3A + 1)^{-1.7919} + 0.4179 C_4AF^{0.8301} - \\ & 0.5834 MgO^{-0.1074} - 3.3427 FreeCaO^{0.0864} - \\ & 0.2490 Unsoundness^{2*-0.3253})^{1/(2.7379-1)} \quad \text{....(C-25)} \end{aligned}$$

$$-٠.٨٠٩٢ * ٢.٧٣٧٩ * (٢.٧٣٧٩ - ١) * SO_3^{(٢.٧٣٧٩ - ٢)} < ٠ \qquad \text{....(C-٢٦)}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{O.G.C(SO_3\%)_{at28Days}} = & -\frac{1}{-0.6697 * 2.7197} * (1.7152 S_s^{0.2335} + 0.8388 C_3S^{-0.4614} + \\ & 2.5044 C_2S^{0.2968} + 1.5478 (C_3A + 1)^{0.3088} + 0.7577 C_4AF^{-0.8578} - \\ & 0.5457 MgO^{0.2725} - 1.0835 FreeCaO^{0.1062} - 1.0050 \\ & Unsoundness^{2*-0.1913})^{1/(a2-1)} \quad \text{....(C-27)} \end{aligned}$$

$$-٠.٦٦٩٧ * ٢.٧١٩٧ * (٢.٧١٩٧ - ١) * SO_3^{(٢.٧١٩٧ - ٢)} < ٠ \qquad \text{....(C-٢٨)}$$

$$O.G.C(SO_3\%)_{at60Days} = -\frac{1}{-0.6691*2.5249}*(0.6405S_s^{0.4821} + 0.7445C_3S^{-0.5309} + 3.6047C_2S^{-0.5315} + 1.8716(C_3A+1)^{0.2087} + 4.2641C_4AF^{-0.3159} - 3.6047MgO^{-0.5315} - 0.5283FreeCaO^{0.3944} - 2.1306Unsoundness^{2*-0.2118})^{1/(2.5249-1)} \quad ....(C-29)$$

$$-٠.٦٦٩١*٢.٥٤٢٩*(٢.٥٤٢٩-١)*SO_3^{(٢.٥٤٢٩-٢)} < ٠ \quad ....(C-٣٠)$$

٨. The model ٤*(i.e. eq. (٤-٢٠)):

$$, \text{ so: } \frac{\partial f_{(t)_4}^*}{\partial SO_3} = 0$$

$$a_1*a_2*SO_3^{a_2-1} + a_3S_s^{a_4} + a_5C_3S^{a_6} + a_7C_2S^{a_8} + a_9(C_3A+1)^{a_{10}} + a_{11}C_4AF^{a_{12}} + a_{13}MgO^{a_{14}} + a_{15}FreeCaO^{a_{16}} + a_{17}LOI^{a_{18}} + a_{19}IR^{a_{20}} + a_{21}LSF^{a_{22}} + a_{23}SM^{a_{24}} + a_{25}AR^{a_{26}} + a_{27}Unsoundness^{2*a_{28}} = 0$$

$$O.G.C(SO_3\%) = -\frac{1}{a_1*a_2}*(a_3S_s^{a_4} + a_5C_3S^{a_6} + a_7C_2S^{a_8} + a_9(C_3A+1)^{a_{10}} + a_{11}C_4AF^{a_{12}} + a_{13}MgO^{a_{14}} + a_{15}FreeCaO^{a_{16}} + a_{17}LOI^{a_{18}} + a_{19}IR^{a_{20}} + a_{21}LSF^{a_{22}} + a_{23}SM^{a_{24}} + a_{25}AR^{a_{26}} + a_{27}Unsoundness^{2*a_{28}})^{1/(a_2-1)} \quad ....(C-31)$$

And:

$$\frac{\partial^2 f_{(t)^4}^*}{\partial SO_3^2} < 0 \quad \text{, so: } \quad a١*a٢*(a٢-١)*SO_3^{(a_2-٢)} < ٠ \quad ....(C-٣٢)$$

By substituting of the values of the coefficients at each age:

$$O.G.C(SO_3\%)_{at3Days} = -\frac{1}{-0.6752*2.4879}*(0.7755S_s^{0.2962} + 1.2629C_3S^{0.3163} + 1.4071C_2S^{0.2182} + 1.1861(C_3A+1)^{0.4309} + 1.1298C_4AF^{0.1534} - 0.6657MgO^{0.2877} - 1.6503FreeCaO^{0.7981} - 1.877LOI^{-0.3203} - 0.3659IR^{1.2307} - 1.4552LSF^{0.1985} - 0.1292SM^{-1.2500} - 0.1256AR^{-0.9656} - 0.6531Unsoundness^{2*-0.2190})^{1/(2.4879-1)} \quad ....(C-33)$$

$$-٠.٦٧٥٢*٢.٤٨٧٩*(٢.٤٨٧٩-١)*SO_3^{(٢.٤٨٧٩-٢)} < ٠ \quad ....(C-٣٤)$$

$$O.G.C(SO_3\%)_{at7Days} = -\frac{1}{-0.7636*2.4136}*(0.8520S_s^{0.3360} + 1.0208C_3S^{0.3413} + 2.8463C_2S^{0.1362} + 1.8821(C_3A+1)^{0.4017} + 0.5533C_4AF^{0.4425} - 0.1244MgO^{1.6660} - 0.7932FreeCaO^{0.2833} - 7.0813LOI^{-0.1199} - 0.1513IR^{0.3433} - 0.2566LSF^{-5.0293} - 4.6376SM^{-11.7035} - 0.4467AR^{-2.8008} - 1.1008Unsoundness^{2*-0.1808})^{1/(a2-1)} \quad ....(C-35)$$

$$-٠.٧٦٣٦*٢.٤١٣٦*(٢.٤١٣٦-١)*SO_3^{(٢.٤١٣٦-٢)} < ٠ \quad ....(C-٣٦)$$

$$O.G.C(SO_3\%)_{at28Days} = -\frac{1}{-0.6344*2.8106}*(2.2556S_s^{0.1676} + 1.4245C_3S^{0.3156} + 1.4643C_2S^{0.2536} + 1.2982(C_3A+1)^{0.6077} + 1.3565C_4AF^{0.1788} - 0.7166MgO^{-1.7022} - 0.5442FreeCaO^{0.1256} - 0.3803LOI^{0.1731} - 0.6188IR^{0.1258} - 0.4476LSF^{2.4387} - 5.8126SM^{-27.6278} - 2.1976AR^{-0.0313} - 1.3229Unsoundness^{2*-0.2596})^{1/(2.8106-1)} \quad ....(C-37)$$

$$-٠.٦٣٤٤*٢.٨١٠٦*(٢.٨١٠٦-١)*SO_3^{(٢.٨١٠٦-٢)} < ٠ \quad ....(C-٣٨)$$

$$O.G.C(SO_3\%)_{at60Days} = -\frac{1}{-0.6765*2.5980}*(1.8086S_s^{0.2468} + 1.0363C_3S^{0.3366} + 1.5802C_2S^{0.1282} + 2.0345(C_3A+1)^{0.2954} + 1.1093C_4AF^{0.3310} - 0.3830MgO^{0.5265} - 0.5446FreeCaO^{-0.7690} - 3.7366LOI^{-0.3967} - 0.3379IR^{0.7027} - 0.2058LSF^{0.2279} - 0.7291SM^{-0.1866} - 1.9090AR^{-0.1905} - 1.4199Unsoundness^{2*-0.1831})^{1/(2.598-1)} \quad ....(C-39)$$

$$-٠.٦٧٦٥*٢.٥٩٨٠*(٢.٥٩٨٠-١)*SO_٣^{(٢.٥٩٨٠-٢)} < ٠ \quad ....(C-٤٠)$$