

اللهم علمنا ما ينفعنا، وانفعنا بما علمتنا، وزدنا علماً، واجعل هذا العمل خالصاً لوجهك الكريم.

مقدمة:

هذا العمل هو ترجمة وشرح مبسط للدليل الإرشادي الصادر عن معهد الخرسانة الأمريكي **ACI 214R-11** بعنوان دليل تقييم نتائج اختبار مقاومة الخرسانة. ويعد هذا الدليل من أهم المراجع الأساسية في مجال ضبط جودة الخرسانة، حيث إنه يقدم الأدوات الإحصائية والمنهجية العلمية الالزمة لتحليل نتائج اختبارات مقاومة الضغط. تطبيق هذا الدليل يتتيح للمهندس الانتقال من مجرد قبول أو رفض عينة خرسانة إلى فهم أعمق لأداء عملية الإنتاج بأكملها، مما يمكنه من اتخاذ قرارات مستنيرة لتحسين الجودة، زيادة الكفاءة، وخفض التكاليف.

وقد تم إعداد هذا الملف بهدف تسهيل فهم الدليل من خلال:

- ترجمة دقيقة ومبسطة لكل بنود الدليل من اللغة الإنجليزية إلى اللغة العربية.
- شرح مبسط وواضح بأسلوب عملي يناسب المهندسين والاستشاريين ومهندسي المواقع و مديري الجودة و فنيي المعامل.
- أمثلة تطبيقية رقمية توضح خطوات حساب الانحراف المعياري σ معامل الاختلاف f والمقاومة المتوسطة المطلوبة f_{cr} .
- عرض الجداول والرسومات التوضيحية مع شرح عملي خطوة بخطوة، مثل منحنيات التوزيع الطبيعي ولوحات التحكم في الجودة.
- تعاريفات دقيقة للمصطلحات الفنية مثل: معامل الأهان Z ، المدى $Range$ ، والمتوسط المتحرك.
- تحليل وشرح النتائج مع بيان كيفية استخدامها في تقييم مستوى التحكم في محطة الخلط وتحديد المسؤوليات بين أطراف المشروع.

محتوى الملف:

ترجمة الدليل فقرة بفقرة.

شروحات مبسطة بعد كل فقرة لربط المفاهيم النظرية بالواقع العملي في المشاريع.

أمثلة عملية ورقمية على كيفية حساب fcr' بناءً على معايير القبول المختلفة في كود ACI 318.

شرح عملي للأشكال والرسومات البيانية وكيفية قراءتها لاستنتاج معلومات عن أداء الخرسانة.

تحليل الجداول الفنية مع تطبيقات واقعية من سجلات اختبارات المشاريع.

شرح مفصل لكيفية إنشاء واستخدام لوحات التحكم في الجودة لمراقبة إنتاج الخرسانة ودقة الاختبارات.

نسأل الله أن يكون هذا العمل عوناً للمهندسين والفنين وطلاب العلم في فهم هذا الدليل الفني الهام وتطبيقه بفعالية لرفع مستوى جودة الخرسانة في مشاريعنا وأن يجعله خالصاً لوجهه الكريم نافعاً في الدنيا والآخرة ومن وجد في هذا العمل خطأ أو سهواً فلييس عن عمد وإنما هو من طبيعة البشر والكمال لله وحده.

أخوكم في الله

محمد القصبي

Guide to Evaluation of Strength Test Results of Concrete

دليل تقييم نتائج اختبارات قوة الخرسانة

Reported by ACI Committee 214

تم الإبلاغ عنها من قبل لجنة ACI 214



American Concrete Institute®



American Concrete Institute®
Advancing concrete knowledge

First Printing
April 2011

Guide to Evaluation of Strength Test Results of Concrete

Copyright by the American Concrete Institute, Farmington Hills, MI. All rights reserved. This material may not be reproduced or copied, in whole or part, in any printed, mechanical, electronic, film, or other distribution and storage media, without the written consent of ACI.

The technical committees responsible for ACI committee reports and standards strive to avoid ambiguities, omissions, and errors in these documents. In spite of these efforts, the users of ACI documents occasionally find information or requirements that may be subject to more than one interpretation or may be incomplete or incorrect. Users who have suggestions for the improvement of ACI documents are requested to contact ACI via the errata website at www.concrete.org/committees/errata.asp. Proper use of this document includes periodically checking for errata for the most up-to-date revisions.

ACI committee documents are intended for the use of individuals who are competent to evaluate the significance and limitations of its content and recommendations and who will accept responsibility for the application of the material it contains. Individuals who use this publication in any way assume all risk and accept total responsibility for the application and use of this information.

All information in this publication is provided "as is" without warranty of any kind, either express or implied, including but not limited to, the implied warranties of merchantability, fitness for a particular purpose or non-infringement.

ACI and its members disclaim liability for damages of any kind, including any special, indirect, incidental, or consequential damages, including without limitation, lost revenues or lost profits, which may result from the use of this publication.

It is the responsibility of the user of this document to establish health and safety practices appropriate to the specific circumstances involved with its use. ACI does not make any representations with regard to health and safety issues and the use of this document. The user must determine the applicability of all regulatory limitations before applying the document and must comply with all applicable laws and regulations, including but not limited to, United States Occupational Safety and Health Administration (OSHA) health and safety standards.

Order information: ACI documents are available in print, by download, on CD-ROM, through electronic subscription, or reprint and may be obtained by contacting ACI.

Most ACI standards and committee reports are gathered together in the annually revised *ACI Manual of Concrete Practice* (MCP).

American Concrete Institute
38800 Country Club Drive
Farmington Hills, MI 48331
U.S.A.
Phone: 248-848-3700
Fax: 248-848-3701

www.concrete.org
ISBN 978-0-87031-423-0

Guide to Evaluation of Strength Test Results of Concrete

دليل تقييم نتائج اختبار قوة الخرسانة

Reported by ACI Committee 214

تم الإبلاغ عنها من قبل لجنة ACI 214

Casimir Bognacki*
Chair

Jerry Parnes
Secretary

David J. Ackers	Richard D. Gaynor	Colin L. Lobo*	Bryce P. Simons
Madasamy Arockiasamy	Alejandro Graf	John J. Luciano	Luke M. Snell
William L. Barringer	Thomas M. Greene	Allyn C. Luke*	Patrick J. E. Sullivan
F. Michael Bartlett*	Gilbert J. Haddad	Stephen S. Marchese	Eugene Takhtovich*
Jerrold L. Brown	Kal R. Hindo	Richard E. Miller	Michael A. Taylor
Bryan R. Castles*	Robert S. Jenkins	Venkataswamy Ramakrishnan	Roger E. Vaughan
James E. Cook	Alfred L. Kaufman Jr.	D. V. Reddy	Woodward L. Vogt*
Ronald L. Dilly	William F. Kepler	David N. Richardson*	Orville R. Werner II
Donald E. Dixon	Michael L. Leming	James M. Shilstone Jr.	

*Committee members who prepared this guide

Statistical procedures provide valuable tools for evaluating the results of concrete strength tests. Information derived from such procedures is valuable in defining design criteria, specifications, and other parameters needed for structural evaluation and repair. This guide discusses variations that occur in concrete strength and presents statistical procedures useful in interpreting these variations with respect to specified testing and criteria.

Keywords: coefficient of variation; concrete strength; normal distribution; required overdesign; quality control; standard deviation; statistical methods.

ACI Committee Reports, Guides, Manuals, and Commentaries are intended for guidance in planning, designing, executing, and inspecting construction. This document is intended for the use of individuals who are competent to evaluate the significance and limitations of its content and recommendations and who will accept responsibility for the application of the material it contains. The American Concrete Institute disclaims any and all responsibility for the stated principles. The Institute shall not be liable for any loss or damage arising therefrom.

Reference to this document shall not be made in contract documents. If items found in this document are desired by the Architect/Engineer to be a part of the contract documents, they shall be restated in mandatory language for incorporation by the Architect/Engineer.

CONTENTS

محتويات

Chapter 1—Introduction, p. 2

1.1—Introduction

الفصل الأول - المقدمة، ص ٢

1.2Summary

١.١- المقدمة

Chapter 2—Notation and definitions, p. 2

الفصل الثاني - التدوين والتعريفات، ص ٢

2.1—Notation

٢.١- التدوين

2.2—Definitions

التعريفات

Chapter 3—Variations in strength, p. 3

الفصل الثالث - الاختلافات في القوة، ص ٣

3.1—General

٣.١ - عام

3.2—Influence of batch-to-batch variations on concrete strength

٣.٢ - تأثير الاختلافات بين الدفعات على قوة الخرسانة

3.3—Influence of within-batch variations on concrete strength

٣.٣ - تأثير الاختلافات داخل الدفعة على قوة الخرسانة

Chapter 4—Analysis of strength data, p. 4

الفصل ٤ - تحليل بيانات القوة، ص ٤

4.1—General

٤.١ - عام

4.2—Statistical functions

٤.٢- الدوال الإحصائية

4.3—Strength variations

٤.٣- اختلافات القوة

4.4—Interpretation of statistical parameters

٤.٤- تفسير المعلمات الإحصائية

4.5—Standards of control

٤.٥- معايير الرقابة

Chapter 5—Criteria, p. 8

الفصل ٥ - المعايير، ص ٨

5.1—General

٥.١ - عام

5.2—Data used to establish minimum required average strength

5.3—Criteria for strength requirements

٥.٣ - معايير متطلبات المقاومة

Chapter 6—Evaluation of data, p. 11

الفصل ٦ - تقييم البيانات، الصفحة ١١

٦.١- الملخص

6.1—General

٦.١ عام

6.2—Numbers of tests

٦.٢ - عدد الاختبارات

6.3—Rejection of doubtful specimens

٦.٣ - رفض العينات المشكوك فيها

6.4—Additional test requirements

٦.٤ - متطلبات الاختبار الإضافية

6.5—Quality-control charts

٦.٥ - مخططات مراقبة الجودة

6.6—Additional evaluation techniques

٦.٦ - تقنيات التقييم الإضافية

Chapter 7—References, p. 16

الفصل السابع - المراجع، ص ١٦

7.1—Referenced standards and reports

٧.١ - المعايير والتقارير المرجعية

7.2—Cited references

٧.٢ - المراجع المذكورة

نفس علم الإحصاء والطرق اللي هتتعلمها هنا تقدر تطبقها على

أي اختبار تاني بتعمله للخرسانة.

مثلًا:

مقاومة الانثناء: Flexural strength: لو بتعمل كمرات صغيرة

وتكسرها.

الهبوط: Slump: قوام الخرسانة وتشفيتها.

محتوى الهواء: Air content: نسبة الهوا المحبوس.

الكثافة: Density: وزن الخرسانة.

يعني العباد واحد وتخليك تعرف تحلل أي أرقام بتطلعك من معمل الخرسانة.

يفترض هذا الدليل أن نتائج اختبار الخرسانة تتبع التوزيع الطبيعي ...normal distribution

الشرح: دي بقى الفرضية أو القاعدة اللي الدليل كله ببني عليها التوزيع الطبيعي و ده شكل إحصائي مشهور عامل زي الجرس Bell Curve معناه ببساطة إن معظم نتائج تكسير الأسطوانات ه تكون قريبة من قيمة متوسطة معينة وهيكون فيه عدد قليل من النتائج العالية أو أي عدد قليل من النتائج الواطية أوى و الدليل بيقولك: إحنا هبني كل حساباتنا على أساس إن نتائجك بتتبع الشكل ده وده الطبيعي في معظم الحالات و لو النتائج بتتعاك مش ماشية مع الشكل ده بيق فيه حاجة غريبة بتحصل في المشروع.

الزونة بتاعة الفقرة دي بتقول :

الدليل ده هو مرجعك عشان تحلل نتائج اختبارات الخرسانة خصوصاً الضغط باستخدام علم الإحصاء والطرق دي معتمدة في الأكواود العالمية ومبنية على فرضية إن النتائج بتتوزع بشكل طبيعي ومنطقى.

Most construction projects in the United States and Canada require routine sampling of concrete and fabrication of standard molded cylinders. These cylinders are usually cast from a concrete sample taken from the discharge of a truck or a batch of concrete. They are molded and cured following the standard procedures of **ASTM C31/C31M** and tested as required by **ASTM C39/C39M**. If the concrete is so prepared, cured, and tested, the results are the compressive strength of the concrete cured under controlled conditions, not the in-place strength of the concrete within the structure. It is expected that, given the uniformity of the curing conditions, these cylinders would have essentially the same strength, thereby indicating concrete with consistent properties. It is these cylinders that are used for acceptance purposes.

الترجمة

تطلب معظم المشاريع الإنشائية في الولايات المتحدة وكندا أخذ عينات روتينية من الخرسانة وتصنيع أسطوانات قياسية مصبوبة.

عادةً ما تصب هذه الأسطوانات من عينة خرسانية مأخوذة من تفريغ شاحنة أو من خلطة خرسانية. يتم صبها ومعالجتها باتباع إجراءات القياسية للمواصفة **ASTM C31/C31M** واختبارها كما هو مطلوب في المواصفة **ASTM C39/C39M**. إذا تم تحضير الخرسانة ومعالجتها واختبارها بهذه الطريقة، فإن النتائج تمثل مقاومة الضغط للخرسانة المعالجة تحت ظروف خاصة للرقابة، وليس مقاومة الخرسانة في مكانها الفعلي داخل المنشآة. من المتوقع، نظراً لتوحيد ظروف المعالجة، أن يكون لهذه الأسطوانات نفس المقاومة بشكل أساسي، مما يشير إلى أن الخرسانة ذات خصائص متسقة. هذه الأسطوانات هي التي تستخدم لأغراض القبول.

CHAPTER 1—INTRODUCTION

الفصل الأول - المقدمة

1.1—Introduction

١- المقدمة

This guide provides an introduction to the evaluation of concrete strength test results. Procedures described are applicable to the compressive strength test results required by **ACI 301**, **ACI 318**, and similar specifications and codes. Statistical concepts described are applicable for the analysis of other common concrete test results, including flexural strength, slump, air content, density, modulus of elasticity, and other tests used for evaluating concrete and ingredient materials. This guide assumes that the concrete test results conform to a normal distribution.

الترجمة المقدمة ١.١

يقدم هذا الدليل مقدمة لتقدير نتائج اختبار مقاومة الخرسانة. الإجراءات الموضحة قابلة للتطبيق على نتائج اختبار مقاومة الضغط المطلوبة من قبل الكودالأمريكي للخرسانة **(ACI 301)** و **(ACI 318)** والمواصفات والأكواود المعمالة. المفاهيم الإحصائية الموضوقة قابلة للتطبيق لتحليل نتائج اختبارات الخرسانة الشائعة الأخرى، بما في ذلك مقاومة الانثناء والهبوط ومحنوى الهواء، والكثافة، ومعامل المرونة، والاختبارات الأخرى المستخدمة لتقدير الخرسانة والمواد المكونة لها. يفترض هذا الدليل أن نتائج اختبار الخرسانة تتبع التوزيع الطبيعي.

المقدمة ١.١ الشرح الفقرة دي :

تعالي بينا نفصص الفقرة دي حته حته:
يقدم هذا الدليل مقدمة لتقدير نتائج اختبار مقاومة الخرسانة..

الشرح: الجملة دي بتقولك ببساطة بتقول ان المواصفة ده معمول عشان يعلمك إزاى تبص على أرقام تكسير الأسطوانات وتفهمها صح مش مجرد أرقام مرصوصة جنب بعضها و كلمة تقييم هنا هي الكلمة المفتاحية يعني إزاى تحكم على النتائج دي وتقول هي كويستة ولا وحشة.

الإجراءات الموضحة قابلة للتطبيق على نتائج اختبار مقاومة الضغط المطلوبة من قبل **ACI 301**, **ACI 318** ...
الشرح: بيقولك إن الطرق اللي هننشرحها هنا متوافقة تماماً مع متطلبات أكواود الخرسانة المشهورة زي **ACI 318** و ده دستور تصميم الخرسانة و **ACI 301** و ده بتاع مواصفات تنفيذ الشغل. يعني الكلام اللي هنا مش اختراع ده هو الأسلوب المعتمد اللي الأكواود دي بتشتغل بيها عشان تقبل أو ترفض الخرسانة.

المفاهيم الإحصائية الموضوقة قابلة للتطبيق لتحليل نتائج اختبارات الخرسانة الشائعة الأخرى...

الشرح: ودي نقطة مهمة جداً بيقولك صحيح إحنا مركزين على مقاومة الضغط تكسير الأسطوانات بس

الشرح للفقرة دي:

تعالى نفصص الجزء ده ونشوف بيقول إيه بالظبط:

تطلب معظم المشاريع الإنسانية في الولايات المتحدة وكنداأخذ عينات روتينية من الخرسانة وتصنيع أسطوانات قياسية مصبوبة...

الشرح: بيقولك إن الشغل الصح في أي مشروع محترم وهنا بيضرب المثل بأمريكا وكندا هو إنك لازم تأخذ عينات خرسانة بشكل دوري ومنظم ومش بمزاجك ولا لما تفتكر و الكلمة روتيني دي معناها إنها جزء أساسى من الشغل اليومى والعينات دي بنعمل منها أسطوانات قياسية اللي هي العينات المتعارف عليها عالمياً للختبار في مصر بنشتغل أكثر بالمكعبات لكن المبدأ واحد.

عادة ما تصب هذه الأسطوانات من عينة خرسانية مأخوذة من تفريغ شاحنة أو من خلطة خرسانية...

الشرح: بيوضحلك مصدر العينة دي بنادها منين؟ من الخرسانة وهي نازلة من بوز عربية الخرسانة يعني العينة دي بتمثل الخرسانة اللي جايتك من محطة الخلط والى المفروض هتصبها في الموضع.

يتم صبها ومعالجتها باتباع الإجراءات القياسية لـ **C31/C31M** وختبارها كما هو مطلوب في **C39/C39M**...
الشرح: دي نقطة فنية و مهمة جداً بتقولك إن عملية تحضير العينة دي مش عشوائية. فيه مواصفة قياسية اسمها **C31** بتشرحلك بالتفصيل إزاى تصب الأسطوانة دي وتدمكها وتفكها وتعالجها تحطتها في الماء.

وبعدين لها تيجي تكسرها بتبع مواصفة تانية اسمها **C39** اللي بتوصلك إزاى تحطتها على الماكينة وتكسرها صح الخلاصة: الشغل كله موصوف ومتقن من أول ما تأخذ العينة لحد ما تطلعك نتيجة التكسير.

إذا تم تحضير الخرسانة ومعالجتها وختبارها بهذه الطريقة، فإن النتائج تمثل مقاومة الضغط للخرسانة المعالجة تحت ظروف خاضعة للرقابة، وليس مقاومة الخرسانة في مكانها الفعلي داخل المنشآت....

الشرح: دي بقى زتونة الفقرة كلها بيقولك: لو أنت مشيت على كل الخطوات اللي فاتت دي بالمسطرة أخذت العينة صح وعالجتها في المعمل في درجة حرارة ورطوبة مطبوعتين وكسرتها صح فالرقم اللي هيطلعك ده بيمثل إيه؟ بيمثل مقاومة الخرسانة في أفضل الظروف الممكنة يعني دي قوة الخرسانة نظرياً أو معملياً والأهم إنها مش قوة الخرسانة اللي في العمود اللي هرمي في الشمس والهوا في الموضع و دي قصة تانية خالص.

الأسطوانات نفس المقاومة بشكل أساسى مما يشير إلى أن الخرسانة ذات خصائص متتسقة...

الشرح: بيقولك بما إن كل الأسطوانات دي بتتعالج بنفس الطريقة بالظبط فالمفروض إن نتائج تكسيرها تكون قريبة جداً من بعضها ولو ده حصل بيقى ده مؤشر حلو إن الخرسانة اللي جايتك من المصنوع متتجانسة و"مستواها ثابت".

هذه الأسطوانات هي التي تستخدم لأغراض القبول...

الشرح: وهنا بيلخص الهدف كله إحنا بنعمل الفيلم ده عشان القبول يعني عشان الاستشاري يمضي ويقول: تمام أنا موافق على الخرسانة دي أو يقول لا الخرسانة دي مرفوضة.

الخلاصة النهائية للجزء ده:

الكود بيأك إن العينات القياسية اللي بنادها من العribiyas ونعالجها في المعمل هدفها الأساسي هو الحكم على جودة الخلطة الخرسانية نفسها اللي جاية من المصنوع وبناءً عليه نقبلها أو نرفضها وهذا الاختبار لا يحكم على قوة الخرسانة الفعلية اللي جوه المنشآت لأن دي قصة تانية ولها اختبارات تانية زي الكور تست.

Inevitably, strength test results vary. Variations in the measured strength of concrete originate from two sources:

- Batch-to-batch variations can result from changes to the ingredients or proportions of Ingredients, water-cementations material ratio (w/cm), mixing, transporting, placing, sampling of the batch, consolidating, and curing; and
- Within-batch variations, also called within-test variations, are primarily due to differences in sampling of the batch sample, specimen preparation, curing, and testing procedures .

ترجمة

من الطبيعي أن تختلف نتائج اختبارات المقاومة. تنشأ البيانات في مقاومة الخرسانة المقاسة من مصدرين:

• الاختلافات من خلطة لأخرى **:Batch-to-batch variations** يمكن أن تنتج عن تغيرات في المواد المكونة أو نسبة الماء إلى المواد الإسمنتية (w/cm)، والخلط، والنقل، والصب، وأخذ عينات من الخلطة، والدمل، والمعالجة.

• الاختلافات داخل الخلطة الواحدة **:Within-batch variations** **within-test** وتسعى أيضاً الاختلافات داخل الاختبار الواحد **variations**، وتعود بشكل أساسى إلى الفروقات في أخذ العينات من عينة الخلطة، وتحضير العينة، وإجراءات المعالجة والاختبار.

الشرح للفقرة دي :

يلا بینا نفصص الكلام المهم ده لأنه يعتبر قلب الموضوع كله :

حتماً، تباين نتائج اختبار المقاومة...

الشرح: بيبدأ بجملة قاطعة اسمع مفيش مفرا النتائج لازم هتختلف يعني إنسى تماماً فكرة إنك تكسر مكعبين ورا بعض ويجيبوا نفس الرقم بالضبط والاختلاف ده جزء لا يتجزأ من طبيعة الخرسانة وعملية الاختبار.

الاختلافات... تنشأ من مصدرين..

الشرح: الكود هنا بيقسم لك أسباب الاختلافات دي لنوعين رئيسين عشان يسهل عليك فهمها وتحليلها زي ما يكون بيقولك بضم لها تلقي الأرقام بتتعب اللعب ده جاي من مكان من اتنين.

ال مصدر الأول: الاختلافات من خلطة لأخرى- batch-to-batch variations

الشرح:

كلمة Batch معناها خلطة أو عربية خرسانة.

المقصود هنا هو الاختلافات اللي بتحصل بين عربية الخرسانة اللي جت الساعة ٩ الصبح والعربيه اللي جت الساعة ١٠.

ليه بيختلفوا؟ الكود بيديك قايمة بالأسباب:

تغير في المواد أو نسبها:

ممكن محطة الخلط غيرت مصدر الرمل، أو نسبة الأسمنت زادت أو قلت شوية.

نسبة الماء للمواد الإسمنتية (w/cm):
دي أخطر حاجة. لو السوق زود شوية مية عشان يسهل الصب المقاومة هتقل.

الخلط والنقل والصب:

مدة الخلط في الخلطة المسافة اللي العربية مشيتها طريقة الصب في الموقع... كل دي عوامل بتتأثر.

أخذ العينات والدمك والمعالجة:

طريقة أخذ العينة نفسها، وطريقة دمكتها في القالب، وظروف معالجتها.

يعنى من الآخر النوع ده من الاختلاف بيعكس مدى ثبات مستوى محطة الخلط وجودة التحكم في العملية كلها من أول المصنع لحد الموقع ولو الاختلافات دي كبيرة بيقى المصنع ده أي كلام وشغله مش مظبوط.

Within-batch variations

الشرح:

المقصود هنا هو الاختلاف اللي بيحصل بين الاسطوانات اللي أنت خدتها من نفس عربية الخرسانة.

يعنى لو خدت ٣ اسطوانات من نفس العربية ليه لما تكسرهم مش بيطلعوا نفس الرقم؟

الكود بيقولك السبب هو:

الفروقات في أخذ العينات من عينة الخلطة:
الطريقة اللي أخذت بها الخرسانة من العينة اللي نزلت من العربية.

تحضير العينة:

طريقة ملء الاسطوانة والدمك و ممكن فني يدهك كوييس والثاني لأن.

إجراءات المعالجة والاختبار:

يمكن اسطوانة اتحط في حوض المعالجة والثانيو اتسابة بره شوية أو طريقة وضع الاسطوانة على ماكينة التكسير نفسها.

يبقى من الآخر النوع ده من الاختلاف بيعكس مدى دقة وجودة شفل المعمل والفنى اللي بيعمل الاختبار.
لو الاختلافات دي كبيرة، بيقى العيب مش في الخرسانة العيب في اللي بيختبر أو في المعمل.

عشان كده بيسموه كمان Within-test variation يعني الاختلاف بسبب الاختبار نفسه.

زتونة الفقرة دي كلها بختصار:

الفقرة دي جوهريه جداً يا هندسة لأنها بتعلمنا لما نشوف أرقام مختلفة نبدأ نفك:

هل المشكلة في الخرسانة نفسها؟ Within-batch ولا في طريقة اختبارنا؟

There are differences in individual mixer batches between the front and rear of the mixer, as recognized by **ASTM C94/C94M**. For this reason, ACI Field Level I Technicians are trained to make composite samples from the central portions of loads.

الترجمة

توجد اختلافات في خلطات الخلط الفردية بين الجزء الأمامي والخلفي من الخلط، كما هو معترف به في المعاصفة **ASTM C94/C94M**. لهذا السبب، يتم تدريب فنيي الخرسانة الميدانيين من المستوى الأول ACI Field Level I Technicians على أخذ عينات مركبة composite samples من الأجزاء الوسطى من الحمولات.

الشرح للفقرة دي

يلا بینا نفصص المعلومة المهمة دي تاني مع التركيز على إزاي بتعمل صح عشان نتجنب المشاكل.

توجد اختلافات... بين الجزء الأهمي والخلفي من الخلاط...

الشرح: الكود هنا بيكتشف سر من أسرار عربية الخرسانة و بيقولك إن الخرسانة اللي جوه حلة الخلطة دي مش متجانسة ١٠٠%. الخرسانة اللي قدام ناحية الكابينة ممكن تكون مختلفة شوية عن الخرسانة اللي ورا اللي بتنزل الأول وممكن اللي قدام تكون خشننة أكثر والحصنة الزلط فيها متركزة اللي ورا تكون ناعمة أكثر والمعونة الإسمنتية فيها زيادة و المواصفة القياسية للخرسانة الجاهزة C94 معترفة بالمشكلة دي.

لهذا السبب يتم تدريب الفنانين... على أخذ عينات مركبة من الأجزاء الوسطى...

الشرح: طيب إيه الحل للمشكلة دي؟ الحل مش إننا نأخذ عينة من أول ما العربية تبدأ تصب ولا من آخرها و الحل زي ما الكود بيقول هو إننا نعمل حاجة اسمها عينة مركبة Composite Sample ودي بتعمل بخطوات دقيقة ومحسوبة عشان نضمن إنها بتمثل متوسط العربية كلها.

طيب بنأخذ العينة المركبة دي صح في الموقع؟

الفنى المدرب زي فنى ACI المعتمد بيعمل الآتى بالضبط عشان يتتجنب مشكلة إن الخرسانة تنسف منه:

بيجهز براويطة نظيفة ومبلاولة بالماء عشان الخرسانة متلزقش فيها.

بعدين بيخليل العربية تنزل شوية خرسانة في الأول حوالي ١٥% من الحمولة من غير ما ياخد منهم حاجة و ده عشان يتخلص من أي خرسانة غير مماثلة في بداية التفريغ.

بعدين ياخد الدفعة الأولى او الجزء الأول من العينة ويحطها في البراويطة.

بعدين يستنى العربية تنزل شوية كمان و ياخد الدفعة الثانية من نص الحمولة تقريباً ويحطها فوق الأولى.

و يستنى كمان شوية ياخد الدفعة الثالثة من الجزء الأخير من الحمولة قبل ما تخلص خالص ويحطها فوقهم.

وفي نقطة مهمة: المواصفة 172 بتشترط إن عملية التجمييع دي كلها من أول دفعة لآخر دفعة لازم تخلص في أقل من ١٥ دقيقة.

بعجرد ما الدفعة الأخيرة تنزل في البراويطة الفني لازم فوراً يستخدم جاروف أو مسطرين ويبدأ يقلب كل الخرسانة اللي جمعها دي مع بعضها كوييس جداً.

طيب ليه الخطوة دي مهمة؟ لأنها بتعمل حاجتين: بتدمج كل الدفعات مع بعض عشان تعمل زي كوكيل متجانس بيمثل متوسط العربية كلها.

وبتلغى أي شك مبدئي أو نشوفية حصلت للدفعة الأولى أثناء فترة الانتظار وبترجع للخرسانة قوامها الأصلي.

و بعد ما يخلص تقليل، لازم يبدأ يعمل اختباراته زي اختبار الهبوط "Slump" في خلال ٥ دقائق بالكثير.

الزونة الفقرة :

الشغل الصح بيقولك خد عينة مركبة من الأجزاء الوسطى من الحمولة عشان تضمن إن عينتك بتمثل العربية كلها.

و عشان تتغلب على مشكلة نشوفية الخرسانة و لازم تشتفل بسرعة يعني تخلص تجمييع في أقل من ربع ساعة وأول ما تخلص تجمييع لازم تقلب الخرسانة كوييس أوي عشان ترجعها لحالتها الأصلية قبل ما تبدأ تعمل الاسطوانات أو اختباراتك.

Conclusions regarding concrete compressive strength can be derived from a series of tests. The characteristics of concrete strength can be accurately estimated when an adequate number of tests are conducted in accordance with standard practices and test methods.

الترجمة

يمكن استخلاص استنتاجات بخصوص مقاومة ضغط الخرسانة من سلسلة من الاختبارات. يمكن تقدير خصائص مقاومة الخرسانة بدقة عند إجراء عدد كافٍ من الاختبارات وفقاً للممارسات وطرق الاختبار القياسية.

الشرح للفقرة دي :

الفقرة دي عبارة عن جملتين بس كل جملة فيهم ليها معنى عميق و مهم.

يمكن استخلاص استنتاجات بخصوص مقاومة ضغط الخرسانة من سلسلة من الاختبارات....

الشرح: دي أهم رسالة في الفقرة. بتقولك أوعي تحكم على مستوى الخرسانة في مشروعك من نتيجة اختبار واحدة أو اتنين ولو كسرت اسطوانة ولقيتها ناجحة ده مش معناه إن كل الخرسانة كوييسة ولو كسرت اسطوانة ولقيتها فاشلة ده مش معناه إن الدنيا باطلة والمشروع هيقع.

القرار الصح بيتأخذ بناءً على سلسلة من الاختبارات يعني لازم تبص على اتجاه النتائج على مدار فترة مثلاً آخر ٢٠ أو ٣٠ نتيجة اختبار هل النتائج كلها بصفة عامة فوق المطلوب؟ هل فيه تذبذب كبير ولو النتائج مستقرة؟ هل فيه ميل للنتائج إنها تقل مع الوقت؟

الخلاصة: الحكم على الخرسانة عامل زي متابعة سهم في البورصة، مينفعش تحكم عليه من سعر إقبال يوم واحد، لازم تشفوف أداءه على مدار شهر عشان تعرف اتجاهه الحقيقي.

يمكن تقدير خصائص مقاومة الخرسانة بدقة عند إجراء عدد كافٍ من الاختبارات وفقاً للممارسات وطرق الاختبار القياسية....

الشرح: الجملة دي بتكمل اللي قبلها وتنصيف شرطين مهمين

عشان تقدر تقدر بدقة " خصائص الخرسانة بتاعتك :

اولاً : عدد كافٍ من الاختبارات *adequate number of tests* يعني إيه كاف؟ الكود هيشرح ده بالتفصيل بعددين لكن المقصود عموماً هو عدد يخليك تقدر تعمل تحليلاً إحصائي ليه معنى عادة بنتكلم في ٣٠ نتيجة كبداية مفتازة و كل ما عدد النتائج زاد كل ما فهمك لسلوك الخرسانة بقى أدق.

ثانياً : وفقاً للممارسات وطرق الاختبار القياسية *in accordance with standard practices and test methods*

وده بيرجعنا للكلام اللي قلناه قبل كده بيكولك كل التحليلات دي ملهاش أي لازمة لو الاختبارات نفسها بتعمل بالبركة ولازم تكون متأكد إن الفنيين بيأخذوا العينات صح زي العينة مركبة وبيعالجواها صح *ASTM* وبيكسروها صح طبقاً للمواصفات القياسية زي *ASTM* زلو العدخلات اللي هي الاختبارات غلط يبقى المخرجات اللي هي التحليل الإحصائي هتبقى غلط بالتأكيد.

الزتونة النهائية للفقرة :

بتقولنا: يا جماعة، نتائج الخرسانة طبيعي إنها تختلف والاختلافات دي ليها مصدرين مشاكل في الخلطة أو مشاكل في الاختبار وعشان نفهم القصة دي صح ونحكم على الخرسانة لازم نجمع عدد كبير من النتائج اللي معمولة صح وبعدين نستخدم علم الإحصاء عشان حللها ونفهمها.

Statistical procedures provide valuable tools when evaluating strength test results. Information derived from them is also valuable in refining design criteria and specifications. This guide discusses variations in concrete strength and presents statistical procedures useful for interpreting them with respect to specified testing and acceptance criteria.

الترجمة

توفر الإجراءات الإحصائية أدوات قيمة عند تقييم نتائج اختبار المقاومة. المعلومات المستخلصة منها قيمة أيضاً في تحسين معايير التصميم والمواصفات. يناقش هذا الدليل الاختلافات في مقاومة الخرسانة ويقدم الإجراءات الإحصائية المفيدة لتفصيرها فيما يتعلق باختبارات ومعايير القبول المحددة.

الشرح للفقرة دي :

الفقرة دي بتشرحتك ليه وجع الدماغ بالإحصاء ده مهم؟ وبتقولك إن ليه فايدتين كبار فايدة للمشروع الحالي وفايدة للمستقبل
يلا نفصصهم:

توفر الإجراءات الإحصائية أدوات قيمة عند تقييم نتائج

اختبار المقاومة....

الشرح: بيكولك إن علم الإحصاء ده عامل زي صندوق العدة بتاعتك بدل ما تبص على أرقام التكسير وتقول حلو أو وحش بالنظر بس الإحصاء بتديك أدوات زي المتوسط الحسابي الانحراف المعياري إلخ بتخليلك تقيس وتقيم الأداء ده بشكل علمي ودقيق و بتقولك حلو قد إيه و وحش قد إيه.

منها قيمة أيضاً في تحسين معايير التصميم والمواصفات...
الشرح: دي الفايدة المستقبلية يعني لما تجمع بيانات إحصائية عن الخرسانة من مشاريع كتير بتبدأ تفهم سلوك الخرسانة في منطقتك أو من مصنع معين والمعلومات دي دهب! ممكن تخليك تعمل حاجة من اتنين:

اولاً : لو المصنع شاطر جداً ونتائجه دائماً عالية ومستقرة: ممكن في المشاريع الجاية تصمم بخلطات اقتصادية أكثر لأنك واثق في جودة المصنع و بدل ما تطلب مقاومة تصميمية عالية أوي عشان تبقى في الأمان ممكن تقللها شوية وتتوفر في الأسمنت.

ثانياً : لو المصنع تعان ونتائجه متذبذبة: ممكن في المشاريع الجاية تشدد المواصفات بتاعتك، وتطلب منه مقاومة أعلى من الأول عشان تضمن إن أقل نتيجة هتجيلك ه تكون لسه في الأمان.
الخلاصة: الإحصاء بتديك القدرة على تطوير شغلك وتصميماتك ومواصفاتك بناءً على بيانات حقيقية، مش مجرد تخمينات.

يناقش هذا الدليل الاختلافات... ويقدم الإجراءات الإحصائية المفيدة لتفصيرها فيما يتعلق بمعايير القبول....

الشرح: الجملة دي بتلخصلك مهمة الدليل كله و بتقولك: إحنا في الدليل ده هنعمل حاجتين: الأول هنفهمك طبيعة الاختلافات اللي بتحصل في الخرسانة والثاني هنديك الأدوات الإحصائية اللي تخليلك تفسر الاختلافات دي وتقارنها بحدود القبول والرفض اللي في المواصفات بتاعتك يعني الدليل هيمسك إيدك ويعملك إزاي تستخدم صندوق العدة اللي زي ما قولنا هو الإحصائي عشان تحكم على الخرسانة وتقول هي ناجحة ولا ساقطة طبقاً للكود.

الزتونة بتاعة الجزء ده:

الإحصاء مش رفاهية دي أداة أساسية عشان تقيم الخرسانة في مشروعك الحالي صح وعشان تطور تصميماتك ومواصفاتك في المشاريع المستقبلية والدليل ده هو الكتالوج اللي هيعلمك تستخدم الأداة دي إزاي.

For the statistical procedures described in this guide to be valid, data should be derived from samples obtained through a random sampling plan. Random sampling is when each volume of concrete has an equal chance of being selected. To ensure this condition, selection should be made by using an objective mechanism, such as a table of random numbers. When sample batches are selected on the basis of the sampler's judgment, biases are likely to be introduced that will invalidate the analysis. Natrella (1963), Box et al. (2005), and ASTM D3665 discuss the need for random sampling, and provide a useful short table of random numbers.

الترجمة

لكي تكون الإجراءات الإحصائية الموصوفة في هذا الدليل صالحة يجب أن تكون البيانات مستمدّة من عينات تم الحصول عليها من خلال خطة أخذ عينات عشوائية. يحدث أخذ العينات العشوائي عندما يكون لكل حجم من الخرسانة فرصة متساوية في الاختيار. لضمان هذا الشرط، يجب أن يتم الاختيار باستخدام آلية موضوعية، مثل جدول الأرقام العشوائية. عندما يتم اختيار خلطات العينات بناءً على حكم الشخص الذي يأخذ العينة، فمن المحتمل أن يتم إدخال تحيزات من شأنها إبطال صحة التحليل. يناقش كل من (1963) Natrella و (2005) Box et al.، والمواصفة D3665 ASTM إلى أخذ العينات العشوائية، ويقدمون جدولًا قصيراً ومفيداً للأرقام العشوائية.

الشرح للفقرة دي :

الفقرة دي بتحط القاعدة الذهبية اللي من غيرها كل التحليل الإحصائي ينهار.
يلا نفصّلها :

لكي تكون الإجراءات الإحصائية... صالحة، يجب أن تكون العينات... عشوائية....

الشرح: بببدأ بجملة تحذيرية قوية اسمع كل الحسابات والأدوات الإحصائية اللي هتتعلمها دي ملهاش أي ستين لازمة وه تكون باطلة لو العينات اللي أنت باني عليها تحليل متاخدة بمزاجك الشرط الأساسي لصحة أي تحليل إحصائي هو العشوائية .Randomness

(العشوائية هي أني يكون لكل حجم من الخرسانة فرصة متساوية في الاختيار).

الشرح: بيعرفلك يعني إيه عشوائية بشكل بسيط. معنها إن كل عربية خرسانة داخلة الواقع سواء كانت رقم ١ أو رقم ٥٠ سواء كانت الصبح أو بالليل لازم يكون ليها نفس الفرصة بالضبط إنها يتم اختيارها لأنها عينة. مفيش تمييز.

لضمان هذا، يجب استخدام آلية موضوعية، مثل جدول الأرقام العشوائية...

الشرح: طيب إزاى نضمن العشوائية دي ومانعتمدش على الصدفة؟ عن طريق استخدام آلية موضوعية يعني طريقة مفيهاش رأي شخصي وأشهر مثال هو جدول الأرقام العشوائية.
إزاى يعني؟ ببساطة لو عارف إن هيجييك ٥٠ عربية خرسانة النهاردة وعايز تأخذ ٥ عينات ممكن تفتح برنامج زي Excel وتخليله يولد لك ٥ أرقام عشوائية بين ١ و ٥٠ و لو طلعت الأرقام مثلًا ، ٤٨، ٣٥، ٢١، ٦٩، ٥٠ و لو طلعت الأرقام مثلًا ، ٤٨، ٣٥، ٢١، ٦٩، ٥٠
يبقى أنت ملزوم تأخذ عينات من العربيات دي بالذات بغض النظر عن أي حاجة تانية.

عندما يتم اختيار العينات بناءً على حكم الشخص، يتم إدخال تحيزات تبطل التحليل....
الشرح: ده التحذير الأهم بيقول لو سبت الموضوع لحكم أو تقدير الفني اللي بيأخذ العينة هتحصل تحيزاته بظبط الدنيا كلها.

زي إيه التحيزات دي؟
ممكن الفني يأخذ عينات بس من العربيات اللي جاية الصبح بدري عشان يخلص.
و ممكن يأخذ عينات بس من السوقين اللي يعرفهم وبيسهلوا له الموضوع.

وممكن لما يلاقي خرسانة شكلها ناشف أو طرية زيادة يهرب منها وهيأخذش عينة عشان خايف تطلع فاشلة ويبان إنه مش بيتابع الشغل.

النتيجة؟ العينات اللي عندك هتمثل بس الخرسانة الحلوة والتحليل الإحصائي بتاعك هيطلعلك صورة وردية غير حقيقة بالمرة عن الوضع في المشروع.

...Natrella (1963), Box et al. (2005), and ASTM D3665

الشرح: في الآخر بيديك مراجع علمية عشان لو حبيت تقرأ أكثر عن أهمية العشوائية وده بيوريك إن الكلام ده مش مجرد رأي ده أساس علمي متفق عليه.

الزونة النهائية للفصل الأول كله:
الفصل الأول وضع حجر الأساس وقال: الخرسانة مادة متغيرة بطبعتها وعشان نفهمها صح لازم نستخدم علم الإحصاء بس عشان الإحصاء تديك نتائج صح، لازم تفديها ببيانات صح والبيانات الصح بتجي من اختبارات معمولة صح ومتاخدة من عينات تم اختيارها بشكل عشوائي تماماً وبعيد عن أي تحيز شخصي.

1.2—Summary

يستعرض الفصلان الخامس والسادس الموصفات المبنية على أساس إحصائية.

الشرح: بعد ما اتعلمنا نشخص فصل ٣ واتعلمنا نستخدم الأدوات فصل ٤ تيجي الفصول ٥ و ٦ عشان تورينا إزاي الأكواود والموصفات الحديثة زي كود ACI بتستخدم المفاهيم الإحصائية دي عشان تضع معايير القبول والرفض بتاعتتها و هتشرحلك الأساس العلمي اللي الكود بنى عليه جمله الشهيرة زي متوسط كل ٣٠ نتيجة متبالية يجب ألا يقل عن... وهكذا. يعني الفصلين دول هما اللي بيربطوا الإحصاء بتطبيقات الكود الفعلية.

الترجمة

يبدأ هذا الدليل في الفصل الثالث بمناقشة مصادر التباين (الاختلاف) من خلطة لأخرى في batch-to-batch في إنتاج الخرسانة، يتبعها مصادر التباين داخل الخلطة الواحدة (within-batch). يقدم الفصل الرابع الأدوات الإحصائية المستخدمة لتحليل وتقدير تباين الخرسانة وتحديد مدى الامتثال لمواصفة معينة. يستعرض الفصلان الخامس والسادس الموصفات المبنية على أساس إحصائية.

الشرح للفقرة دي :

الفقرة دي عبارة عن فهرس سريع وموجز للدليل بتقولك إيه اللي هتلقيه في كل فصل جاي:

يبدأ هذا الدليل في الفصل الثالث بمناقشة مصادر التباين...
الشرح: بيقولك إن الفصل الثالث هيركز بالكامل على النقطة اللي لمسناها في المقدمة: زي مصادر الاختلافات و هيفصصلك بالتفصيل أسباب الاختلافات اللي بتيجي من المصنع Batch-to-batch زي تغيير المواد والخلط وبعددين هيشرحلك أسباب الاختلافات اللي بتيجي من المعمل أو طريقة الاختبار Within-batch يعني الفصل الثالث هو عبارة عن فصل تشخيص المشاكل.

يقدم الفصل الرابع الأدوات الإحصائية...

الشرح: بعد ما فهمنا المشاكل في الفصل الثالث يجي الفصل الرابع عشان يدينا صندوق العدة أو الأدوات الإحصائية Statistical Tools الفصل ده هو اللي هيكون فيه كل الحسابات والمعادلات زي المتوسط والانحراف المعياري إلخ... و هيعلمك إزاي نستخدم الأدوات دي عشان نحل الأرقام اللي عندنا ونحكم بيها على الخرسانة ونشوف هي مطابقة للمواصفات ولا لا. يعني الفصل الرابع هو عبارة عن فصل الحسابات والتحليل.

الزونة:

الدليل منظم بشكل منطقي جداً:

الفصل ٣: فهم أسباب المشكلة (الاختلافات).

الفصل ٤: تعلم كيفية استخدام أدوات الحل (الإحصاء).

الفصل ٥ و ٦: رؤية كيف يطبق الكود هذه الحلول في الواقع.

الفصل الثاني: الرموز والتعريفات

2.1—Notation

١-الرموز

d_2 = factor for computing within-batch standard deviation from average range (Table 4.1)

d_2

الترجمة: معامل لحساب الانحراف المعياري داخل الخلطة الواحدة من متوسط العد (موجود في جدول ٤.١).

الشرح : ده مجرد رقم ثابت بنجبيه من جدول و فايدته إنه بيخلينا نقدر نحسب الانحراف المعياري داخل الاختبار بطريقة سهلة باستخدام حاجة اسمها المدى بدل ما ندخل في حسابات معقدة. هنشوف إزاي نستخدمه بالتفصيل في فصل ٤ في جدول ٤.١.

fc' = specified compressive strength of concrete, psi (MPa)

fc'

الترجمة: مقاومة الضغط المميزة المحددة في التصميم للخرسانة، بوحدة psi أو MPa.

الشرح : ده الرقم اللي المهندس المصمم بيكتبه على اللوحات ولما يقولك الخرسانة دي مقاومتها ٢٥ ميجا باسكال بيقي الـ $f'c = 25 \text{ MPa}$ دي هي المقاومة المطلوبة اللي مينفعش النتائج تقل عنها بشرط معينة.

f_{cr} = required average compressive strength of concrete (to ensure that no more than a permissible proportion of tests will fall below the specified compressive strength) used as the basis for selection of concrete proportions, psi (MPa)

f_{cr}

الترجمة: متوسط مقاومة الضغط المطلوبة للخرسانة لضمان ألا تزيد نسبة الاختبارات التي تقل عن المقاومة المميزة عن الحد المسموح به والتي تستخدم كأساس لاختيار نسب الخلطة الخرسانية.

الشرح : ده أهم رقم في تصميم الخلطة و بما إننا عارفين إن النتائج هتختلف مينفعش نصمم الخلطة عشان تدينا $f'c$ بالضبط لأن نص النتائج هييجي أقل منها عشان كده لازم نستهدف مقاومة أعلى من الـ $f'c$ عشان نضمن إن معظم النتائج مثلًا ٩٩٪ منها تطلع فوق الـ $f'c$. الـ $f'c$ دي هي المقاومة المستهدفة اللي بنقول لمحطة الخلط تعمل الخلطة على أساسها. مثال: لو $f'c$ المطلوبة ٢٥ ممكن تكون الـ $f'c$ المستهدفة ٣٢.

M = the median of a distribution, that is, half the values above and half the values below

الترجمة: الوسيط للتوزيع ما، أي القيمة التي يقع نصف القيم فوقها والنصف الآخر تحتها

الشرح : لو رتبت كل نتائج الاختبار بتاعتكم من الصغير للكبير الوسيط هو الرقم اللي في النص بالظبط.

n = number of tests in a record

n

الترجمة: عدد الاختبارات في سجل معين.

الشرح : ببساطة، عدد المكعبات أو العينات اللي كسرتها. لو كسرت ٣٠ مكعب بيقى ٣٠ = n .

R = within-batch range

R

الترجمة: المدى داخل الخلطة الواحدة (within-batch range).

الشرح: لو خدت ٣ اسطوانات من نفس العربية وكسرتهم وجاروا مثلًا (٣٤، ٣٢، ٣٠) فالمدى هو الفرق بين أعلى وأقل قراءة. هنا $4 = 34 - 30 = R$ وده بيقيس مدى تشتت النتائج في الاختبار الواحد.

\bar{R} = average range

\bar{R}

الترجمة: متوسط المدى** (Average Range)

الشرح: ببساطة المدى R هو الفرق بين نتيجة تكسير أعلى وأقل أسطوانة في الاختبار الواحد. أما متوسط المدى \bar{R} هو متوسط كل الفروقات دي على مدار عدة اختبارات.

وظيفته: هو طريقة سريعة وبسيطة عشان تاخذ فكرة عن مدى تشتت النتائج من غير ما تحسب معادلة الانحراف المعياري الطويلة. كل ما الرقم ده قل كل ما كان الشغل مستقر أكثر.

\bar{R}_m = maximum average range, used in certain control charts

\bar{R}_m

الترجمة: أقصى متوسط للمدى، يستخدم في بعض خرائط المراقبة.

الشرح: ده حد أقصى بنحسبيه عشان نراقب بيه جودة الاختبار ولو متوسط المدى (\bar{R}) زاد عن القيمة دي ده معناه إن فيه مشكلة في المعمل أو في طريقة الاختبار.

S = sample standard deviation, an estimate of the Population standard deviation, also termed soverall

S الترجمة: الانحراف المعياري للعينة ، وهو تقدير للانحراف المعياري للمجتمع الإحصائي، ويطلق عليه أيضاً الانحراف المعياري الكلي .

الشرح : ده أشعر وأهم مقاييس إحصائي الرقم ده بيقيس مدى التشتت أو الانتشار في كل نتائجك و لو ده قيمته صغيرة يبقى النتائج كلها قريبة من بعض والمصنع شغله مستقر و لو ده قيمته كبيرة يبقى النتائج يتلعلع كثير والمصنع شغله متذبذب .

S̄ = statistical average standard deviation, or “pooled” Standard deviation

S̄ الترجمة: المتوسط الإحصائي للانحراف المعياري ، أو الانحراف المعياري المجمع .

الشرح : تخيل أنة شغال في مشروع كبير وكل شهر بتحسب الانحراف المعياري (s) للنتائج بتاعة الشهر ده . في نهاية السنة، هيكون عندك 12 قيمة مختلفة لـ (s) و ده هو طريقة إحصائية ذكية عشان ندمج كل قيم الانحرافات المعيارية دي مع بعض ونطلع منهم قيمة واحدة متوسطة وممثلة للفترة كلها .

S₁ = sample within-batch standard deviation, also Termed swithin-batch

S₁ الترجمة: الانحراف المعياري داخل الخلطة الواحدة للعينة sample within-batch standard deviation ويطلق عليه أيضاً **s_{within-batch}**.

الشرح: ده بيقيس التشتت الناتج عن عملية الاختبار نفسها فقط زي ما شرحنا في فصل 1 و لو **S₁** قيمته كبيرة يبقى العيب في المعمل أو الفنيين.

S₂ = sample batch-to-batch standard deviation, also Termed sproducer

S₂ الترجمة: الانحراف المعياري من خلطة لأخرى للعينة sample batch-to-batch standard deviation ويطلق عليه أيضاً **s_{producer}**.

الشرح: ده بيقيس التشتت الناتج عن الاختلافات الحقيقة بين عربيات الخرسانة فقط و لو **S₂** قيمته كبيرة، يبقى العيب في محطة الخلط نفسها.

V = coefficient of variation

V الترجمة: معامل الاختلاف .

الشرح : ده طريقة تانية للتعبير عن التشتت زي الانحراف المعياري ده بس في صورة نسبة مئوية (%). فايدته إنه بيخلينا نقارن بين خرسانات ليها مقاومات مختلفة.

V₁ = within-batch coefficient of variation

V₁

الترجمة: معامل الاختلاف داخل الخلطة الواحدة

الشرح: هو نفسه **S̄** بس عبر عنه كنسبة مئوية.

X̄ = average of strength test results, also called the Mean

X̄

الترجمة: متوسط نتائج اختبار المقاومة، ويسمى أيضاً المتوسط الحسابي .

الشرح : مجموع كل نتائج التكسير مقسوم على عددهم أبسط مقاييس كلنا عارفيه.

X_i = a strength test result

X_i

الترجمة: نتيجة اختبار مقاومة فردية.

الشرح: نتيجة تكسير اسطوانة واحدة .

Z = constant multiplier for standard deviation s that Depends on number of tests expected to fall below F_{c'} (Table 5.3)

Z

الترجمة: معامل ضرب ثابت للانحراف المعياري (s) يعتمد على عدد الاختبارات المتوقع أن تقل عن F_{c'}. (موجود في جدول 5.3)

الشرح: ده رقم بنجبيه من جدول وبنستخدمه في المعادلات اللي بتحسب المقاومة المستهدفة (F_{c'cr}) و قيمته بتعتمد على درجة الأهمان اللي إحنا عايزينها.

μ = population mean

لام الحرف اليوناني ميو

الترجمة: المتوسط الحسابي للمجتمع الإحصائي .

الشرح: ده المتوسط الحسابي الحقيقي لكل الخرسانة اللي المصنع ممكن ينتجها في تاريخه كله قيمة نظرية و ده X̄ اللي بنحسبها من عيناتنا هي مجرد تقدير للقيمة دي.

σ = population standard deviation

لام الحرف اليوناني سيجما

الترجمة: الانحراف المعياري الحقيقي للمجتمع الإحصائي .

الشرح: ده الانحراف المعياري الحقيقي لكل خرسانة المصنع قيمة نظرية و ده σ اللي بنحسبها من عيناتنا هي مجرد تقدير للقيمة دي.

σ₁ = population within-batch standard deviation

σ₁

الترجمة: الانحراف المعياري داخل الخلطة الواحدة للمجتمع الإحصائي.

الشرح: هو نفسه **S₁** بس على المستوى النظري "ال حقيقي".

σ₂ = population batch-to-batch standard deviation

σ₂

الترجمة: الانحراف المعياري من خلطة لأخرى للمجتمع الإحصائي.

الشرح: هو نفسه **S₂** بس على المستوى النظري "ال حقيقي".

2.2—Definitions

٢.٢ - التعاريف

ACI provides a comprehensive list of definitions through an online resource, “ACI Concrete Terminology,” <http://terminology.concrete.org>. Definitions provided herein complement that resource.

الترجمة

يوفـر المعهدـ الـأمـريـكيـ لـلـخـرسـانـةـ (ACI)ـ قـائـمةـ شـامـلـةـ مـنـ التـعـرـيفـاتـ مـنـ خـلـالـ مـوـرـدـ إـلـكـتـرـوـنـيـ عـبـرـ إـنـتـرـنـتـ،ـ مـصـطـلـحـاتـ الـخـرسـانـةـ لـلـمـعـهـدـ الـأمـريـكيـ لـلـخـرسـانـةـ (ACI)ـ Concrete Terminologyـ،ـ عـلـىـ الـرـابـطـ <http://terminology.concrete.org>ـ.ـ التـعـرـيفـاتـ الـمـقـدـمـةـ هـنـاـ تـكـمـلـ ذـلـكـ الـمـرـجـعـ.

الشرح

الفـقـرـةـ دـيـ بـتـقـولـكـ:ـ لـوـ عـاـيـزـ تـعـرـفـ مـعـنـ أيـ مـصـطـلـحـ خـرسـانـيـ رـوـحـ لـلـقـامـوسـ الرـسـمـيـ بـتـاعـ ACIـ عـلـىـ إـنـتـرـنـتـ وـ أـمـاـ التـعـرـيفـاتـ الـلـيـ هـقـولـهـاـ كـمـانـ شـوـيـةـ فـهـيـ مـجـرـدـ تـعـرـيفـاتـ أـسـاسـيـةـ وـمـهـمـةـ عـشـانـ تـفـهـمـ الـدـلـيـلـ دـهـ بـالـذـاتـ.

companion cylinders—cylinders made from the same sample of concrete.

الترجمة

Companion cylinders—الـأـسـطـوـانـاتـ الـمـتـرـافـقـةـ أوـ الشـقـيقـةـ—ـ هـيـ أـسـطـوـانـاتـ مـصـنـوـعـةـ مـنـ نـفـسـ عـيـنةـ الـخـرسـانـةـ.

الشرح :

يعـنـيـ إـيـهـ نـفـسـ عـيـنةـ الـخـرسـانـةـ؟ـ

فاـكـرـ لـهـ شـرـحـناـ طـرـيقـةـ عـمـلـ الـعـيـنةـ الـمـرـكـبـةـ؟ـ

الـلـيـ هـيـ الـخـرسـانـةـ الـلـيـ بـنـجـمـعـهـاـ فـيـ الـبـرـاوـيـطـةـ مـنـ أـجـزـاءـ مـخـتـلـفـةـ مـنـ حـمـوـلـةـ الشـاحـنـةـ وـنـقـلـبـهـاـ كـوـيـسـ.ـ لـهـ الـفـنـيـ يـاخـدـ مـنـ الـخـرسـانـةـ الـلـيـ فـيـ الـبـرـاوـيـطـةـ دـيـ وـيـعـبـيـ بـيـهـاـ ٣ـ أـوـ ٤ـ قـوـالـبـ أـسـطـوـانـاتـ أـوـ مـكـعـبـاتـ.

أـسـطـوـانـاتـ دـيـ كـلـهـاـ بـنـسـمـيـهـاـ Companion Cylindersـ.

لـيـهـ بـنـسـمـيـهـاـ كـدـهـ؟ـ

لـأـنـهـمـ "ـرـفـقـاءـ"ـ أـوـ "ـإـخـوـةـ"ـ،ـ جـايـيـنـ مـنـ نـفـسـ "ـالـأـمـ"ـ (ـنـفـسـ عـيـنةـ الـخـرسـانـةـ الـمـخـلـوـطـةـ فـيـ الـبـرـاوـيـطـةـ).

الـمـفـرـوضـ نـظـرـيـاـ إـنـهـمـ يـكـوـنـواـ مـتـطـابـقـيـنـ تـمـاـمـاـ فـيـ كـلـ حاجـةـ (ـنـفـسـ الـقـوـامـ،ـ نـفـسـ نـسـبـ الـمـوـادـ،ـ نـفـسـ مـحـتـوىـ الـهـوـاءـ).

إـيـهـ فـايـدـتـهـاـ؟ـ

الـأـسـطـوـانـاتـ الـمـتـرـافـقـةـ دـيـ هـيـ أـسـاسـ حـسـابـ التـشـتـتـ دـاـخـلـ الـاـخـتـبـارـ الـلـيـ اـتـكـلـمـنـاـ عـنـهـ وـلـمـ نـكـسـ الـأـسـطـوـانـاتـ دـيـ أـيـ اـخـتـلـفـ فـيـ النـتـائـجـ بـيـنـهـمـ بـيـكـونـ سـبـبـهـ عـمـلـيـةـ الـتـحـضـيرـ وـالـمـعـالـجـةـ وـالـاـخـتـبـارـ فـيـ الـمـعـمـلـ هـشـ سـبـبـهـ الـخـرسـانـةـ نـفـسـهـاـ لـأـنـهـمـ مـنـ نـفـسـ الـعـيـنةـ وـكـمـانـ بـنـسـتـخـدـمـهـاـ عـشـانـ نـكـسـ عـيـنـاتـ عـلـىـ أـعـمـارـ مـخـتـلـفـةـ.ـ مـثـلـاـ لـوـ عـنـدـنـاـ ٣ـ أـسـطـوـانـاتـ مـتـرـافـقـةـ مـمـكـنـ نـكـسـ وـاحـدـةـ بـعـدـ ٧ـ أـيـامـ وـالـتـانـيـةـ بـعـدـ ٨ـ يـوـمـ وـالـتـالـيـةـ نـخـلـيـهـاـ كـمـرـجـعـ لـوـ اـحـتـجـنـاـهـ بـعـدـيـنـ.

الـزـتوـنـةـ:

Companion Cylindersـ هـوـ مـجـرـدـ اـسـمـ شـيـكـ لـلـأـسـطـوـانـاتـ أـوـ الـمـكـعـبـاتـ الـلـيـ بـتـعـمـلـهـاـ مـنـ نـفـسـ خـلـطـةـ الـخـرسـانـةـ الـلـيـ فـيـ الـبـرـاوـيـطـةـ فـيـ نـفـسـ الـوـقـتـ.

concrete sample—a portion of concrete, taken at one time, from a single batch or single truckload of concrete.

الـتـرـجـمـةـ الـفـنـيـةـ

Concrete sample—عيـنةـ الـخـرسـانـةـ—ـ هـيـ جـزـءـ مـنـ الـخـرسـانـةـ يـتـمـ أـخـذـهـ فـيـ مـرـةـ وـاحـدـةـ مـنـ خـلـطـةـ وـاحـدـةـ أـوـ مـنـ حـمـوـلـةـ شـاحـنـةـ وـاحـدـةـ.

الـشـرـحـ

أـيـةـ الـفـرـقـ بـيـنـ عـيـنةـ الـخـرسـانـةـ وـالـعـيـنةـ الـمـرـكـبـةـ:ـ التـعـرـيفـ دـهـ مـعـمـ عـشـانـ يـوـضـحـ الـفـرـقـ بـيـنـ مـصـطـلـحـيـنـ بـيـسـتـخـدـمـهـاـ كـتـيرـ فـيـ الـمـوـقـعـ.

فـاـكـرـ لـهـاـ قـلـنـاـ إـنـ الـفـنـيـ بـيـاـخـ ٣ـ دـفـعـاتـ مـنـ الـعـرـبـيـةـ عـشـانـ يـعـمـلـ الـعـيـنةـ الـمـرـكـبـةـ Composite Sampleـ؟ـ

كـلـ دـفـعـةـ مـنـ دـوـلـ اـسـمـهـاـ عـيـنةـ خـرسـانـةـ Concrete Sampleـ يـعـنـيـ الـكـمـيـةـ الـلـيـ بـيـفـرـفـهـاـ الـفـنـيـ بـالـجـارـوـفـ فـيـ مـرـةـ وـاحـدـةـ.

لـمـ يـاـخـ كـذـاـ عـيـنةـ خـرسـانـةـ كـذـاـ دـفـعـةـ وـيـخـلـطـهـمـ مـعـ بـعـضـ فـيـ الـبـرـاوـيـطـةـ النـاتـجـ الـنـهـاـيـةـ هـوـ الـعـيـنةـ الـمـرـكـبـةـ الـلـيـ بـنـسـتـخـدـمـهـاـ لـمـلـعـ الـقـوـالـبـ.

الـزـتوـنـةـ:

Concrete Sampleـ يـعـنـيـ الـغـرـفـةـ الـوـاحـدـةـ مـنـ الـخـرسـانـةـ وـCo~posite Sampleـ يـعـنـيـ كـوـكـتـيلـ مـنـ كـذـاـ غـرـفـةـ مـتـخـلـطـيـنـ مـعـ بـعـضـ وـمـنـهـاـ بـنـعـمـلـ الـأـسـطـوـانـاتـ الـلـيـ بـنـخـتـبـهـاـ عـشـانـ تـمـثـلـ الـحـمـوـلـةـ كـلـهـاـ بـدـقـةـ.

individual strength—(also known as single cylinder strength) is the compressive strength of a single cylinder (ASTM C39/C39M); a single

cylinder strength is part of, but individually does not constitute, a test result.

strength test results presented in this guide assumes that the test results under consideration are normally distributed.

Although this assumption is reasonable, it is not always the case; users should check the actual distribution of the data to ensure it is reasonably close to normally distributed.

الترجمة

Individual strength (المقاومة الفردية) هي مقاومة الضغط لأسطوانة واحدة (وفقاً لـ ASTM C39/C39M): المقاومة الفردية لأسطوانة هي جزء من نتيجة الاختبار، ولكنها بمفردها لا تشكل نتيجة اختبار كاملة.

الشرح التفصيلي:

التعريف ده بيحط خط فاصل مهم جداً بين تكسير أسطوانة ونتيجة اختبار معتمدة.

تعال باقى نفচصه جزء كدة :

individual strength... is the compressive strength of single cylinder (المقاومة الفردية... هي مقاومة الضغط لأسطوانة واحدة)

الشرح: ببساطة لما تحط أسطوانة واحدة على مكانة التكسير وتكسرها الرقم اللي بيظهر على الشاشة ده اسمه المقاومة الفردية و لو كسرت أسطوانة وجابت ٣٠ ميجا باسكال بيقى دي مقاومة فردية.

a single cylinder strength is part of, but individually.... does not constitute, a test result. (...هي جزء من نتيجة الاختبار ولكنها بمفردها لا تشكل نتيجة اختبار كاملة.)

الشرح: دي هي الزيونة كلها والكود هنا بيقولك أوعي تأخذ الرقم بتاع الأسطوانة الواحدة ده وتجري بيها وتقول دي نتيجة الاختبار والرقم ده هو مجرد جزء من النتيجة.

طب إيه هي نتيجة الاختبار Test Result الكاملة؟

الكود ACI 318 بيعرف نتيجة الاختبار على أنها متوسط مقاومة أسطوانتين أو ثلاثة أسطوانات متراقة تم أخذها من نفس العينة المركبة وتكسرها عند نفس العمر عادة ٢٨ يوم.

مثال: لو خدت ٣ أسطوانات من نفس البراويطة، وكسرتهم عند ٢٨ يوم وجابوا (٣٠، ٣٢، ٣٣) ميجا باسكال:

كل رقم من دول (٣٠، ٣٢، ٣٣) هو مقاومة فردية.

نتيجة الاختبار اللي هتسجلها في تقريرك وتقارنها بالمواصفات هي المتوسط بتاعهم: (٣٠ + ٣٢ + ٣٣) ÷ ٣ = ٣١ ميجا باسكال.

الخلاصة:

فينفعش تعتمد على نتيجة أسطوانة واحدة للحكم على الخرسانة. "نتيجة الاختبار" المعتمدة اللي الكود بيعرف بيها هي دايماً متوسط تكسير أسطوانتين على الأقل من نفس العينة، وده بيقلل تأثير أي خطأ عشوائي ممكن يحصل في أسطوانة واحدة.

الترجمة

Normal distribution "التوزيع الطبيعي" هو توزيع طبيعي متكرر الحدوث وله خصائص يمكن التنبؤ بها. يفترض تحليل نتائج اختبارات المقاومة المقدم في هذا الدليل أن نتائج الاختبار قيد الدراسة موزعة توزيعاً طبيعياً. على الرغم من أن هذا الافتراض معقول، إلا أنه ليس هو الحال دائمًا؛ يجب على المستخدمين التتحقق من التوزيع الفعلي للبيانات للتأكد من أنها قريبة بشكل معقول من التوزيع الطبيعي.

الشرح التفصيلي :

التعريف ده بيشرحنا القاعدة اللي كل حساباتنا مبنية عليها وفي نفس الوقت بيدينا تحذير مهم.

يل نفصةه حته حته :

normal distribution—a frequently occurring natural distribution that has predictable properties (التوزيع الطبيعي) - توزيع طبيعي متكرر الحدوث له خصائص يمكن التنبؤ بها).

الشرح: التوزيع الطبيعي ده أشهر شكل للتوزيع للبيانات في الكون كله وبيظهر في كل حاجة تقريباً من أطوال الناس وأوزانهم لحد نتائج اختبارات الخرسانة و شكله عامل زي الجرس .

خصائصه اللي يمكن التنبؤ بها دي هي سر قوته:

• متماثل: شكله حوالي المتوسط زي المراية.

• القمة عند المتوسط: معظم النتائج بتتجتمع حواليين القيمة المتوسطة.

• الانحراف المعياري: نقدر نعرف بالضبط كام في المية من النتائج بتقع على بعد مسافة معينة من المتوسط.

مثلاً حوالي ٦٨% من النتائج بتقع في نطاق (المتوسط \pm ١ انحراف معياري) و حوالي ٩٥% بتقع في نطاق (المتوسط \pm ٢ انحراف معياري).

The analysis... in this guide assumes that the test results... are normally distributed (التحليل في هذا الدليل يفترض أن النتائج موزعة توزيعاً طبيعياً).

الشرح: دي جملة صريحة وواضحة. الدليل بيقولك كل المعادلات والجداول اللي أنا هديها لك مبنية على أساس إن بياناتك ليها شكل الجرس ده. لو بياناتك ملهاش شكل الجرس المعادلات دي ممكن تدي نتائج غلط.

normal distribution—a frequently occurring natural distribution that has predictable properties. The analysis of

Although this assumption is reasonable, it is not always...the case; users should check the actual distribution على الرغم من أن هذا الافتراض معقول، إلا أنه ليس هو الحال دائمًا؛ يجب على المستخدمين التتحقق من التوزيع الفعلي (...).

الشرح: ده هو التحذير المهم الدليل بيقولك: صحيح إن معظم نتائج الخرسانة بتتبع التوزيع الطبيعي بس ده مش ضمان ١٠٠% و ممكن يكون فيه حاجة غريبة في مشروعك مخلية توزيع النتائج مش طبيعي.

زي إيه؟ يمكن يكون عندك مصدرين للخرسانة مصنعين مختلفين واحد قوي وواحد ضعيف في الحالة دي توزيع النتائج بتاعك هيكون له قمتين شكل الجمل أبو سنامين ومش هيكون شكل الجرس.

الحل؟ لازم تشييك على بياناتك و ترسمها وتشوف شكلها بعينك عن طريق حاجة اسمها هيستوجرام أو مدرج تكراري ولو لقيت شكلها قريب من شكل الجرس يبقى كمل وأنت مطمئن ولو لقيت شكلها غريب لازم تعرف السبب قبل ما تستخدم معادلات الدليل.

الزتونة:

الدليل كله مبني على فرضية إن نتائجك هتبقي التوزيع الطبيعي شكل الجرس و الفرضية دي صح في معظم الأحيان بس أنت كمهندس شاطر لازم تتأكد بنفسك وترسم بياناتك عشان تشفو شكلها بعينك قبل ما تبدأ أي تحليل إحصائي.

single cylinder strength—(also known as individual strength) is the compressive strength of a single cylinder (ASTM C39/C39M); a single cylinder strength is part of, but individually does not constitute, a test result.

الترجمة

مقاومة الأسطوانة الواحدة—(تعرف أيضًا بالمقاومة الفردية) هي مقاومة الضغط لأسطوانة واحدة (وفقاً لـASTM C39/C39M)؛ المقاومة الفردية لأسطوانة هي جزء من نتيجة الاختبار، ولكنها بمفردها لا تشكل نتيجة اختبار كاملة.

الشرح التفصيلي:

هذا التعريف يضع حدًا فاصلًا بين قراءة خام ونتيجة رسمية. ما هي مقاومة الأسطوانة الواحدة؟

هي القراءة التي تظهر على شاشة ماكينة التكسير عند اختبار أسطوانة واحدة وإنها معلومة أولية أو خام.

لنفترض أنك كسرت أسطوانة وأعطيت نتيجة ٣٥٠ كجم/سم^٢ و هذه الـ ٣٥٠ هي مقاومة أسطوانة واحدة.

لماذا لا تعتبر هذه نتيجة اختبار Test Result؟

ربما لم يتم تحميلها بشكل مثالي على الماكينة الاعتماد عليها وحدها قد يكون مضللاً.

إذن ما هي نتيجة الاختبار المعتمدة؟

نتيجة الاختبار هي المتوسط الحسابي لمجموعة من الأسطوانات الشقيقة Companion Cylinders التي تم اختبارها في نفس اليوم.

السيناريو القياسي:

تأخذ عينة مركبة واحدة من شاحنة الخرسانة.

تصب من هذه العينة ثلاثة أسطوانات.

بعد ٢٨ يوماً، تختبر الأسطوانات الثلاث وتحصل على ثلاثة مقاومات فردية مثلاً: (٣٥٠، ٣٦٥، ٣٤٠).

نتيجة الاختبار التي تسجلها في تقريرك الرسمي هي: $350 + 365 + 340 = 351.7 / 3 = 351.7$ كجم/سم².

هذه القيمة المتوسطة (٣٥١.٧) هي التي يتم مقارنتها بمتطلبات الكود والمواصفات وليس أي من القراءات الفردية.

الزتونة:

مقاومة الأسطوانة الواحدة هي مجرد رقم أولي ونتيجة الاختبار الرسمية التي يعترف بها الكود هي متوسط مقاومات أسطوانتين على الأقل من نفس العينة.

ولأن الكود لا يثق في قراءة واحدة فقط قد تكون هذه الأسطوانة بالذات بها عيب غير مرئي زيفراغ هواء صغير) أو

strength test or strength test result—the average compressive strength of two or more single-cylinder strengths of companion cylinders tested at the same age.

الترجمة

نتيجة اختبار المقاومة أو Strength test or strength test result: هو متوسط مقاومة الضغط لأسطوانتين أو أكثر من الأسطوانات المترافقه أو الشقيقة التي تم اختبارها عند نفس العمر.

الشرح التفصيلي :

هذا التعريف هو الإجابة المباشرة على السؤال الذي طرحته التعريف السابق: إذا كانت مقاومة الأسطوانة الواحدة ليست هي النتيجة فما هي النتيجة إذن؟.

متوسط مقاومة الضغط ...the average compressive strength (الضغط...)

الشرح: الكلمة المفتاحية هنا هي **متوسط average** و النتيجة المعتمدة ليست قراءة واحدة بل هي عملية حسابية يعني مجموع القراءات على عددها.

...of two or more single-cylinder strengths... (لأسطوانتين أو أكثر...)

الشرح: الكود يضع حدًّا أدنى يعني لا يمكنك حساب متوسط من قراءة واحدة و يجب أن يكون لديك على الأقل قراءتان من أسطوانتين مختلفتين.

فأغلب المواصفات تطلب أن تكون نتيجة الاختبار هي متوسط ثلات أسطوانات لزيادة الموثوقية ولكن الحد الأدنى المقبول في الكود هو اثنتان.

...of companion cylinders... (من الأسطوانات المترافقه...)

الشرح: هذا شرط أساسي لا يمكنك أن تأخذ أسطوانة من شاحنة وأسطوانة أخرى من شاحنة ثانية وتحسب متوسطهما يجب أن تكون الأسطوانات التي تحسب متوسطها شقيقة أي مأخوذة من نفس العينة المركبة من نفس البراويطة .

....تم اختبارها عند نفس العمر). tested at the same age...

الشرح: شرط بديهي ولكنه ضروري بيقول لا يمكنك أن تأخذ متوسط مقاومة أسطوانة تم اختبارها بعد 7 أيام مع أخرى تم اختبارها بعد ٢٨ يوماً يجب أن تكون جميع الأسطوانات المستخدمة في حساب المتوسط قد تم اختبارها عند نفس العمر المحدد عادة 7 أو ٢٨ يوماً.

السيناريو الكامل في نقاط:

١. تأخذ عينة مركبة من شاحنة الخرسانة.

٢. تصب منها ٣ أسطوانات (أ، ب، ج) - هؤلاء هم الأسطوانات المترافقه.

٣. بعد ٢٨ يوماً تختبرهم.

أسطوانة (أ) أعطت ٣٠ ميجا باسكال.

أسطوانة (ب) أعطت ٣٢ ميجا باسكال.

أسطوانة (ج) أعطت ٣٣ ميجا باسكال.

٤. نتيجة اختبار المقاومة لهذا اليوم هي: $(30 + 32 + 33) / 3 = 31$ ميجا باسكال.

الزنونة النهائية:

نتيجة الاختبار التي ستدونها في سجلك والتي سيعالجها الكود والاستشاري هي متوسط تكسير أسطوانتين أو ثلاثة من نفس العينة وعند نفس العمر.

test record—a collection of strength test results from a single concrete mixture.

الترجمة

Test record سجل الاختبار— هو مجموعة من نتائج اختبارات المقاومة من خلطة خرسانية واحدة.

الشرح التفصيلي :

هذا التعريف يوضح لنا الصورة الأكبر و لقد انتقلنا من المقاومة الفردية أسطوانة واحدة إلى نتيجة الاختبار متوسط عدة أسطوانات والآن نصل إلى سجل الاختبار. “مجموعة من نتائج اختبارات المقاومة...” (a collection of strength test results”

الشرح: سجل الاختبار ليس نتيجة واحدة بل هو مجموعة من النتائج و إنه الأرشيف أو الملف الذي تجمع فيه كل نتائج الاختبار التي حصلت عليها بمرور الوقت.

تذكر أن نتيجة الاختبار الواحدة هي متوسط تكسير أسطوانتين أو ثلاثة. إذن سجل الاختبار هو قائمة طويلة من هذه المتوسطات.

مثال:

يوم الأحد: نتيجة الاختبار كانت ٣١ ميجا باسكال.

يوم الاثنين: نتيجة الاختبار كانت ٣٤ ميجا باسكال.

يوم الثلاثاء: نتيجة الاختبار كانت ٣٢ ميجا باسكال.

وهكذا.

القائمة التي تحتوي على (٣١، ٣٤، ٣٢، ...) هي ما نسميه سجل الاختبار.

... من خلطة خرسانية واحدة. (from a single concrete mixture...)

الشرح: هذا شرط مهم جداً بيقول لا يمكنك وضع نتائج خرسانية عادية ($f'c = 25 \text{ MPa}$) مع نتائج خرسانة مسلحة عالية المقاومة ($f'c = 40 \text{ MPa}$) في نفس السجل وتحليلهم معاً.

يجب أن يكون لكل نوع أو رتبة خرسانة في المشروع سجل اختبار خاص بها.

الخلاصة: سجل لخرسانة الأساسات وسجل آخر لخرسانة الأعمدة، وسجل ثالث لخرسانة الأسقف، وهكذا طالما أن كل منها تصميم خلطة مختلف.

الزتونة:

سجل الاختبار هو كشكول أو شيت الإكسل الذي تسجل فيه كل نتائج الاختبار المتوسطات لنوع معين من الخرسانة في المشروع و هذا السجل هو المادة الخام التي سنقوم بتحليلها إحصائياً في الفصول القادمة لنحكم على أداء الخرسانة بشكل عام.

within-batch range—the difference between the maximum and minimum strengths of individual concrete specimens that comprise one strength test result. Sometimes called the within-test range. When referring to a test of two cylinders, the within-batch range is sometimes called the pair-difference.

الترجمة

Within-batch range المدى داخل الخلطة— هو الفرق بين أقصى وأدنى مقاومة لعينات الخرسانة الفردية التي تشكل نتائج اختبار مقاومة واحدة. يطلق عليه أحياناً المدى داخل الاختبار (within-test range). عند الإشارة إلى اختبار من أسطوانتين، يطلق على المدى داخل الخلطة أحياناً فرق الزوج (pair-difference).

الشرح التفصيلي :

هذا التعريف يعطينا أداة بسيطة جداً لقياس جودة شغل المعمل.

the difference between the maximum and minimum strengths of individual concrete specimens that comprise one strength test result. (الفرق بين أقصى وأدنى مقاومة... التي تشكل نتائج اختبار واحدة).

الشرح: فاكراً لما قلنا إن نتيجة الاختبار هي متوسط ٣ أسطوانات مثلًا؟ المدى داخل الخلطة هو ببساطة الفرق بين أعلى قراءة وأقل قراءة في هذه المجموعة الثلاثية.

مثال:

Companion Cylinders (أعطت القراءات الفردية التالية: ٣٠، ٣٢، ٣٩) ميجا باسكال.

أعلى مقاومة = ٣٢

أقل مقاومة = ٣٩

المدى داخل الخلطة $39 - 32 = 7$ ميجا باسكال.

”Sometimes called the within-test range“ (يطلق عليه أحياناً المدى داخل الاختبار).

الشرح: هذا مجرد اسم آخر لنفس المفهوم وهو اسم منطقي جداً لأن هذا المدى يقياس التشتت الذي يحدث داخل الاختبار الواحد أي بين الأسطوانات التي من المفترض أن تكون متطابقة.

When referring to a test of two cylinders, the within-batch range is sometimes called the pair-difference. (عند اختبار أسطوانتين، يطلق عليه أحياناً فرق الزوج).

الشرح: إذا كانت نتيجة الاختبار الخاصة بك مبنية على متوسط أسطوانتين فقط وهو الحد الأدنى المسموح به فإن المدى في هذه الحالة هو ببساطة الفرق بين قراءتيهما لذلك يطلق عليه اسم خاص وهو فرق الزوج .pair-difference

طيب ما هي أهمية هذا المدى؟

إنه مؤشر مباشر على جودة الاختبار في المعمل.

إذا كان هذا المدى صغيراً باستثناء، فهذا يعني أن الفنيين في المعمل يقومون بعمل متقن ومتخصص في تحضير ومعالجة اختبار الأسطوانات.

إذا كان هذا المدى كبيراً ومتذبذباً، فهذا مؤشر خطير على أن هناك شيئاً خطأً في إجراءات المعمل، ويجب التحقيق في الأمر. الكود يضع حدوداً قصوى مسموح بها لهذا المدى.

CHAPTER 3—VARIATIONS IN STRENGTH

الفصل الثالث: الاختلافات او التباين في المقاومة

3.1—General

١٣—عام

The variations in the strength of concrete test specimens can be traced to two fundamentally different sources:

1. Variability in strength-producing properties of the concrete mixture and production process, some causes of which are listed under the batch-to-batch variations in Table 3.1; and
2. Variability in the measurement of strength coming from the testing procedures detailed in the within-batch variations column of Table 3.1.

الترجمة للفصل الثالث ٣.١

يمكن إرجاع الاختلافات في مقاومة عينات اختبار الخرسانة إلى مصادر مختلفين اختلافاً جوهرياً:

١. التباين في الخصائص المنتجة للمقاومة في الخلطة الخرسانية وعملية الإنتاج، والتي تم إدراج بعض أسبابها تحت بند "التباین من خلطة لأخرى (batch-to-batch variations)" في جدول ٣.١.

٢. التباين في قياس المقاومة الناتج عن إجراءات الاختبار، والمفصلة في عمود "التباین داخل الخلطة (within-batch variations)" في جدول ٣.١.

قد يكون التباين في الخصائص المقاومة عشوائياً (random) أو محدداً (assignable) اعتماداً على السبب. التباين العشوائي هو أمر طبيعي لأي عملية؛ فالعملية المستقرة (stable process) ستظهر تبايناً عشوائياً فقط. أما الأسباب المحددة (Assignable causes) فتمثل تغيرات منهجية (systematic) ترتبط عادةً بتحول في خاصية إحصائية أساسية، مثل المتوسط الحسابي، أو الانحراف المعياري، أو معامل الاختلاف، أو أي مقياس إحصائي آخر.

الانحراف المعياري (standard deviation) هو المؤشر الأكثر استخداماً لوصف تشتت البيانات حول المتوسط. ومع ذلك، غالباً ما يكون من المفيد أكثر استخدام معامل الاختلاف (coefficient of variation) عند مقارنة التباين في البيانات بين مجموعتين من النتائج لهما متوسطات مقاومة مختلفة بشكل ملحوظ.

هذه الفقرة الافتتاحية تضع الإطار العام للفصل كله، ونفصّلها جزءاً جزءاً:

يمكن إرجاع الاختلافات... إلى مصادر مختلفين اختلافاً جوهرياً:

الشرح: هنا يعيد الكود التأكيد على الفكرة الأساسية التي ذكرها في المقدمة. أي اختلاف في نتائج تكسير الأسطوانات له سببان لا ثالث لهما:

١. مشكلة في الخرسانة نفسها الإنتاج: الخرسانة اللي جاية من المصنع مش ثابتة المستوى.

٢. مشكلة في طريقة الاختبار القياس: الخرسانة كويستة بس إحنا اللي بنختبرها غلط أو بطريقة غير دقيقة.

ويخبرنا أن جدول ٣.١ الذي سيأتي لاحقاً سيفصل هذه الأسباب بالتفصيل.

قد يكون التباين... عشوائياً (random) أو محدداً (assignable)

الشرح: هذه نقطة إحصائية في غاية الأهمية. الكود يقسم أسباب الاختلافات إلى نوعين:

• أسباب عشوائية (Random Variation): هذه هي الاختلافات الطفيفة والطبيعية التي لا يمكن تجنبها في أي عملية و مثل اختلافات بسيطة جداً في رطوبة الرمل أو في درجة حرارة الجو. هذه الاختلافات الصغيرة تشبه الضوضاء في الخلفية وهي جزء من أي عملية مستقرة لا يمكنك منعها ولكن يمكنك قياسها.

• أسباب محددة (Assignable Causes): هذه ليست ضوضاء بل هي مشكلة واضحة حدثت إنها تغير كبير ومنهجي يمكن تتبعه ومعرفة سببه وأمثلة: عامل جديد لا يعرف كيف يدمر الأسطوانات و تغيير مصدر الأسمدة و عطل في ميزان المياه في محطة الخلط هذه الأسباب يجب تحديدها وإصلاحها فوراً لأنها تخرج العملية عن السيطرة.

الانحراف المعياري (s) هو المؤشر الأكثر استخداماً... ولكن... من المفيد أكثر استخدام معامل الاختلاف (V)... الشرح: هنا يقارن بين أشهر مقياسيين للتشتت (s و V) اللذين عرفناهما في الفصل الثاني.

الانحراف المعياري (s): هو المقياس الأساسي. إذا كانت لديك خرسانة واحدة ($f'c = 30$ MPa) و تريد معرفة مدى تشتت نتائجها، فإن (s) هو أفضل صديق لك.

معامل الاختلاف (V): متى يصبح (V) أكثر فائدة؟ عندما تريد مقارنة مستوى الجودة بين شيئين مختلفين.

مشروع (أ): خرسانة مقاومة متوسطة متوسط المقاومة كان 30 MPa والانحراف المعياري $s = 3 \text{ MPa}$.

مشروع (ب): خرسانة عالية المقاومة متوسط المقاومة $s = 4 \text{ MPa}$ والانحراف المعياري 60 MPa .

و بالنظر إلى الانحراف المعياري s فقط تعتقد أن المشروع (ب) أسوأ لأن تشتتة (٤) أعلى من (٣).

هنا يأتي دور معامل الاختلاف (٧):
تعالى نحسب معامل الاختلاف طيب

$$7 \text{ للمشروع (أ)} = (30 / 3) \times 100 = 100\%$$

$$7 \text{ للمشروع (ب)} = (60 / 4) \times 100 = 150\%$$

النتيجة: معامل الاختلاف (٧) يوضح لنا الحقيقة و على الرغم من أن الانحراف المعياري للمشروع (ب) أعلى إلا أن التحكم في الجودة فيه أفضل بكثير لأن التشتت نسبته ١٥٪ مقارنة بالمشروع (أ) كان التشتت نسبته ١٠٪.

الزونة: استخدم (٤) لتقدير خلطة واحدة واستخدم (٧) لمقارنة جودة التحكم بين خلطتين مختلفتين أو مشروعين مختلفين.

3.2—Influence of batch-to-batch variations on concrete strength

٣.٢—تأثير الاختلافات من خلطة لأخرى على مقاومة الخرسانة

For a given set of raw materials, concrete strength is largely governed by the water-cementitious material ratio (w/cm). Controlling the w/cm is of primary importance for producing concrete of consistent strength. Because the quantity of cementitious material can be measured with accuracy, maintaining a constant w/cm principally involves strict control of the total quantity of water used (Neville 1996).

الترجمة الفنية

بالنسبة لمجموعة معينة من المواد الخام فإن مقاومة الخرسانة تحكمها إلى حد كبير نسبة الماء إلى المواد الإسمنتية (w/cm). يعد التحكم في نسبة (w/cm) ذو أهمية قصوى لإنتاج خرسانة ذات مقاومة متسقة. ونظرًا لأنه يمكن قياس كمية المواد الإسمنتية بدقة، فإن الحفاظ على نسبة (w/cm) ثابتة يتضمن بشكل أساسي التحكم الصارم في الكمية الإجمالية للمياه المستخدمة (Neville 1996).

For a given set of raw materials, concrete strength is largely governed by the water-cementitious material ratio (w/cm). (لو المواد الخام ثابتة المقاومة بيتحكم فيما بشكل كبير نسبة الماء للأسممنت).

الشرح: الكود هنا بيعرق وبيقولك: اسمع يا هندسة ده قانون الخرسانة الأول والأخير و لو أنت بستخدم نفس الزلط والرمل والأسممنت والمصدر ثابت ومتاكد منه انه كل حاجة من دي كويستة بيقى اللي هي على المقاومة وينزلها هو حاجة واحدة بس الماء اللي بينهم علاقة عداوة كل ما الماء تزيد المقاومة تقل.

طيب ليه؟ تخيل إنك بتعمل كيكة لو زودت البن زيادة عن اللزوم هتلطع صايصة ومش هتمسك نفسها و نفس الكلام في الخرسانة لأن الماء اللي مش بتتفاعل مع الأسممنت بتتفسخ بعدين وتسبب مكانها فراغات وشعيرات دموية جوه الخرسانة والفراغات دي هي اللي بتخليلها ضعيفة وهشة وبالتالي المقاومة هتقفل.

Controlling the w/cm is of primary importance for producing concrete of consistent strength. (التحكم في نسبة الماء للأسممنت هو أهم حاجة عشان تطلع خرسانة مقاومتها ثابتة ومتوقعة).

الشرح: هنا بيقول لو عايز نتائج التكسير بتاعتك تطلع أرقام قريبة من بعض؟ وعايز الانحراف المعياري بتاعك بيقى في الأرض وتنام وأنت مطمئن؟ بيقى لازم تبقى حارس شخصي على نسبة الماء للأسممنت و لو كل عربية خرسانة جاية بنفس النسبة دي بيقى أنت كده بتنتج خرسانة متسقة يعني سلوكها متوقع ومفيهوش مفاجآت وحشة.

Because the quantity of cementitious material can be measured with accuracy, maintaining a constant w/cm principally involves strict control of the total quantity of water used (Neville 1996). (عشان وزن الأسممنت سهل نقىسه بدقة، بيقى تثبيت النسبة دي معناه إننا لازم نراقب كل الماء اللي في الخلطة بحزم شديد).

الشرح بالبلدي: الكود هنا بيحط إيه على مكمن الخطير وبيقولك إن محطة الخلط بتعرف توزن الأسممنت بالجرام عشان لنه بودرة وبتتوزن إلكتروني المصيبة كلها في الماء! ليه؟ لأن الماء اللي لثيمة" ولها كذا مصدر:

١- الماء الصريحة: اللي المحطة بتحطها بالعداد.

٢- الماء الخفية: اللي هي الرطوبة اللي شاربها الرمل والزلط. ودي لو متغيرتش كل شوية، ممكن تبوظلك الخلطة كلها.

٣- الماء المعنونة: اللي السوق بيزودها من "جركن الطوارئ" بتاعه عشان يسهل الصب.

اما حكاية (Neville 1996) دي إيه؟ الكود هنا بيستند ضهره على واحد من عمالقة الخرسانة في التاريخ البروفيسور نيفيل و

كأنه بيقولك الكلام ده مش من عندي ده كلام العلم اللي متوثق في كتاب نيفيل طبعة ٩٦، فمفيش فيه نقاش!“.

الزتونة الفقرة دي بتقول لو عايز تسيطر على مقاومة الخرسانة؟ خليك ديكاتور في كل ما يخص الماءه راقب نسبة الماءه للأسمنت كأنها سر الدولة العربي ومتقشش في حد لازم تحسب حساب كل نقطة مایه سواء اللي جاية من الحنفية أو اللي مستحبة في الرمل والزلط.

Strength variations often result from variation of air content. The entrained air content influences both the water requirement and strength. There is an inverse relationship between strength and air content (Kosmatka et al. 2002). The air content of a specific concrete mixture can vary depending on variations in constituent materials, extent of mixing, and ambient site conditions. For good concrete control, the entrained air content is usually monitored closely at the construction site.

الترجمة

غالباً ما تنتج اختلافات المقاومة عن التباين في محتوى الهواء. يؤثر محتوى الهواء المحبوس (entrained air) على كل من متطلبات الماء والمقاومة. توجد علاقة عكssية بين المقاومة ومحتوى الهواء (Kosmatka et al. 2002). يمكن أن يختلف محتوى الهواء لخلطة خرسانية معينة اعتماداً على الاختلافات في المواد المكونة، ومدى الخلط، والظروف المحيطة بالموقع. من أجل التحكم الجيد في الخرسانة، عادةً ما يتم مراقبة محتوى الهواء المحبوس عن كثب في موقع البناء.

الشرح التفصيلي للفقرة دي :
يلا بینا نفصص حکایة الهوا ده ونشوف إيه قصته بالظبط:
Strength variations often result from variation of air content. (اختلافات المقاومة غالباً بتجي من الاختلاف في محتوى الهوا).

الشرح: الكود بيقولك: خلصت حوار الماءه؟ حلو لو لقيت النتائج لسه بتلعب معاك وبتطلع وتنزل يبقى المتعهم الثاني في القضية هو الهوا و الهوا ده عامل زي الفراغات اللي بتسيبها الماءه الزيادة بس ده هو فعلي محبوس جوه الخرسانة وكل فراغ هو نقطة ضعف.

The entrained air content influences both the water requirement and strength. (الهوا المحبوس بيأثر على

كمية الماء المطلوبة وعلى المقاومة.)

الشرح: الهوا المحبوس ده Entrained Air اللي بنحطه بإضافات مخصوصة عشان الخرسانة تقاوم الصقيع في البلاد الباردة عامل زي الموظف اللي ليه فايدة وليه ضرر في نفس الوقت.

ا. فايدته الحاجة الحلوة: فقاعات الهوا الصغيرة دي بتشتغل زي رمان بلي صغير جداً بين حبيبات الركام بتخلி الخرسانة تتزفلط وتبقى سهلة في التس晁يل و ده بيخلينا نحتاج مايه أقل عشان نوصل لنفس سيولة الخرسانة Slump وتقليل الماءه ده حاجة كويستة للمقاومة.

٢. ضرره الحاجة الوحشة: في نفس الوقت كل فقاعة هوا هي في الآخر فراغ والفراغ ده يعني مفيش مادة صلبة يعني ضعف فكل ما الهوا زاد المقاومة قلت.
يعني هو سلاح ذو حدين: بيساعد على تقليل الماءه بس هو نفسه بيقلل المقاومة.

There is an inverse relationship between strength and air“ content (Kosmatka et al. 2002) (فيه علاقة عكssية بين المقاومة والهوا).

الشرح: دي قاعدة تانية من قواعد الخرسانة الذهبية كقاعدة عامة كل % زيادة في محتوى الهواء بتغير قصادها حوالي ٥% من المقاومة النهائية و علاقة مباشرة وخطيرة جداً يعني لو نسبة الهوا نطت من ٢% إلى ٤% يعني مجرد ٢% زيادة ممكن تخسر ١% من مقاومة الخرسانة بتاعتك وأنت مش واحد بالك Kosmatka et al. والكود بيوقظ المعلومة دي بالمرجع العلمي 2002 عشان يقولك إن الكلام ده مش فتاوى ده كلام علم وتجارب.

The air content... can vary depending on variations in constituent materials, extent of mixing, and ambient site conditions. (محتوى الهوا ممكن يتغير حسب المواد والخلط وظروف الموقع).

الشرح: هنا بيقولك ان المصيبة نسبة الهوا دي مش ثابتة دي عاملة زي السنت الهامن الحساسة اللي أي حاجة بتتأثر فيها:

المواد: لو الرمل ناعم زي زرنيق زي لزوم بيحبس هوا أكثر.
الخلط: لو الخلطة فضلت تلف وتلف زي زرنيق زي لزوم ممكن تطرد جزء من الهوا.

ظروف الموقع: الجو الحر بيخليل الهوا يهرب من الخلطة والهزاز الميكانيكي لو استخدنته بعنف أو زيادة عن اللزوم بيطرد الهوا كله و النقل لمسافة طويلة بيغير نسبة الهوا.

For good concrete control, the entrained air content is usually

الهوا ده وده بيغير من خصائص الخلطة.
الهوا ده وده بيغير من خصائص الخلطة.
الهوا ده وده بيغير من خصائص الخلطة.

الشرح: بما إن الهوا ده هانم وحساسة وخطيرة مينفعش
نعتمد على تقارير محطة الخلط وبس الكود بيقولك لازم تبقى
صايغ في الموضع و لازم يكون معك جهاز قياس محتوى
الهوا وتقيس نسبة الهوا بنفسك من العربيات اللي داخلة
الموضع عشان تتأكد إنها في الحدود المسموح بيها في
المواصفات قبل ما تسمح بصبها.

الزتونة النهائية للفقرة : الهوا في الخرسانة هو المتهם
الثاني بعد المائي في قضايا ضعف المقاومة وهو سلاح ذو
حدين بيحسن التشغيلية بس بيدهر المقاومة لو زاد عن حده
وألهه بيتغير مع أقل حاجة زي ما قولنا بيقي لازم تفضل عينك
عليه وتقيسه في الموضع باستمرار عشان متنفاجئش بنتائج
تكسير في الضياع.

The temperature of fresh concrete affects the amount of water
needed to achieve the proper consistency and entrained air content.
In addition, the concrete temperature during the first 24 hours of
curing can significantly affect later-age strengths of the concrete.
Concrete cylinders that are not standard cured in accordance with
ASTM C31/C31M—respecting the times at which particular events
should occur, the acceptable temperature range, and the need to
prevent damage and moisture loss—will not necessarily reflect the
potential strength of the concrete.

الترجمة

تؤثر درجة حرارة الخرسانة الطازجة على كمية الماء اللازمة
لتحقيق القوام المناسب ومحتوى الهواء المحبوب.
بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تؤثر درجة حرارة الخرسانة خلال ٢٤
ساعة الأولى من المعالجة بشكل كبير على مقاومتها في
الأعمال اللاحقة. الأسطوانات الخرسانية التي لا يتم
معالجتها قياسياً وفقاً للمواصفة **ASTM C31/C31M** – مع
احترام التوقيتات التي يجب أن تحدث فيها إجراءات معينة،
ونطاق درجة الحرارة المقبول، وضرورة منع التلف وفقدان
الرطوبة – لن تعكس بالضرورة المقاومة الكامنة (المحتملة)
للخرسانة.

الشرح للفقرة دي
الفقرة دي بتتكلم عن الحرارة وازاي هي عامل خطير ومؤثر في
شفل الخرسانة.
يلا نفصصها :

الجزء الأول: تأثير الحرارة على الخرسانة وهي طازجة
يعني إيه الكلام ده؟ لها الخرسانة بتيجي الموضع وهي سخنة
ده بيعمل مشكلتين فوريتين:
-بتتعطش بسرعة: الخرسانة السخنة بتفقد قوامها
وسيولتها بسرعة وبالتالي بتفقد جزء كبير من المائية وده
بيخلي الصناعية يضفطوا عشان يزودوا مایه و لوه ده حصل
بيقي نسبة المائية للأسممنت باطنت والمقاومة قلت.

-بتطرد الهوا: لو الخلطة فيها نسبة هواء محبوس عشان
المقاومة الصناعية مثلًا الحرارة العالية بتتساعد على هروب

الجزاء الثاني ودة الأهم: تأثير الحرارة على تفاعل الإماهة
والمقاومة
يعني إيه الكلام ده؟ الخرسانة بتكتسب قوتها من تفاعل
كيميائي اسمه تفاعل الإماهة وهو ببساطة تفاعل الأسممنت مع
الماء و الحرارة بتلعب دور الحام في الماتش ده:
• الحرارة العالية الاستعجال الوحش: لها الخرسانة بتتعالج في
جو حر جداً في أول يوم تفاعل الإماهة ده بيحصل بسرعة
الصاروخ و النتيجة إن المقاومة المبكرة بعد ٣ أو ٧ أيام بتبقى
عالية وتفرج لكن دي فرحة مزيفة
لأن التفاعل السريع ده بيخرج جل أسمنتي ودي المادة اللي
بتلزق كل حاجة في بعض بيكون ضعيف وفكك و تيجي تكسر
على ٢٨ يوم تلاقي المقاومة ضعيفة وموصلتش للرقم
المطلوب.

• التشبيه البلدي: دي زي اللي بيسيوي لحمة على نار عالية
بتتحرق من بره وتفضل نية من جوه و الخرسانة اللي بتستوي
على نار هادية حرارة معتدلة بتطلع أقوى على المدى الطويل.

الجزء الثالث: أهمية عينات الاختبار
يعني إيه الكلام ده؟ عشان المشكلة اللي فاتت دي الكود
بيلزمك تعامل المكعبات أو الأسطوانات بتاعتكم معاملة خاصة
جداً حسب مواصفة C31 ومواصفة دى بتقولك لازم تهتم
بالعينات دي في أول ٢٤ ساعة يعني :
• تحطها في مكان درجة حرارته مطبوبة لا فرن ولا تلاجة.
• تغطيها كوييس عشان متقدش مaitها وتفضل رطبة.
• تحميها من أي خبطات أو اهتزازات.

لأنك لو بهدلت العينة وسبتها في شمس الموضع بيقي أنت كده
مش بتختبر جودة الخلطة أنت بتختبر تأثير الشمس على العينة
و النتيجة اللي هتلطع ه تكون غلط و بتخليلك تاخذ قرار غلط
ممكن يكلفك كثير.
و المعالجة الصح بتضمن إن نتيجة التكسير تعبر عن القوة
الحقيقية للخلطة.

الخلاصة البسيطة:

الحرارة عدو خفي للخرسانة بتخليلها تطلب مایه أكثر والأخطر
إنها بتتوظف تفاعل الإماهة و بتضعف المقاومة النهائية حتى لو
المقاومة المبكرة شكلها حلو و عشان كده لازم تسيطر على
حرارة الخرسانة والأهم تهتم بعيناتك و تعالجها صح عشان
تديك نتائج حقيقة تقدر تعتمد عليها.

Misuse of admixtures can cause concrete strength reductions. The known performance of admixtures at normal temperatures may be different at extremely low or high temperatures. The performance of an

admixture when used by itself may be different if it is used in combination with another admixture.

الترجمة

يمكن أن يتسبب سوء استخدام الإضافات الكيميائية في انخفاض مقاومة الخرسانة. قد يختلف الأداء المعروف للإضافات في درجات الحرارة العادية عنه في درجات الحرارة شديدة الانخفاض أو الارتفاع. قد يختلف أداء الإضافة عند استخدامها بمفردها إذا تم استخدامها مع إضافة أخرى.

الشرح للفقرة دي :

الفقرة دي بتتكلم عن الإضافات الكيميائية Admixtures أو زي ما بنسميتها بهارات الخرسانة وبتبهنا إنها سلاح ذو حدين.

الجزء الأول: الجرعة الغلطة تبوز الخلطة

يعني إيه الكلام ده؟ أول جملة بتقول سوء استخدام الإضافات ممكن يقلل المقاومة و ده معناه إن الإضافة دي مش حاجة بتتحط بالبركة و كل نوع إضافة له جرعة محددة بالعللي لكل ١٠٠ كيلو أسممنت و لو زودت الجرعة دي أو قللتها بمزاجك ممكن تبوز الخلطة كلها مثلًا لو زودت إضافة التأخير Retarder زيادة عن اللزوم ممكن الخرسانة متتشكش لأن يوم ولو زودت إضافة السيولة Superplasticizer ممكن يحصل انفصال حبيبي و المقاومة تنها.

الجزء الثاني: الحرارة بتغير كل حاجة

يعني إيه الكلام ده؟ الكود بيقولك إن الإضافة اللي بتشتغل معاك زي الفل في درجة حرارة معتدلة ممكن أداؤها يتغير ٨٠ درجة في الظروف الصعبة.

يعني في عز الحر: ممكن فعالية الإضافة تقل جداً أو تروح خالص.

في عز البرد: ممكن الإضافة تشتغل ببطء شديد أو تتسبب في آثار جانبية غير متوقعة.

الخلاصة: لازم تكون عارف إن أداء الإضافة اللي متعود عليه مش ثابت، هو بيتغير مع تغير درجة الحرارة، ولازم تعمل حسابك على كده.

الجزء الثالث: خطر كوكيل الإضافات

يعني إيه الكلام ده؟ دي أخطر نقطة و الكود بيقول إن أداء الإضافة لوحدها ممكن يختلف تماماً لو حطيت معها إضافة تانية و فيه إضافات مبتقطش بعض لو حطيتهم مع بعض في نفس الخلطة ممكن يتفاعلاً بطريقة غريبة و يبظوا الدنيا ده اسمه عدم التوافق Incompatibility.

مثال عملي: مينفعش تخلط أنواع معينة من إضافات تقليل المياه مع إضافات تانية من غير ما ترجع للدعم الفني بتاع الشركة المصنعة و لازم تتأكد إنهم متوافقين مع بعض.

الخلاصة البسيطة:
الإضافات الكيميائية مش لعبة و لازم تلتزم بالجرعة

الموصى بها بالحرف وتكون عارف إن الحرارة بتتأثر على شغلها والأهم إياك تعمل كوكيل إضافات من دماغك من غير ما تتأكد إنهم متوافقين مع بعض و أي غلطة في دول معنken تضييع مقاومة الخرسانة.

Construction practices can cause variations of in-place strength due to inadequate mixing, improper consolidation, placement delays, improper curing, and insufficient protection At early ages. These differences will not be reflected in specimens fabricated and stored under standard laboratory conditions (ASTM C31/C31M) but will be reflected in strength assessments using nondestructive testing methods or strength testing of cores.

الترجمة

يمكن أن تتسبب ممارسات البناء في حدوث اختلافات في المقاومة في الموقع بسبب الخلط غير الكافي، أو الدفع غير السليم، أو تأخير الصب، أو المعالجة غير الصحيحة، أو عدم كفاية الحماية في الأعمار المبكرة. لن تتعكس هذه الاختلافات في العينات التي يتم تصنيعها وتخزينها في ظروف معملية قياسية (ASTM C31/C31M)، ولكنها ستتعكس في تقييمات المقاومة باستخدام طرق الاختبار غير المختلفة أو اختبار مقاومة العينات الكور تست.

الشرح للفقرة دي :

الفقرة دي بتتحط إيدك على الفرق الجوهرى بين مقاومة الخلطة و مقاومة العنصر الإنسائى.

الجزء الأول: الفرق بين الورق والواقع

يعني إيه الكلام ده؟ الكود بيقولك خلي بالك فيه فرق كبير بين مقاومة الاسطوانات اللي أنت مدلعها في المعمل وبين مقاومة الخرسانة الفعلية اللي جوه العمود أو السقف او عنصر انسائى و الاسطوانات دي بتغير عن جودة الخلطة اللي جاية من المصنع وهي في أفضل حالاتها و لكن مقاومة الخرسانة في الموقع بتتأثر بشغل الصناعية والتنفيذ و المعالجة و دي قصة تانية خالص.

الجزء الثاني: إيه اللي ممكن يبوز الخرسانة في الموقع؟ يعني إيه الكلام ده؟ الكود هنا بيديك قائمة بأشهر جرائم البناء اللي بتندمر مقاومة الخرسانة في الموقع حتى لو الخلطة جاية من المحطة ممتازة:

- الخلط غير كافي: لو الخرسانة متقلبتش كوييس في العربية قبل الصب.

- دفع غير سليم: لو العزاز الميكانيكي مستخدمش صح و سبب فراغات و تعشيش جوه العمود.

- تأخير الصب: لو عربية الخرسانة فضلت واقفة في الشمس كتير قبل ما تتصب والخرسانة بدأت تشك.

٤- معالجة وحشة: لو مصبتتش ما ياه على الخرسانة بعد الصب وسبتها تتشف في الهوا والشمس.

هـ-عدم حماية: لو سبت الخرسانة تتعرض للشمس الحارقة أو المطر أو البرد الشديد في أول أيامها الحرجة.

الجزء الثالث: إزاي نكشف جرائم الموقع؟
يعني إيه الكلام ده؟ الكود بيقولك إن كل المصايب اللي فاتت دي مش هتبان أبداً في نتيجة تكسير المكعبات بتاعتكم لأنك المفروض مدلع ومهتم بالاسطوانات دي ومعالجها صح في المعامل.

طيب الحل إيه؟ لو شاكك إن فيه مشكلة في التنفيذ في الموقع وعايز تعرف المقاومة الحقيقية اللي في العنصر الإنساني عندك حلين:

١-الاختبارات غير المترفة (NDT): زي جهاز مطرقة شميدت Schmidt Hammer اللي بيدي مؤشر عن المقاومة وأجهزة الموجات فوق الصوتية و دي طرق سريعة بس نتيجتها استرشادية.

٢-الكور تست Core Test: ده هو الفيصل والحكم النهائي و بتأخذ عينة أسطوانية من قلب الخرسانة اللي اتصبت فعلًا وتكسرها في المعامل و النتيجة اللي بتطلع دي هي مقاومة الواقع الحقيقية.
الخلاصة البسيطة:

لازم تفرق بين نوعين من المشاكل: مشاكل جودة الخلطة اللي بتكتشفها الاسطوانات ومشاكل جودة التنفيذ اللي بتحصل في الموقع. مشاكل التنفيذ دي مش بتبيان في المكعبات، والحل عشان تكتشفها هو إنك تعمل اختبارات غير متلفة أو تأخذ "كور تست" من قلب العنصر الإنساني.

Table 3.1—Principal sources of strength variation

Batch-to-batch variations	Within-batch variations
<i>Variations in characteristics and proportions of ingredients:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Aggregates; • Cementitious materials, including pozzolans; and • Admixtures. 	<i>Improper sampling from the batch sample.</i>
<i>Changes in w/cm caused by:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Poor control of water; • Variation of aggregate stockpile moisture conditions; • Variable aggregate moisture measurements; and • Retempering. 	<i>Variations due to fabrication techniques:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Substandard conditions; • Incorrect tools; • Poor quality, damaged, or distorted molds; • Nonstandard molding and consolidation; and • Incorrect handling of fresh test samples.
<i>Variations in mixing, transporting, and sampling:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Mixing time and speed; • Distance between plant and placement; • Road conditions; and • Failure to obtain a representative sample from the batch. 	<i>Differences in curing:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Delays in beginning initial curing; • Temperature variation; • Variable moisture control; • Nonstandard initial curing; • Delays in bringing cylinders to the laboratory; • Rough handling of cylinders in transport; and • Improper final curing.
<i>Variations in placing, and consolidation:</i> [*] <ul style="list-style-type: none"> • Chute, pump, or buggy; • Internal or external vibration; and • Different operators. 	<i>Variations in sample testing:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Uncertified tester; • Specimen surface preparation; • Inadequate or uncalibrated testing equipment; • Nonstandard loading rate; and • Poor record keeping.
<i>Variations in concrete temperature and curing:</i> [*] <ul style="list-style-type: none"> • Season; • Ambient humidity; and • Wind speed. 	

* Applies to in-place strength of the structure.

ترجمة جدول ٣.١ - المصادر الرئيسية لاختلاف المقاومة

اختلافات داخل الخلطة الواحدة	أخذ عينات غير سليمة من عينة الخلطة.
اختلافات في خصائص ونسب المكونات:	أخذ عينات غير سليمة من عينة الخلطة.
<ul style="list-style-type: none"> • الركام (الزلط والرمل). • المواد الإسمنتية، بما في ذلك البوزلانا. • الإضافات الكيميائية. 	اختلافات بسبب تقنيات تصنيع العينات:
	<ul style="list-style-type: none"> • ظروف غير قياسية. • استخدام أدوات غير صحيحة. • قوالب (فرم) رديئة الجودة أو تالفة أو مشوهة. • صب دمك غير قياسي للعينات. • تداول غير صحيح للعينات الطازجة.
تغيرات في نسبة الماء للمواد الإسمنتية (w/cm) بسبب:	اختلافات في المعالجة:
<ul style="list-style-type: none"> • ضعف التحكم في كمية الماء. • تباين ظروف رطوبة الركام في تشويناته. • قياسات غير دقيقة لرطوبة الركام. • إعادة التثبيت (إضافة الماء في الموقع). 	<ul style="list-style-type: none"> • التأخير في بدء المعالجة الأولية. • تباين درجات الحرارة. • تحكم متغير في الرطوبة. • معالجة أولية غير قياسية.
اختلافات في الخلط والنقل	التأخير في إحضار الأسطوانات إلى المختبر.
<ul style="list-style-type: none"> •أخذ العينات: • زمن وسرعة الخلط. • المسافة بين المختبرة ومكان الصب. • حالة الطريق. 	<ul style="list-style-type: none"> • التعامل بخشونة مع الأسطوانات أثناء النقل. • معالجة نهائية غير سليمة.
الفشل في الحصول على عينة مماثلة للخلطة.	اختلافات في اختبار العينات:
	<ul style="list-style-type: none"> • فني اختبار غير معتمد. • تحضير سطح العينة للختبار (الكابنج). • ماكينة تكسير غير كافية أو غير معايرة. • معدل تحصيل غير قياسي. • سوء تسجيل البيانات.
اختلافات في الصب والدمك:	اختلافات في درجة حرارة الخرسانة والمعالجة:
<ul style="list-style-type: none"> • طريقة الصب (شلال، مضخة، عربة يدوية). • نوع المهاز (داخلي أو خارجي). • اختلاف العمال (المشرفين). 	<ul style="list-style-type: none"> • فصول السنة. • الرطوبة المحيطة. • سرعة الرياح.

تنطبق هذه العوامل على المقاومة في الموقع للعنصر الإنشائي.

شرح جدول ٣,١

الجدول ده بيقسم أسباب مشاكل المقاومة لنوعين رئيسين زي ما شرحنا قبل كده:

العمود اليمين: اختلافات من خلطة لأخرى-
batch

يعني إيه الكلام ده؟ دي المشاكل اللي بتخليل عربية خرسانة تختلف عن عربية خرسانة تانية حتى لو جايين من نفس المحطة و دي مشاكل ليها علاقة بجودة الإنتاج نفسه.

زي إيه؟

المواد الخام نفسها متغيرة: النهاردة الرمل جاي ببرطوبة معينة بكرة جاي ببرطوبة تانية والأسممنت بتاع الأسبوع ده غير بتاع الأسبوع اللي فات و نوع الإضافة التغير.

التحكم في الماء سيء: دي أكبر مصيبة و عدد الماء في المحطة مش مظبوط أو محدث بيقيس رطوبة الرمل والزلط عشان يخصمها من هاية الخلط أو الأسوأ من كل ده، السوق بيزيود مايه في الطريق أو في الموضع .Retempering

الخلط والنقل: لو عربية اتخلطت ٥ دقايق وعربية تانية اتخلطت ١٠ دقايق أكيد هيختلفوا و لو عربية مشيت نص ساعة وعربية مشيت ساعة ونص و برضه هيختلفوا.

شغل الموضع اللي بيأثر على الخرسانة جوه العنصر نفسه: طريقة الصب و طريقة الدمك والجو العام حر ولا برد ولا فيه رياح و دي بتأثر على مقاومة الخرسانة الفعلية في العمود أو السقف.

اما العمود الشمالي: اختلافات داخل الخلطة الواحدة .Within-batch يعني إيه الكلام ده؟ دي المشاكل اللي بتخليل اسطوانتين متاخدين من نفس العربية ومن نفس البراويطة يطلعوا نتائج مختلفة تماماً في التكسير و دي مشاكل ليها علاقة بجودة الاختبار نفسه، مش جودة الخرسانة.

زي إيه؟

أخذ العينة غلط: يعني بدل ما تأخذ عينة مركبة من كذا حنة قمت واحد من أول جبة نزلوا من العربية وخلاص.

عمل المكعبات نفسها غلط: استخدمت قالب بايظ أو مش نضيف مدمكتش الاسطوانة صح بالقضيب بتع الدمك أو دمكت واحد زيادة عن الثاني.

المعالجة الغلط: دي كارثة لوحدها و سبب الاسطوانة في الشمس ومكعب في الفل أو واحد اتآخرت في معالجته والتاني بدأ على طول أو اتخططا منك وأنت بتتقاهم للمعمل.

التكسير في المعمل غلط: اللي بيكسر مش فاهم أو بيعمل بسرعة زيادة عن اللزوم أو سطح المكعب مش مستوى الكابنج وحش أو أسوأ حاجة ماكينة التكسير نفسها مش متعايرة وبتقرا غلط.

الخلاصة البسيطة: الجدول ده بيقولك لو عايز تعرف سبب المشكلة لازم تحدد هي فين الأول.

لو كل نتائجك منخفضة بس قريبة من بعض يبقى المشكلة غالباً في العمود اليمين مشكلة إنتاج أو خلطة.

لو نتائجك متشتتة جداً واحد عالي وواحد واطي من نفس العينة يبقى المشكلة غالباً في العمود الشمالي اللي هو مشكلة اختبار أو معالجة أو معمل.

يعني لازم نعرف ان فهم الجدول ده هو مفتاح حل ٩٠% من مشاكل اختلافات نتائج الخرسانة.

3.2—Influence of within-batch variations on concrete strength

الفقرة ٣.٣ - تأثير الاختلافات داخل الخلطة على مقاومة الخرسانة

Testing to determine compliance with contract specifications should be conducted according to the methods specified in the contract documents, such as ASTM C31/C31M and C39/C39M. Acceptance tests assess the compressive strength of the concrete when prepared and cured under standard conditions, not the in-place strength. It is not the purpose of such tests to determine the in-place strength of the structure, but rather to assure that the concrete delivered and placed was the concrete specified. Deviations in field sampling, specimen preparation, curing, and testing procedures may cause lower strength test results. Field sampling, making, curing, handling, and testing of specimens should be performed by ACI Certified Technicians or equivalently trained and certified personnel. Provisions for maintaining specified curing conditions should be made. Specimens from concrete that are hardening and gaining strength should not be disturbed until sufficient strength is achieved to prevent cylinder damage (ASTM C31/C31M).

الترجمة

يجب إجراء الاختبار لتحديد مدى التوافق مع مواصفات العقد وفقاً للطرق المحددة في مستندات العقد، مثل ASTM C31/C31M و C39/C39M. تقييم اختبارات القبول مقاومة الضغط للخرسانة عند تحضيرها ومعالجتها في ظل ظروف قياسية، وليس مقاومة في الموقع. ليس الغرض من هذه الاختبارات تحديد المقاومة في الموقع للعنصر الإنساني، بل التأكد من أن الخرسانة التي تم توريدها وصبعها هي الخرسانة المحددة في المواصفات. قد تتسبب الانحرافات فيأخذ العينات في الموقع، وتحضير العينات، والمعالجة، وإجراءات الاختبار في الحصول على نتائج اختبار مقاومة أقل. يجب أن يتمأخذ العينات في الموقع، وتصنيعها، ومعالجتها، ومناولتها، واختبارها بواسطة فنيين معتمدين من ACI أو أفراد مدربين ومعتمدين بشكل مكافئ. يجب اتخاذ الترتيبات اللازمة لاحفاظ على ظروف المعالجة المحددة. لا ينبغي إزعاج العينات المأخوذة من الخرسانة التي تتصلب وتكتسب مقاومتها حتى تكتسب قوة كافية لمنع تلف الأسطوانة (ASTM C31/C31M).

الشرح التفصيلي للفقرة دي :

الفقرة دي بتشرح ليه ممكن أسطوانتين من نفس العربية يطلعوا نتائج مختلفة وبتحط إيدك على أهمية جودة الاختبار نفسه.

الجزء الأول: اختبارات القبول مش بتقييس قوة العمود يعني إيه الكلام ده؟ الكود بيرجع يأكيد على معلومة مهمة جداً: الأسطوانات اللي بنكسرها دي هدفها الأساسية هو القبول. يعني إيه قبول؟ يعني نتأكد إن الخرسانة اللي جاية من المحطة هي نفسها اللي طلبناها في المواصفات والاختبار ده بيقيس قوة الخرسانة وهي متعالجة في ظروف معملية مثالية ومش بيقيس القوة الفعلية للخرسانة اللي جوه العمود اللي مرمي في الشمس والهواء.

الجزء الثاني: أي غلطة في الاختبار بتبوظ النتيجة يعني إيه الكلام ده؟ الكود بيقولك إن أي انحراف أو فهلوة في خطوات أخذ العينة أو تحضيرها أو معالجتها أو تكسيرها هي خللي النتيجة تطلع أقل من الحقيقة يعني لو الخرسانة ممتازة بس أنت كفني موقع أو معلم أهملت في شفلك هتطلع النتيجة وحشة وهتظلم الخرسانة والمحطة وممكن تسبب في رفض خرسانة سليمة.

الجزء الثالث الأهم: الحل في الفني المعتمد

يعني إيه الكلام ده؟ عشان نمنع الفهلوة والأخطاء دي الكود بيحط الحل بشكل واضح وصريح: كل الخطوات دي أخذ العينة عمل الأسطوانات ومعالجتها ونقلها وتكسيرها لازم تتم عن طريق فني معتمد وده شخص مش مجرد عامل ده واحد دارس ومتدربي وممتحن وعارف كل خطوة في المواصفة بتتعمل إزاى بالظبط وجود الشخص ده بيضمن إن أي اختلافات في النتائج مش هيكون سببها أخطاء بشرية في الاختبار.

الخلاصة البسيطة:

الفقرة دي بتقول إن سبب كبير جداً في تشتت نتائج المقاومة هو "أخطاء الاختبار" نفسها، مش عيب في الخرسانة. والحل عشان تسيطر على الأخطاء دي هو إنك تعتمد على "فنين معتمدين" فاهمين شففهم كوييس، وتنتأكد إنهم بيعاملوا الأسطوانات باحترام ومبين عجوهاش في ساعاتها الأولى الحرجة.

شرح الحنة دي: تخيل إن ماكينة التكسير بتاعتك فيها عيب وبتقرا أقل بـ ٢٠ كيلو من الحقيقة في كل مرة و كل الأسطوانات اللي هتكسرها هتطلع نتائجها قليلة بس هتبقى قريبة جداً من بعض تباين منخفض و ساعتها هتبص على النتائج وتقول الله النتائج منتظمة وممتازة بيق المشكلة في خلطة الخرسانة نفسها!.

في الحقيقة المشكلة مش في الخرسانة المشكلة في الخطأ المنهجي أو Systematic Error اللي في الماكينة بتاعتك أنت عندك نتائج منتظمة لكنها غير دقيقة وده خطأ خادع جداً ممكن يخليلك ترفض خرسانة سليمة ١٠٠%.

الترجمة

من الضروري استخدام معدات اختبار دقيقة ومعايير بشكل صحيح وإجراءات تحضير عينات سليمة. إن نتائج الاختبار ذات التباين المنخفض لا تشير بالضرورة إلى دقة نتائج الاختبار. فالخطأ المنهجي الذي يتم تطبيقه بشكل روتيني يمكن أن يعطي نتائج متحيزه ولكنها منتظمة. يجب معايرة معدات وإجراءات المختبر وفحصها بشكل دوري. يجب أن يكون فنيو الاختبار مدربين كفبيين معتمدين من ACI أو ما يعادلهم ويتم تقييمهم بشكل روتيني.

الجزء الثالث: الحل في المعايرة الدورية والتقييم المستمر

يعني إيه الكلام ده؟ عشان تتجنب الخطأ المنهجي الخادع ده الكود بيقدم حلين:

١. المعايرة الدورية: لازم تعمل جدول زمني ثابت لمعايير كل أجهزة المعمل، وخصوصاً ماكينة التكسير. متنسناش لما تشك في النتائج.

٢. التقييم المستمر للفنيين: مش كفاية إن الفني يكون معتمد وخلال. لازم يكون فيه مراجعة وتقييم لشغله بشكل دوري عشان تتأكد إنه لسه بيطبق المواصفات صح وبقاش بيستسهل أو بيفهلو مع الوقت.

الخلاصة البسيطة:

متحدىعش في النتائج المنتظمة والقريبة من بعض، لأنها ممكن تكون كلها غلط بسبب خطأ منهجي في ماكينة التكسير و الحل عشان تضمن نتائج دقيقة مش بس منتظمة هو إنك تعمل معايرة دورية للأجهزة وتقييم مستمر للفنيين اللي بيشتغلوا عليها.

الشرح التفصيلي للفقرة دي

الفقرة دي بتكشف لنا سر خطير من أسرار المعامل و بتركز على أهمية المعايرة والتدريب.

الجزء الأول: أهمية المعايرة و تحضير العينة

يعني إيه الكلام ده؟ الكود بيقول إن فيه حاجتين أساسيتين عشان تضمن نتيجة تكسير صح:

١-معدات دقيقة ومتعايرة: يعني ماكينة التكسير اللي بتكسر عليها الأسطوانات لازم تكون معايرة يعني لازم يجي حد متخصص كل فترة يتتأكد إن القراءة اللي بتطلعها الماكينة دي صحيحة ومش بتهتمد أرقام.

٢-تحضير العينة صح: قبل ما تكسر الأسطوانة لازم سطحها اللي فوق اللي تحت يكون مستوي تماماً. العملية دي اسمها الكابنج ولو الكابنج ده وحش أو السطح مش مستوي الحمل مش هيتوزع صح على الأسطوانة و هتكسر عند مقاومة أقل من الحقيقة الجزء الثاني الأخطر: الخطأ المنهجي
يعني إيه الكلام ده؟ دي أهم جملة في الفقرة كلها: نتائج الاختبار ذات التباين المنخفض لا تشير بالضرورة إلى دقة نتائج الاختبار.

CHAPTER 4—ANALYSIS OF STRENGTH DATA

الفصل ٤ - تحليل بيانات المقاومة

4.1—General

٤.١ - مقدمة عامة

A sufficient number of tests is needed to accurately indicate the variation of the concrete strength and permit application of appropriate statistical procedures for interpreting the test results. Statistical procedures provide a sound basis for determining the potential quality and strength of the concrete and for expressing results in the most useful form.

الترجمة

هناك حاجة إلى عدد كافٍ من الاختبارات للإشارة بدقة إلى تباين مقاومة الخرسانة والسماح بتطبيق الإجراءات الإحصائية المناسبة لتفسير نتائج الاختبار. توفر الإجراءات الإحصائية أساساً سليماً لتحديد الجودة والمقاومة المحتملة للخرسانة وللتعبير عن النتائج في أكثر أشكالها فائدة.

الشرح التفصيلي للفقرة دي :
الفقرة دي هي بوابة الدخول لعالم الإحصاء في الخرسانة وبتقول لنا فكريتين أساسيتين.

الجزء الأول: اختبار واحد لا يكفي

يعني إيه الكلام ده؟ الكود بيقولك عشان تقدر تحكم على مستوى الخرسانة في مشروعك مينفعش تعتمد على نتيجة اختبار واحدة أو اتنين و نتيجة اختبار واحدة ممكن تكون صدفة حلوة أو صدفة وحشة و لازم يكون عندك عدد كافٍ من نتائج تكسير الأسطوانات مثلًا ٣٠ نتائج أو أكثر عشان تقدر تثوف الصورة الكاملة.

ليه؟ لأن العدد الكبير ده هو اللي هيوريك التشتت أو التباين الحقيقي في المقاومة و هل النتائج كلها قريبة من بعض و مستقرة؟ ولا النتائج بتلعب وواحدة فوق وواحدة تحت؟ من غير عدد كبير من النتائج أي تحليل هتعمله هيكون ملوش معنی.

الجزء الثاني: الإحصاء هي لغة الأرقام

يعني إيه الكلام ده؟ الكود بيقولك إن الإحصاء هي مجرد مادة رياضية معقدة و هي الأداة أو اللغة اللي هتخليك تفهم الأرقام اللي طلعت لك من المعمل دي بتقول إيه.

هتوفر أساساً سليم للحكم: بدل ما تحكم على الخرسانة بإحساسك أو بالنظر الإحصاء هتديك أرقام واضحة زي المتوسط والانحراف المعياري تقولك مستوى الخرسانة دي إيه بالضبط.

هتخليك تعبر عن النتائج صح: بدل ما تدي للاستشاري أو المالك كومة ورق فيها ١٠٠ نتيجة تكسير الإحصاء هتخليك تلخص كل ده في كام رقم ورسم بياني بسيط وواضح ومفهوم للكل.

الخلاصة البسيطة:

الفصل ده بيقولك: جمع بيانات كتير وبعدين استخدم علم الإحصاء عشان تفهم البيانات دي بتقول إيه و من غير عدد كافٍ من الاختبارات الإحصاء ملهاش لازمة ومن غير الإحصاء الأرقام الكتير اللي عندك ملهاش معنى الاثنين بيكملاوا بعض.

4.2—Statistical functions

٤.٢ - الدوال الإحصائية (بداية)

A strength test result is the average strength of all specimens of the same age, fabricated from a sample taken from a single batch of concrete. A strength test cannot be based on only one cylinder. ACI 318 states that a “strength test shall be the average strength of at least two 6 x 12 in. (150 x 300 mm) cylinders, or three 4 x 8 in. (100 x 200 mm) cylinders of the same concrete batch tested at the same age...”

الترجمة

نتيجة اختبار المقاومة هي متوسط مقاومة جميع العينات من نفس العمر، المصنعة من عينة مأخوذة من خلطة خرسانية واحدة. لا يمكن أن يستند اختبار المقاومة على أسطوانة واحدة فقط. ينص كود ACI 318 على أن “اختبار المقاومة يجب أن يكون متوسط مقاومة أسطوانتين على الأقل مقاس ٦ × ١٢ بوصة (١٥٠ × ٣٠٠ مم)، أو ثلاثة أسطوانات على الأقل مقاس ٤ × ٨ بوصة (١٠٠ × ٢٠٠ مم) من نفس خلطة الخرسانة تم اختبارها في نفس العمر...”

الشرح التفصيلي للفقرة دي :

الفقرة دي بتجاوب على سؤال مهم جداً: لما أقول نتيجة الاختبار طلعت ٣٠٠ كيلو أنا قصدي إيه بالضبط؟

الجزء الأول: نتيجة الاختبار هي متوسط يعني مش رقم فردي يعني إيه الكلام ده؟ الكود هنا بيحط قاعدة أساسية وواضحة: مينفعش تكسر أسطوانة واحدة وتقول هي دي نتيجة الاختبار و ده خطأ شائع وخطير و نتيجة الاختبار أو Strength Test Result هي دايماً متوسط مقاومة كسر مجموعة من الأسطوانات اللي متاخدة من نفس العينة واتكسرت في نفس اليوم.

لية؟ لأن زي ما شفنا في الجدول اللي فات فيه مليون سبب ممكن يخلي أسطوانة واحدة تطلع نتيجتها مش مطبوعة زي عيب في القالب او خبطة، او طريقة تكسير غلط ولما بتاخد متوسط أسطوانتين أو ثلاثة أنت بتقلل تأثير أي خطأ عشوائي ممكن يحصل في أسطوانة واحدة منهم و المتوسط بيديك رقم أكثر استقراراً وموثوقية.

الجزء الثاني: كام أسطوانة بالظبط؟ **ACI 318** بيجاوب

يعني إيه الكلام ده؟ الكود هنا مش بيسيبك تخمن و هو بيستشهد بکود الخرسانة الأشهر **ACI 318** عشان بيديك العدد الأدنى المطلوب:

لو بتستخدم الأسطوانات الكبيرة 12×14 بوصة أو 150×200 مم: يبقى نتيجة الاختبار هي متوسط تكسير أسطوانتين على الأقل يعني لو كسرت واحدة 310 وواحدة 290 يبقى نتيجة الاختبار هي $(290+310)/2 = 300$.

ولو بتستخدم الأسطوانات الصغيرة 8×4 بوصة أو 200×100 مم: يبقى نتيجة الاختبار هي متوسط تكسير ثلاثة أسطوانات على الأقل.

ملحوظة مهمة: ده الحد الأدنى و لو عايز تاخد 3 أسطوانات من المقاس الكبير ده أفضل وأكثر أماناً.

الخلاصة البسيطة: قبل ما تبدأ أي تحليل إحصائي لازم تتأكد إن البيانات اللي عندك صح. نتيجة الاختبار الواحدة اللي هتدخلها في حساباتك لازم تكون هي متوسط تكسير أسطوانتين أو ثلاثة على الأقل متاخدين من نفس العينة ولو سجلت نتيجة كسر أسطوانة واحدة على إنها نتيجة اختبار يبقى كل تحليلاتك اللي جاية مبنية على أساس غلط.

In this guide, strength test results are assumed to follow a normal distribution. **Figure 4.1** shows the “bell-shaped curve” characteristic of the normal distribution. The normal distribution is mathematically defined completely by two statistical parameters: the population mean μ and standard deviation σ . A mathematical characteristic of the normal distribution is that 68.27% of the data lies within 1 standard deviation from the mean, and that 95.45% of the data is within 2 standard deviations. On the chart are notes indicating the number of samples n ; the sample standard deviation s , which is an estimate of σ ; the coefficient of variation V ; and the sample mean X , which estimates μ . Also on the chart is a histogram of the measured test results sorted into strength ranges. Each dot represents a test, which indicates that this data set is normally distributed. Plotting histograms is one of the easiest ways to check the data for normality.

الترجمة

في هذا الدليل، يفترض أن نتائج اختبارات المقاومة تتبع توزيعاً طبيعياً. يوضح **شكل 4.1** منحنى الجرس المميز للتوزيع الطبيعي. يتم تعريف التوزيع الطبيعي رياضياً بشكل كامل بواسطة مُعاملين إحصائيين: المتوسط الحسابي للمجتمع (μ) والانحراف المعياري للمجتمع (σ) من الخصائص الرياضية للتوزيع الطبيعي أن 68,27% من البيانات تقع في نطاق الانحراف المعياري من المتوسط، وأن 95,45% من البيانات تقع في نطاق 2 انحراف معياري. توجد على الرسم البياني ملاحظات تشير إلى عدد العينات (n)، والانحراف المعياري للعينة (s) الذي هو تقدير ل(σ)، ومعامل الاختلاف (V)، ومتوسط العينة (X) الذي هو تقدير ل(μ). يوجد أيضاً على الرسم البياني مدرج تکاري لنتائج الاختبار المقاومة والمصنفة في نطاقات مقاومة. كل نقطة تمثل اختباراً، مما يشير إلى أن مجموعة البيانات هذه موزعة بشكل طبيعي. يعد رسم المدرجات التکاري أحد أسهل الطرق للتحقق من طبيعة توزيع البيانات.

الشرح التفصيلي للفقرة دي :

الفقرة دي بتعرفنا على التوزيع الطبيعي وهو أهم مفهوم إحصائي هنسخدمه.

الجزء الأول: شكل الجر“ وقانون الطبيعة:

يعني إيه الكلام ده؟ الكود بيقول إن نتائج تكسير الخرسانة لو الشغل مطبوط ومفيش مشاكل كبيرة بتميل إنها تتبع نمط معين اسمه التوزيع الطبيعي و النمط ده لما بنرسمه بيطلع شكله عامل زي الجرس **Bell Curve**.

شكل الجرس ده بيقول إيه؟ بيقول إن معظم نتائج التكسير ه تكون متجمعة حوالي المتوسط يعني الرقم اللي بيتركتير كتير وكل ما بعد عن المتوسط ده سواء بنتائج أعلى بكثير أو أقل بكثير عدد النتائج دي بيقل و ده منطقي و طبيعي جداً في أي عملية إنتاج.

الجزء الثاني: مفتاحين اتنين بس بيوصفوا كل حاجة

يعني إيه الكلام ده؟ عشان توصف منحنى الجرس ده كله مشحتاج غير رقمين اتنين بس:

المتوسط الحسابي (μ أو X): ده بيقولك مركز الجرس فين و هو متوسط كل نتائج التكسير بتاعتك.

اما الانحراف المعياري (σ أو s): ده بيقولك الجرس ده مفلطح ولا مدبد و لو الرقم ده صغير يبقى الجرس مدبد و معناه إن كل النتائج قريبة جداً من بعض والشغل مستقر ومتاز. لو الرقم ده كبير يبقى الجرس مفلطح و معناه إن النتائج متشتتة وواحدة فوق واحدة تحت والشغل فيه مشاكل.

الجزء الثالث الأهم: قاعدة ٩٥-٦٨

يعني إيه الكلام ده؟ من أهم خصائص منحنى الجرس ده قاعدة

سهلة جداً: حوالى ٦٨% من كل نتائجك هتقع في نطاق المتوسط ± 1 انحراف معياري. حوالى ٩٥% من كل نتائجك هتقع في نطاق المتوسط ± 2 انحراف معياري.

فائدة القاعدة دي إيه؟ بتخليك تتوقع النتائج يعني لو المتوسط بتاعك 350 والانحراف 50 يبقى أنت عارف إن ٩٥% من نتائجك اللي جاية هتقع بين 300 و 400 و أي نتيجة بره النطاق ده بتبقى حالة نادرة جداً ومحتجة تحقيق.

الجزء الرابع: إزاي أتأكد إن بياناتي تبع "الجرس"؟ يعني إيه الكلام ده؟ الكود بيقولك متفترضش إن بياناتك تبع التوزيع الطبيعي وخلالص لازم تتأكد وأسهل طريقة هي إنك ترسم حاجة اسمها المدرج التكراري . Histogram

إيه هو المدرج التكراري ده؟ ببساطة هو رسم بياني بيقسم النتائج لمجموعات مثلاً، كام نتيجة وقعت بين 280 و 300 وكام نتيجة بين 300 و 320 وهكذا و لو شكل الأعمدة اللي طلعت لك في الرسمة دي شبه الجرس يبقى مبروك بياناتك تبع التوزيع الطبيعي وتقدر تكمل تحليلاتك وأنت مطمئن.

الخلاصة البسيطة: نتائج الخرسانة الطبيعية بتتبع شكل "الجرس". الشكل ده بنوصه برقمين بس: "المتوسط" (مركز النتائج) و "الانحراف المعياري" (مدى تشتت النتائج). وأسهل طريقة تتأكد بيه إن نتائجك طبيعية هي إنك ترسم "مدرج تكراري" وتشوف شكله عامل زي الجرس ولا للا.

When evaluating concrete strength tests, a normal distribution cannot always be assumed. A normal distribution is appropriate in most cases when the concrete strength does not exceed 10,000 psi (70 MPa) (Cook 1982). However, Cook (1989) further reported that a skewed distribution may result for high-strength concrete when the limiting factor is the aggregate strength. When data are not symmetrical about the mean, but concentrated to the right or left, the distribution is said to be skewed. When a distribution curve is either too peaked or too flat, kurtosis is said to exist. Data exhibiting skewness, or kurtosis, may not be normally distributed; and any analysis presuming a normal distribution may be very misleading. Skewness and kurtosis should be considered for statistical evaluation of high-strength concretes. Cook (1989) provides simplified equations that calculate relative skewness and kurtosis for a particular data set. Further discussion of these topics is beyond the scope of this document; interested readers should consult statistical references.

عند تقييم اختبارات مقاومة الخرسانة، لا يمكن دائمًا افتراض التوزيع الطبيعي. يكون التوزيع الطبيعي مناسباً في معظم الحالات عندما لا تتجاوز مقاومة الخرسانة ١٠,٠٠٠ رطل/بوصة مربعة (٧٠ ميجا باسكال) Cook (1982). ومع ذلك، أفاد Cook (1989) أيضاً بأن توزيعاً ملتوياً (skewed) قد ينتج للخرسانة عالية المقاومة عندما يكون العامل المحدد هو مقاومة الركام. عندما لا تكون البيانات متماثلة حول المتوسط، ولكنها تتركز إلى اليمين أو اليسار، يُقال إن التوزيع ملتوٍ. عندما يكون منحنى التوزيع إما مدبباً جداً أو مسطحاً جداً، يُقال إن هناك تفلطحاً. البيانات التي تظهر االلتواه أو تفلطحاً قد لا تكون موزعة بشكل طبيعي؛ وأي تحليل يفترض التوزيع الطبيعي قد يكون مضللاً للغاية. يجب أخذ الاللتواه والتفلطح في الاعتبار عند التقييم الإحصائي للخرسانات عالية المقاومة. يوفر Cook (1989) معادلات مبسطة تحسب الاللتواه والتفلطح النسبيين لمجموعة بيانات معينة. إن المزيد من النقاش حول هذه الموضوعات خارج نطاق هذا المستند؛ يجب على القراء المهتمين الرجوع إلى المراجع الإحصائية.

الشرح التفصيلي للفقرة دي

الفقرة دي بتديينا تحذير مهم إن مش كل بيانات الخرسانة بتتبع شكل الجرس المثالي.

الجزء الأول: التوزيع الطبيعي له حدود

يعني إيه الكلام ده؟ الكود بيقولك إن افتراض التوزيع الطبيعي ده بيكون صح ومناسب في معظم الحال، بس بشرط إن مقاومة الخرسانة متكونش عالية أوي و الكود بيحط رقم تقريري وهو ١٠,٠٠٠ psi أو ٧٠ ميجا باسكال يعني طول ما أنت شغال في الخرسانات العادي غالباً التوزيع هيكون طبيعي وشبه الجرس.

الجزء الثاني: مشارکل الخرسانة عالية المقاومة

يعني إيه الكلام ده؟ في الخرسانات عالية المقاومة High-Strength Concrete القصة بتبدأ تختلف طيب ليه؟ لأن العامل اللي بيحدد المقاومة النهائية مبيتقاش عجينة الأسمنت بيفي مقاومة الركام نفسه.

إيه اللي بيحصل؟ لما بتجي تكسر الأسطوانة الكسر بيحصل في الركام نفسه مش حواليه وبما إن الركام كله مقاومته قريبة من بعض ده بيخلify شكل التوزيع يتبعو ومبتقاش متماثل زي الجرس و الحاله دي اسمها التوزيع الملتوٍ Skewed Distribution.

الجزء الثالث: أشكال تانية غير الجرس يعني إيه الكلام ده؟ الكود بيعرفنا على شكلين تانيين ممكن يقابلونا غير الجرس المثالي:

الاللتواه Skewness: لما تلاقي معظم النتائج مترکزة في ناحية (يمين أو شمال المتوسط) والمنحنى له "ذيل" طويل في الناحية الثانية. ده معناه إن التوزيع مش متماثل.

و التفلطح Kurtosis: لما تلاقي المنحنى مدبب أوي أو

مفلطح أوي flat مقارنة بالجرس الطبيعي و ده معناه إن تشتت النتائج مختلف عن المتوقع.

الجزء الرابع: الخلاصة والتحذير النهائي

يعني إيه الكلام ده؟ لو البيانات بتاعتك فيها التواء أو تفلطح بيقى مينفعش تستخدم معها التحليلات الإحصائية المبنية على التوزيع الطبيعي لأن النتائج اللي هنطلع ه تكون مضللة تماماً.

طيب أعمل إيه؟ الكود بيقول إن الموضوع ده معقد شوية وخارج نطاق الدليل ده بس لو أنت شغال في خرسانات عالية المقاومة لازم تاخذ الالتواء والتفلطح في اعتبارك ولو عايز تعرف أكثر ارجع للمراجع المتخصصة في علم الإحصاء زي مرجع Cook اللي ذكره.

الخلاصة البسيطة: افتراض شكل الجرس ده افتراض كويس للخرسانات العادية ولكن لو شغال في خرسانات عالية المقاومة فوق ٧٠ ميجا باسكال لازم تشيك في الافتراض ده وتأكد إن التوزيع بتاعك هن شلتوي أو مفلطح ولو طلع فيه المشاكل دي بيقى لازم تستخدم طرق إحصائية متقدمة أكثر لأن الطرق العادية هنديك نتائج غلط.

When there is satisfactory control of a concrete mixture, strength test values tend to cluster near the average value making the histogram of test results appear tall and narrow. As variation in the strength results increases, the spread in data also increases, changing the normal distribution curve to flatter and wider (Fig. 4.2). When applied to concrete strength tests, these statistics can be calculated as shown in Sections 4.2.1 and 4.2.2.

شكل الجرس بيبقى عامل إزاى؟ لما تيجي ترسم النتائج دي هتلقي منحنى الجرس بتاعك طالع لفوق طويل لأن فيه نتائج كتير متجمعة في النص و ضيق لأن مفيش نتائج شاردة بعيد يمين وشمال. الشكل ده هو علامة على الجودة العالية والاستقرار في الإنتاج.

الجزء الثاني: التحكم السيء = جرس مفلطح وواسع يعني إيه الكلام ده؟ على العكس لو التحكم عندك سيء يعني المايه بتتلعب فيها والمواد بتتغير و الفنيين مش مدربين ده هيخلين نتائج التكسير متشتتة هتلقي نتيجة فوق ونتيجة تحت ومفيش استقرار. شكل الجرس بيبقى عامل إزاى؟ لما تيجي ترسم النتائج دي هتلقي منحنى الجرس بتاعك مفلطح لأن النتائج متوزعة ومفيش تجمع كبير في النص و واسع لأن فيه نتائج كتير شاردة بعيد عن المتوسط و الشكل ده هو علامة على الجودة المنخفضة وعدم الاستقرار في الإنتاج وهو ده اللي بيوضحه **شكل ٤.٢** في الدليل.

الجزء الثالث: يلا نحسبها بالأرقام يعني إيه الكلام ده؟ الكود بيقولك إن الكلام عن طول و ضيق و مفلطح وواسع ده كلام وصفي و عشان نحوال الكلام ده لأرقام نقدر نقيسها ونقارنها لازم نحسب الإحصائيات اللي بتوصف شكل الجرس ده و الإحصائيات دي هي اللي هيشرحها بالتفصيل في الجزئين اللي جايين (٤.١ و ٤.٢) اللي هما غالباً هيكونوا عن إزاى نحسب المتوسط والانحراف المعياري.

الخلاصة البسيطة: بمجرد النظر لشكل منحنى الجرس بتاع نتائجك، تقدر تاخذ فكرة سريعة عن مستوى الجودة في مشروعك. جرس طويل وضيق؟ مبروك، شغلك مطبوط ومستقر. جرس مفلطح وواسع؟ انتبه، عندك مشاكل في التحكم والجودة وتحتاج تعرف سببها. والخطوة الجاية هي إننا نتعلم إزاى نحسب الأرقام اللي بتقيس "طول" و"عرض" الجرس ده بشكل دقيق.

الترجمة

عندما يكون هناك تحكم مُرضٍ في خلطة الخرسانة، تميل قيم اختبارات المقاومة إلى التجمع بالقرب من القيمة المتوسطة، مما يجعل المدرج التكراري لنتائج الاختبار يبدو طويلاً وضيقاً. مع زيادة التباين في نتائج المقاومة، يزداد انتشار البيانات أيضاً، مما يغير منحنى التوزيع الطبيعي ليصبح أكثر تفلطحاً واتساعاً (**شكل ٤.٢**). عند تطبيقها على اختبارات مقاومة الخرسانة، يمكن حساب هذه الإحصائيات كما هو موضح في القسمين ٤.١ و ٤.٢.

الشرح للفقرة دي :

الفقرة دي بتعلمنا إزاى نقرأ شكل الجرس ونفهم منه مستوى الشغل في المشروع عامل إزاى.

الجزء الأول: التحكم الكويس = جرس طويل وضيق يعني إيه الكلام ده؟ لما يكون عندك سيطرة وتحكم ممتاز في كل حاجة التحكم في المايه و المواد الخام ثابتة والفنين شاطريين و المعمل مطبوط ده بيعنكس على نتائج التكسير و هتلقي كل النتائج قريبة جداً من بعضها ومتجمعة حوالي المتوسط.

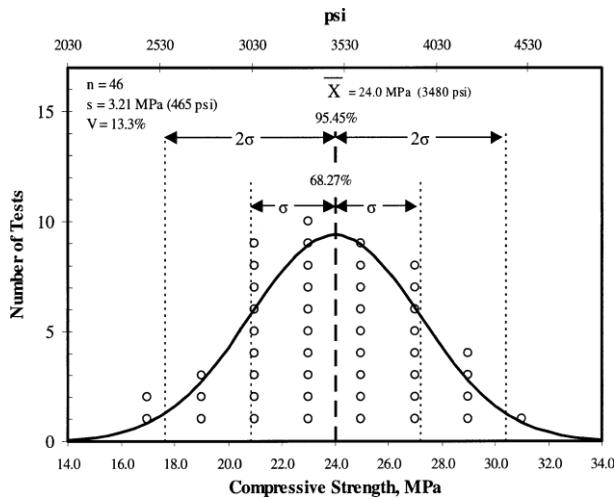


Fig. 4.1—Frequency distribution of strength data and corresponding assumed normal distribution.

شكل ٤.١ - توزيع التكرار لبيانات المقاومة ومنحنى التوزيع الطبيعي المفترض المقابل له.

الشرح شكل ٤.١

الرسمة دي بتورينا مثال حي لمجموعة نتائج تكسير واژاىي بنحللها.

الجزء الأول: قراءة البيانات الأساسية فوق على الشمال

يعني إيه الكلام ده؟ أول حاجة بنبص عليها هي ملخص البيانات:

$N = 46$: يعني إحنا عندنا ٤٦ نتيجة اختبار في العينة دي و ده عدد كوييس يسمح لنا نعمل تحليل إحصائي.

$X̄ = 24.0 \text{ MPa}$: علامة $X̄$ اللي فوقها شرطة دي هي المتوسط الحسابي بتاع الـ ٤٦ نتيجة دول يعني لو جمعت كل النتائج وقسمتها على ٤٦ هيطلع ٢٤.٠ ميجا باسكال و ده هو مركز الجرس بتاعنا.

$s = 3.21 \text{ MPa}$: الـ s دي هي الانحراف المعياري بتاع النتائج و الرقم ده هو اللي بيقيس التشتت و كل ما الرقم ده قل كل ما كان الشغل أحسن.

$V = 13.3\%$: الـ V ده هو معامل الاختلاف و ده طريقة تانية للتعبير عن التشتت بس في صورة نسبة مئوية و هننشره بالتفصيل بعدين بس كل ما النسبة دي قلت كل ما كان أحسن.

الجزء الثاني: النقط والمنحنى

يعني إيه الكلام ده؟

النقط البيضا (٥): كل نقطة من دول بتمثل نتيجة اختبار واحدة و لو بصيت عند مقاومة ٢٤.٠ مثلاً هتلaci فوقيها حوالي ٩ أو ١٠ نقط ده معناه إن فيه ٩ أو ١٠ اختبارات طلعت نتيجتهم قريبة من ٢٤.٠.

المنحنى الأسود شكل الجرس: ده هو منحنى التوزيع الطبيعي اللي الكمبيوتر رسمنه بناءً على المتوسط والانحراف المعياري اللي حسبناهم و بنلاحظ إن المنحنى ده ماشي تقريباً فوق معظم النقط وده معناه إن البيانات دي فعلاً بتتبع التوزيع الطبيعي.

الجزء الثالث والأهم: تطبيق قاعدة ٩٥-٦٨

يعني إيه الكلام ده؟ الرسمة بتوضح لنا القاعدة دي بشكل عملي:

نطاق ±١ انحراف معياري (٥): الخطين المتقطعين القريبين من النص و النطاق ده بيمتد من (٢٤.٠ - ٣.٢١ + ٣.٢١)، يعني تقريباً من ٢٠.٨ إلى ٢٧.٢ و لو عدتي النقط اللي جوه النطاق ده هتلaciهم حوالي ٦٨% من إجمالي النقط.

نطاق ±٢ انحراف معياري (٥): الخطين المتقطعين البعيدين و النطاق ده بيمتد من (٢٤.٠ - ٦.٤ + ٦.٤) إلى (٢٣.٢١ + ٢٣.٢١)، يعني تقريباً من ٣٠.٤ إلى ٣٧.٦ و لو عدتي النقط اللي جوه النطاق ده هتلaciهم حوالي ٩٥% من إجمالي النقط.

الخلاصة البسيطة: الرسمة دي هي تلخيص بصري لكل شغلنا. بتورينا إزاى بنحول كومة من الأرقام (٤٦ نتيجة) إلى صورة واضحة (شكل الجرس) ونلخصها في ٣ أرقام مهمة (المتوسط، الانحراف المعياري، معامل الاختلاف). ومن خلالها بنقدر نتأكد إن شغلنا "طبيعي" ونطبق عليه القواعد الإحصائية عشان نتوقع سلوك الخرسانة في المستقبل.

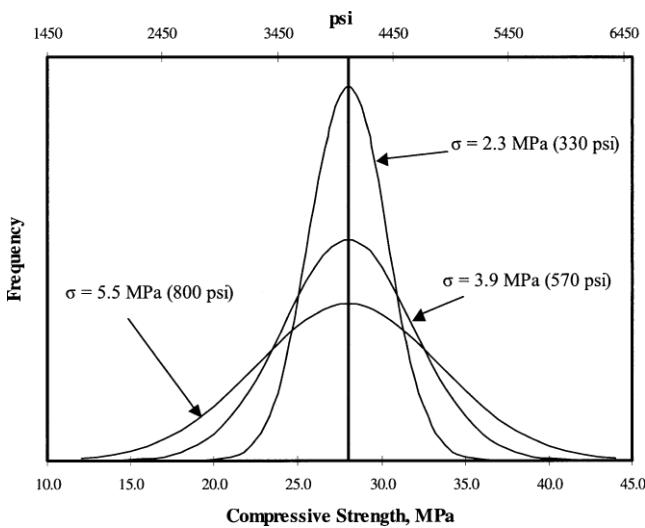


Fig. 4.2—Normal frequency curves for three different distributions with the same mean but different variability.

شكل ٤.٢ - منحنيات تكرار طبيعية لثلاثة توزيعات مختلفة لها نفس المتوسط ولكن ببيان (Variability) مختلف.

شرح شكل ٤.٢ - منحنيات تكرار طبيعية بثلاثة توزيعات مختلفة

الرسمة دي بتوريينا ٣ مشاريع مختلفة أو ٣ مستويات جودة مختلفة وبتخلينا نقارن بينهم.

الجزء الأول: نقطة البداية المشتركة

يعني إيه الكلام ده؟ لو بصيت كوييس هتلaci إن قيمة كل المنحنيات الثلاثة متمركزة عند نفس النقطة على المحور الأفقي وهي تقريباً عند ٢٨ ميجا باسكال و ده معناه إن المتوسط الحسابي (\bar{x}) للنتائج في الثلاث حالات واحد يعني لو خدت متوسط كل النتائج في كل مشروع، هيطلع نفس الرقم.

هل ده معناه إن الثلاث مشاريع زي بعض؟ لا طبعاً وهنا بتجي عبقرية الرسمة.

الجزء الثاني: الاختلاف الجوهرى الانحراف المعياري σ

يعني إيه الكلام ده؟ الرسمة بتوضح ٣ مستويات مختلفة من "التشتت" أو "البيان" في النتائج، وكل مستوى بيمثله "انحراف معياري" (σ) مختلف:

١. المنحنى الطويل والمدبب ($\sigma = 2.3 \text{ MPa}$):

ده معناه إيه؟ ده مشروع عنده أفضل مستوى تحكم وجودة. الانحراف المعياري بتاعه قليل جداً (٢.٣). ده بيخلو المنحنى مدبب و معناه إن كل نتائج التكسير قريبة جداً من بعضها ومتجمعة حواليين المتوسط. مفيش نتائج شاردة كتير و ده شغل ناس بروفيسنال.

٢. المنحنى المتوسط ($\sigma = 3.9 \text{ MPa}$):

ده معناه إيه؟ ده مشروع عنده مستوى تحكم جيد أو مقبول و الانحراف المعياري بتاعه متوسط (٣.٩). المنحنى هنا أعرض شوية من اللي فات و ده معناه إن النتائج بدأت تتشتت أكثر بس لسه في الحدود المعقولة.

٣. المنحنى القصير والمفلطح ($\sigma = 5.5 \text{ MPa}$):

ده معناه إيه؟ ده مشروع عنده أسوأ مستوى تحكم وجودة و الانحراف المعياري بتاعه كبير جداً (٥.٥).

المنحنى هنا مفلطح وواسع و ده معناه إن النتائج بتاعب بشكل كبير جداً و فيه نتائج عالية أو ونتائج واطية أو و الشغل هنا مش مستقر وفيه مشاكل كتير محتاجة تتحل.

الخلاصة البسيطة: الرسمة دي بتعلمنا درس مهم جداً: المتوسط لوحده مش كفاية للحكم على الجودة. ممكن مشروعين يكون ليهم نفس متوسط المقاومة لكن واحد فيهم شغله مستقر وهمتاز انحراف معياري قليل والثاني شغله متذبذب وخطر انحراف معياري كبير و دايماً لازم تبص على الرقمنين مع بعض: المتوسط عشان تعرف مستوى المقاومة والانحراف المعياري عشان تعرف مستوى التحكم والاستقرار. كل ما الانحراف المعياري قل كل ما كان شغلك أحسن وأكثر أماناً.

4.2.1 Mean X—The average of strength test results X is calculated using Eq. (4-1)

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i = \frac{1}{n} (X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n) \quad (4-1)$$

where X_i is the i -th strength test result, that is, the average of at least two 6×12 in. (150×300 mm) or three 4×8 in. (100×200 mm) concrete test cylinders. X_2 is the second strength test result, X_3 the third, and so on. $\sum X_i$ is the sum of all strength test results, and n is the number of tests in the record.

الترجمة

٤.٢.١- المتوسط الحسابي (X) يتم حساب متوسط نتائج اختبارات المقاومة (X) باستخدام المعادلة (٤-١):

$$X = (X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n) / n$$

حيث (X_i) هي نتائج اختبار المقاومة رقم i ، أي متوسط مقاومة أسطوانتين على الأقل مقاس 6×12 بوصة (150×300 مم) أو ثلاثة أسطوانات مقاس 4×8 بوصة (100×200 مم). (X_2) هي نتائج الاختبار الثانية، و(X_3) هي الثالثة، وهكذا. ($\sum X_i$) هو مجموع كل نتائج اختبارات المقاومة، و(n) هو عدد الاختبارات في السجل.

الشرح

الفقرة دي بتشرح لنا إزاي نحسب المتوسط الحسابي اللي هو أول وأهم رقم بنطلعه عشان نوصف بيانات الخرسانة بتعتننا.

الجزء الأول: ما هو المتوسط الحسابي (X)؟

يعني إيه الكلام ده؟ المتوسط الحسابي أو زي ما بنقول عليه الأفريديج و هو أبسط طريقة عشان تعرف مركز النتائج بتعنك فين و هو الرقم اللي بيمثل المستوى العام للمقاومة في مشروعك و الرمز بتعنه هو X وعليها شرطة من فوق (X).

الجزء الثاني: المعادلة بتقول إيه؟

يعني إيه الكلام ده؟ المعادلة شكلها ممكن يخض بس هي في الحقيقة بسيطة جداً وكلنا بنستخدمها من أيام المدرسة و هي بتقول: **المتوسط = (مجموع كل النتائج) ÷ (عددنهم)**.

نفصص المعادلة:

X: ده المتوسط اللي إحنا عايزين نحسبه.

... X_1, X_2, X_3 : دي نتائج الاختبارات بتعنك. (X_1) هي أول نتائج (X_2) هي تاني نتائج، وهكذا. وخليل بالك، كل نتائج من دول هي نفسها "متوسط" كسر أسطوانتين أو ثلاثة زي ما اتفقنا قبل كده.

n: ده عدد الاختبارات الكل اللي عندك و لو عندك ٣٠ نتائج اختبار يبقى $n = 30$.

Σ: العلامة دي اسمها سيجما و معناها ببساطة أجمع كل اللي جاي بعدها. يعني ($\sum X_i$) معناها أجمع كل نتائج الاختبارات من أول واحدة لآخر واحدة.

الجزء الثالث: مثال عملي بالأرقام تخيل إنك عندك ٥ نتائج اختبار بس:

$$X_1 = 310$$

$$X_2 = 300$$

$$X_3 = 320$$

$$X_4 = 290$$

$$X_5 = 305$$

نطبق المعادلة:

$$\text{١. أجمع كل النتائج: } 155 = 305 + 290 + 300 + 310 + 320 = 155$$

$$\text{٢. عددهم: عندنا ٥ نتائج بيقى } n = 5.$$

$$\text{٣. أقسم المجموع على العدد: } 305 = 5 \div 155$$

إذن، المتوسط الحسابي (X) للنتائج دي هو 305 .

الخلاصة البسيطة: المتوسط الحسابي هو أول خطوة وأساس أي تحليل إحصائي. هو مجرد مجموع كل نتائج التكسير اللي عندك مقسوم على عددهم. الرقم ده بيديك فكرة سريعة عن "المستوى العام" لمقاومة الخرسانة في مشروعك.

4.2.2 **Sample standard deviation s** —Standard deviation is the most recognized measure of dispersion of test data. An estimate of the population standard deviation σ is the sample

standard deviation s . The population standard deviation consists of all possible data, often considered an infinite number of data points. The sample is a portion of the population, consisting of a finite number of data points. Sample standard deviation is obtained by Eq. (4-2a) or by its algebraic equivalent, Eq. (4-2b). The latter equation is preferable for computation because it is simpler and minimizes rounding errors. Many computer software packages calculate statistical functions. When using such programs, take care to ensure that the standard deviation calculated by the software is the same as the sample standard deviation shown in Eq. (4-2a)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (4-2a)$$

which is equivalent to Eq. (4-2b)

$$S = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n x_1^2 (\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{n \sum_{i=1}^n x_1^2} - nx^2 \quad (4-2b)$$

where s is the sample standard deviation; n is the number of strength test results in the record; X is the sample mean, or average strength test result; and ΣX is the sum of strength test results. When combining two separate records of concrete mixtures with similar strength test results, it is frequently necessary to determine the statistical average standard deviation, also termed the pooled standard deviation. The statistical average standard deviation of two records is calculated as shown in Eq. (4-3)

$$s = \sqrt{\frac{(n_A - 1)(S_A)2 + (n_B - 1)(S_B)2}{(n_A + n_B - 2)}} \quad (4-3)$$

where \bar{s} is the statistical average standard deviation, or pooled standard deviation, determined from two records; s_A and s_B are the standard deviations of Records A and B, respectively; and n_A and n_B are the number of tests in Records A and B, respectively.

الجزء الأول: تعريف الانحراف المعياري والمعادلة (ar-4)

النص الأصلي (الجزء الأول فقط): ٤,٢,٢

deviation s —Standard deviation is the most recognized measure of dispersion of test data. An estimate of the population standard deviation σ is the sample standard deviation s . The population standard deviation consists of all possible data, often considered an infinite number of data points. The sample is a portion of the population, consisting of a finite number of data points. Sample standard deviation is

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (4-2a)$$

الترجمة (للجزء الأول)

الانحراف المعياري هو المقياس الأكثر شهرة لتشتت بيانات الاختبار. تقدير الانحراف المعياري للمجتمع هو الانحراف المعياري للعينة (٥). يتكون الانحراف المعياري للمجتمع من جميع البيانات الممكنة، والتي غالباً ما تعتبر عدداً لا نهايةً من نقاط البيانات. أما العينة فهي جزء من المجتمع، وتتكون من عدد محدود من نقاط البيانات. يتم الحصول على الانحراف المعياري

العينة بواسطة المعادلة (af-ε)
 المعادلة: $s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (X_i - \bar{X})^2}$
 الانحراف المعياري (s) = الجذر التربيعي لمجموع مربعات الفروق
 بين كل نتائج والمتوسط الحسابي \div (عدد النتائج - 1).

الشرح للفقرة ٤,٢,٢ الجزء الاول

١. ما هو الانحراف المعياري (s)؟
الشرح: الانحراف المعياري (s) هو ترمومتراً الجودة بتاتعناً. هو رقم بيقولك في المتوسط، كل نتيجة اختبار تبتعد قد إيه عن المتوسط الحسابي.
- ٢ صغير: النتائج قريبة من بعض و الشغل مستقر يعني جرس ضيق.

٥. كثيرون من الناس يجدون صعوبة في العمل بسبب مشكلات مختلفة مثل التعب والإرهاق والضغط النفسي.

٦. كثيرون من الناس يجدون صعوبة في العمل بسبب مشكلات مختلفة مثل التعب والإرهاق والضغط النفسي.

المعادلة شكلاً يخص بس هي عبارة عن ٥ خطوات بسيطة يلا
تطبّقها على نفس المثال بتاع المرة اللي فاتت اللي كان فيه ٥
نتائج بس: النتائج بتاعتنا X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 . (305, 320, 300, 290, 310).
عدهم (n) .5:

الخطوة ٢: احسب الانحراف لكل نتيجة عن المتوسط ($X - \bar{X}$)
يعني شوف كل نتيجة بعيدة قد إيه عن المتوسط ال ٣٥٠.

$$\delta = \mathbb{P} \diamond \delta - \mathbb{P} \mathbb{I} \diamond$$

$$\delta^- = P^- \delta - P^+ \delta$$

$$\mathbf{I}_0 = \mathbf{F}^+ \mathbf{O} - \mathbf{F}^- \mathbf{O}$$

$$10 = 10 - 0$$

$$\Delta = P_{\text{d}0} - P_{\text{d}0}$$

الخطوة ٣: ربع كل الانحرافات دي $(X_i - \bar{X})^2$
طيب ليه بنربع؟ عشان نتخلص من الإشارات السالبة وعشان
ندي وزن أكبر للانحرافات الكبيرة.

$$f_0 = \omega_0^2$$

$$f_0 = 2(\phi -)$$

$$RRD = 2(10)$$

$$f_{\text{f}} = 2(10)$$

$$\diamond = {}^2(\diamond)$$

الخطوة ٤: اجمع كل المربعات دي (Σ) واقسمها على $(n-1)$
 المجموع: $٥٥ + ٢٥ + ٢٥ + ٢٥ + ٢٥ = ١٣٥$
 القسمة: $١٣٥ / ٥ = ٢٧$. (الرقم ده اسمه التباين أو **Variance**)

الانحراف المعياري بتعه $s_e = 4.0$

الخطوة : احسب التباين المرجح لكل مشروع.

التباین هو مربع الانحراف المعياري (s^2) والترجح يتم بالضرب في $(n-1)$.

$$(n_a-1) \times s_a^2 = (30-1) \times (3.5)^2 = 29 \times 12.25 = 355.25 \quad (أ)$$

$$(n_e-1) \times s_e^2 = (50-1) \times (4.0)^2 = 49 \times 16 = 784 \quad (ب)$$

الخطوة : اجمع التباينات المرجحة دي وده بسط المعادلة.

$$1139.25 = 784 + 355.25$$

الخطوة : احسب درجات الحرية المجمعة ده مقام المعادلة.

$$(n_a + n_e - 2) = (30 + 50 - 2) = 78$$

الخطوة : اقسم البسط على المقام.

$$14.60 = 78 / 1139.25$$

الخطوة : خد الجذر التربيعي للناتج النهائي.

$$3.82 = 14.60$$

النتيجة النهائية:

الانحراف المعياري المجمّع (s) للمشروعين مع بعض هو 3.82 .

ملاحظة مهمة:

لاحظ إن الناتج 3.82 أقرب للـ 4.0 (بتاع المشروع ب) منه للـ 3.5 (بتاع المشروع أ). ليه؟ لأن المعايادة أدت وزن أكبر لبيانات المشروع (ب) عشان عدد اختباراته 50 كان أكبر من المشروع (أ) 30 . ده بيختلي الحسابات عادلة ومنطقية.

الخلاصة البسيطة:

لو عندك مجموعتين بيانات وعايز تدمجهم عشان تطلع بانحراف معياري واحد يعثثهم هما الاتنين، استخدم معادلة الدمج $(3-4)$. المعادلة دي بتعمل متوسط عادل للانحرافين، وبتاخد في اعتبارها عدد الاختبارات في كل مجموعة.

الشرح لفقرة ٤.٢.٢ الجزء الثالث

١. ليه بنحتاج ندمج سجلات؟

الشرح: تخيل إنك مدير جودة في محطة خرسانة و عندك بيانات خلطة مقاومة ٣٠ ميجا باسكال اللي وردها لمشروع (أ) في الصيف وبيانات نفس الخلطة اللي وردها لمشروع (ب) في الشتاء و أنت عايز تقييم مستوى التحكم العام في المحطة بتاعتكم للخلطة دي بغض النظر عن المشروع أو الموسم و هنا بتحجي فايدة دمج الانحرافين المعياريين دول في رقم واحد. الرقم ده اسمه الانحراف المعياري المجمّع **Pooled Standard Deviation** ورمزه s_e وعليها شرطة.

٢. شرح المعادلة (٣-٤) خطوة بخطوة:

يله ناخد مثال عملي عشان نفهم المعايادة دي بتشتغل إزاي.

بيانات المشروع (أ) - الصيف:

$$n_a = 30$$

$$\text{الانحراف المعياري بتعه } s_a = 3.5$$

بيانات المشروع (ب) - الشتاء:

$$\text{عدد الاختبارات } n_e = 50$$

٤٤٣- شرح رموز معايرة الدمج (٤٤٣-٤)
النص الأصلي (شرح الرموز): ... where s is the statistical average standard deviation, or pooled standard deviation, determined from two records; s_A and s_B are the standard deviations of Records A and B, respectively; and n_A and n_B are the number of tests in Records A and B, respectively.

الترجمة تكميلة الجزء الثالث من ٤٤٣- شرح رموز معايرة الدمج (٤٤٣-٤)

حيث (s) هو الانحراف المعياري المجمع، المحدد من سجلين: (s_A) و (s_B) هما الانحرافان المعياريان للسجلين (A) و (B) على التوالي؛ و (n_A) و (n_B) هما عدد الاختبارات في السجلين (A) و (B) على التوالي.

الشرح تكميلة الجزء الثالث من ٤٤٣- شرح رموز معايرة الدمج (٤٤٣-٤)

الفقرة دي هي مفتاح الخريطة لمعايرة الدمج (٤٤٣-٤) و هي بشرح كل رمز في المعايرة دي معناه إيه بالضبط. يلا نمسكهم واحد واحد:

s (إس وعليها شرطة):

ده إيه؟ ده هو الناتج النهائي اللي بنحاول نحسبه اسمه الرسمى Pooled Standard Deviation. الانحراف المعياري المجمع وظيفته إيه؟ هو رقم واحد بيمثل متوسط التشتت لمجموعتين بيانات مع بعض، مع الأخذ في الاعتبار عدد العينات في كل مجموعة.

s_A و s_B :

دول إيه؟ دول المدخلات بتاعتنا.

n_A : هو الانحراف المعياري بتاع المجموعة الأولى اللي سميئناها السجل A، مثلًا بيانات مشروع الصيف.

n_B : هو الانحراف المعياري بتاع المجموعة الثانية اللي سميئناها السجل B، مثلًا بيانات مشروع الشتاء.

n_A و n_B :

دول إيه؟ دول برضه "مدخلات" مهمة جداً، وبنستخدمهم عشان نعمل "ترجيح" عادل في المعايرة.

n_A : هو عدد الاختبارات الكلي في المجموعة الأولى (السجل A).

n_B : هو عدد الاختبارات الكلي في المجموعة الثانية (السجل B).

الخلاصة البسيطة: المعايرة (٤٤٣-٤) بكل بساطة بتأخذ منك ٤ أرقام:

١. الانحراف المعياري للمجموعة الأولى (s_A).
٢. عدد اختبارات المجموعة الأولى (n_A).
٣. الانحراف المعياري للمجموعة الثانية (s_B).
٤. عدد اختبارات المجموعة الثانية (n_B).

وتنستخدمهم عشان تطلع لك رقم واحد جديد (s) اللي هو الانحراف المعياري المجمع اللي بيمثلهم هما الاثنين.

4.2.3 Additional statistics—Additional statistical values are commonly used for comparing different data sets or for estimating dispersion in the absence of statistically valid sample sizes.

٤٤٤- إحصائيات إضافية - تستخدم القيم الإحصائية الإضافية بشكل شائع لمقارنة مجموعات بيانات مختلفة أو لتقدير التشتت في غياب أحجام عينات صالحة إحصائيًا.

الشرح للفقرة ٤٤٤-٣، الفقرة دي عبارة عن إعلان تشويقي للأدوات الإحصائية اللي جاية وبتقولنا إحنا بنحتاجها ليه.

يعني إيه الكلام ده؟ الكود بيقولك: المتوسط (X) والانحراف المعياري (s) هما الأساس وهو أهم رقمين بس فيه أدوات تانية مساعدة ليها فايدتين مهمتين جداً:

الفائدة الأولى: مقارنة مجموعات بيانات مختلفة

الشرح: زي ما شفنا في مثال معامل الاختلاف (٧) لو عايز تقارن بين مستوى التحكم في خلطة مقاومتها ٢٠ ميجا باسكال وخلطة تانية مقاومتها ٦٠ ميجا باسكال الانحراف المعياري لوحده مش هيكون عادل و أنت محتاج أداة نسبية زي معامل الاختلاف (٧) عشان المقارنة تكون صحيحة.

الفائدة الثانية: تقدير التشتت لما تكون البيانات قليلة

الشرح: معايرة الانحراف المعياري (s) عشان تطلع نتائج لها معن محتاجة عدد كبير من البيانات مثلًا ٣٠ نتائج طيب لو أنت لسه في أول المشروع وعندكش غيره أو ١٠ نتائج بس؟ هل تستنل لحد ما تجمع ٣٠ نتائج عشان تبدأ تقدير التشتت؟

الحل: لأن فيه أدوات تانية زي المدى Range بتديك تقدير سريع ومؤشر مبدي عن التشتت حتى لو عدد البيانات لسه قليل و هي مش بدقة الانحراف المعياري بس بتديك فكرة كويسبة عن الوضع.

الخلاصة البسيطة: الفقرة دي بتمهد الطريق لأداتين جداد هنتعلمهم:

١. معامل الاختلاف (٧): عشان نقارن بين خلطات ليها مقاومات مختلفة.

٢. المدى Range: عشان نأخذ فكرة سريعة عن التشتت لما تكون البيانات لسه قليلة.

4.2.3.1 Coefficient of variation V—The sample standard deviation expressed as a percentage of the average strength X is called the coefficient of variation

$$V = \frac{S}{\bar{X}} \times 100 \quad (4-4)$$

where V is the coefficient of variation, s is the sample standard deviation, and \bar{X} is the average strength test result.

The coefficient of variation is less affected by the magnitude of the strength level (Cook 1989; Anderson 1985); it is therefore more useful than the standard deviation for comparing the degree of control over a wide range of compressive strengths. The coefficient of variation is typically used when comparing the dispersion in groups of strength test results with a difference in average strength more than 1000 psi (7 MPa).

الترجمة ٤.٢.٣.١

٤.٢.٣.١ معامل الاختلاف (٧) - الانحراف المعياري للعينة (s) معبراً عنه كنسبة مئوية من متوسط المقاومة (X) يسمى معامل الاختلاف.

المعادلة (٤-٤):

$$V = (s / X) \times 100$$

تعريف المعادلة:

هي نسبة الانحراف المعياري إلى متوسط المقاومة مضروبة في ١٠٠ للتحويلها إلى نسبة مئوية.

حيث (٧) هو معامل الاختلاف، (s) هو الانحراف المعياري للعينة، و (X) هو متوسط نتيجة اختبار المقاومة.

يتأثر معامل الاختلاف بشكل أقل بحجم مستوى المقاومة (Cook 1989; Anderson 1985)؛ ولذلك فهو أكثر فائدة من الانحراف المعياري لمقارنة درجة التحكم على نطاق واسع من مقاومات الضغط. يستخدم معامل الاختلاف عادةً عند مقارنة التشتت في مجموعات من نتائج اختبارات المقاومة التي يزيد الفرق في متوسط مقاومتها عن ١٠٠ رطل/بوصة مربعة (٧ ميجا باسكال).

الشرح للفقرة ٤.٢.٣.١

الفقرة دي بتعرفنا على المترجم بتاعنا، اللي بيحول لغة الأرقام المطلقة لغة النسب المئوية عشان نعرف نقارن صبح.

الجزء الأول: ما هو معامل الاختلاف (٧)؟

الشرح: تخيل إن الانحراف المعياري (s) ده عامل زي ما تقول أنا خسيت ٥ كيلو. دي معلومة كويسيّة، بس مش كاملة. هل أنت وزنك كان ١٥٠ كيلو ولا ٧٠ كيلو؟ لو كان ١٥٠، فالـ ٥ كيلو دول نسبة بسيطة. لو كان ٧٠، فالـ ٥ كيلو دول نسبة كبيرة ومؤثرة. معامل الاختلاف (٧) بيعمل كده بالظبط. هو بياخد الانحراف المعياري (s) ويحوله لنسبة مئوية من المتوسط (X). فبدل ما يقول التشتت ٣ ميجا باسكال، بيقول التشتت ١٠٪ من المتوسط. ده بيخلّي الرقم له معنى نسيبي ومفهوم أكثر.

الجزء الثاني: امّي نستخدمه؟ (أهم جزء)

الشرح: الكود هنا بيدينا قاعدة واضحة جدًا: استخدم معامل الاختلاف (٧) لما تكون بتقارن بين خلطتين الفرق في متوسط مقاومتهم أكبر من ٧ ميجا باسكال (١٠٠٠ psi).

مثال عملي:

الحالة الأولى الفرق صغير: لو بتقارن خلطة مقاومتها ٣٠ ميجا بخلطة تانية ٣٢ ميجا. هنا الفرق صغير (٢ ميجا بنس). ممكن تقارن بالانحراف المعياري (s) مباشرة ومفيش مشكلة.

الحالة الثانية الفرق كبير: لو بتقارن خلطة مقاومتها ٢٥ ميجا بخلطة تانية ٦٠ ميجا. هنا الفرق كبير جدًا (٣٥ ميجا) و لو قارنت بالانحراف المعياري (s) بنس هتبقي مقارنة ظالمة وغير عادلة. هنا لازم تستخدم معامل الاختلاف (٧).

الجزء الثالث: إعادة المثال العملي للتأكيد
يل نعيد نفس المثال اللي فات عشان نثبت المعلومة:

الخلطة (أ) - خرسانة عاديّة:

$$\text{ميجا باسكال } 25 = X_{\text{أ}}$$

$$\text{ميجا باسكال } 2.5 = s_{\text{أ}}$$

الخلطة (ب) - خرسانة عالية المقاومة:

$$\text{ميجا باسكال } 60 = X_{\text{ب}}$$

$$\text{ميجا باسكال } 4.0 = s_{\text{ب}}$$

الفرق في المتوسط = ٦٠ - ٢٥ = ٣٥ ميجا باسكال أكبر بكثير من ٧ إذن يجب استخدام معامل الاختلاف (٧).

نحسب V للخلطة (أ):

$$V_{\text{أ}} = (2.5 / 25) \times 100 = 10\%$$

نحسب V للخلطة (ب):

$$V_{\text{ب}} = (4.0 / 60) \times 100 = 6.67\%$$

الاستنتاج هنا من كل دة :

ان على الرغم من أن الانحراف المعياري للخلطة (ب) أعلى إلا أن مستوى التحكم النسبي فيها أفضل بكثير (٦.٦٪ تشتت فقط مقارنة بالخلطة (أ) ١٠٪ تشتت).

الخلاصة البسيطة:

الانحراف المعياري (s) هو مقياس مطلق" للتشتت وحدته ميجا باسكال.

معامل الاختلاف (٧) هو مقياس نسبي للتشتت وحدته نسبة مئوية٪.

استخدم (٧) دايماً لما تيجي تقارن بين خلطات الفرق في مقاومتها كبير أكثر من ٧ ميجا باسكال عشان تكون مقارنتك عادلة وصحيحة.

4.2.3.2 Range R—the statistic found by subtracting the

Lowest value from the highest value in a data set. When Evaluating concrete test results, the within-test range R of a Strength test result is found by subtracting the lowest single cylinder strength from the highest single cylinder strength of two or more cylinders comprising a strength test result. The Average within-batch range is used for estimating the within batch Standard deviation. Refer to Section 4.3.1 for further discussion. When two cylinders of the same sample tested at the same time are used for a test, the range of that test is Sometimes called the “pair difference.”

الترجمة ٤,٢,٣,٢
٤,٢,٣,٢ المدى R - هو الإحصائية التي يتم الحصول عليها عن طريق طرح أدنى قيمة من أعلى قيمة في مجموعة بيانات. عند تقييم نتائج اختبار الخرسانة، يتم إيجاد المدى داخل الاختبار *within-test range* لنتائج اختبار مقاومة عن طريق طرح مقاومة الأسطوانة الأدنى من مقاومة الأسطوانة الأعلى من بين أسطوانتين أو أكثر تشكل نتيجة اختبار المقاومة. يُستخدم متوسط المدى داخل الخلطة لتقدير الانحراف المعياري داخل الخلطة. ارجع إلى **القسم ٤,٣,٤** لمزيد من النقاش. عندما يتم استخدام أسطوانتين من نفس العينة تم اختبارهما في نفس الوقت لإجراء اختبار، فإن مدى هذا الاختبار يسمى أحياناً فرق الزوج **pair-difference**.

٤,٢,٣,٣ الشرح

الفقرة دي بتعربنا على أبسط وأسرع طريقة نقيس بيه التشتت و المدى ده هو مقياس الغلابة في الإحصاء سهل وسريع ومفيهوش أي تعقيد.

الجزء الأول: ما هو المدى Range بشكل عام؟
الشرح: المدى هو أبسط مقياس للتشتت ممكن تخيله. هو ببساطة الفرق بين أكبر رقم وأصغر رقم في أي مجموعة بيانات.

مثال عام: لو عندك أطوال ٥ لاعبي سلة: ١٩٥، ١٩٠، ١٩٥، ٢٠٥، ٢٠٠. $20 - 190 = 10$ سم.

المدى = أطول واحد - أقصر واحد = $20 - 190 = 10$ سم. ده بيديك فكرة سريعة عن مدى انتشار الأطوال في الفريق ده.

الجزء الثاني: ما هو المدى داخل الاختبار Within-test Range في الخرسانة؟

الشرح: ده هو التطبيق بتاعنا في الخرسانة. إحنا اتفقنا إن نتائج الاختبار الواحدة بتكون من تكسير أسطوانتين أو ثلاثة. المدى داخل الاختبار هو الفرق بين أعلى وأقل مقاومة للأسطوانات دي داخل نفس الاختبار.

مثال عملي:
أنت عملت اختبار واحد وكسرت أسطوانتين من نفس العينة.

الأسطوانة الأولى جابت: 315 كجم/سم²
الأسطوانة الثانية جابت: 300 كجم/سم²
المدى R بتابع الاختبار ده = $315 - 300 = 15$ كجم/سم².
الرقم ده ١٥ بيعبر عن مدى التشتت اللي حصل بسبب عملية الاختبار نفسها صناعة الأسطوانة، المعالجة التكسير.

اسم الدلع: الكود بيقولك لو الاختبار بتاعك مكون من أسطوانتين بس أحياناً بنسمي المدى ده اسم دلع وهو **فرق الزوج pair-difference**.

الجزء الثالث: إيه فايدة المدى ده؟
الشرح: المدى لو وده مش كفاية، لكن لما بنحسب متوسط المدى Average Range لعدد كبير من الاختبارات بنقدر نستخدمه عشان نعمل تقدير سريع للانحراف المعياري و الكود بيقولك ارجع **للقسم ٤,٣,١** عشان تعرف إزاي تعمل الحسبة ده يعني هو بيستخدم كطريق مختصر وسريع للمراقبة اليومية في الموقع.

الخلاصة البسيطة:
المدى R هو الفرق بين أعلى وأقل قراءة في الاختبار الواحد.

هو أبسط وأسرع مقياس للتشتت بيديك فكرة سريعة عن جودة عملية الاختبار نفسها.

لما بنحسب متوسط المدى لعدة اختبارات، بنقدر نستخدمه كطريقة سريعة لتقدير الانحراف المعياري، وده مفيده جداً للمراقبة السريعة في الموقع من غير الدخول في حسابات معقدة.

اختلافات المقاومة - 4.3

As noted in Chapters 1 and 3, variations in strength test results can be traced to batch-to-batch variations and within batch variations.

الترجمة

كما لوحظ في الفصلين ١ و ٣، يمكن إرجاع الاختلافات في نتائج اختبارات المقاومة إلى الاختلافات من خلطة لأخرى .within-batch والاختلافات داخل الخلطة batch-to-batch.

الشرح

الفقرة دي عبارة عن جملة واحدة بس، لكنها بتفكيرنا بالأساس اللي بنينا عليه كل حاجة لحد دلوقتي.

يعني إيه الكلام ده؟

الكود بيقولك: فاكرین يا جماعة الكلام اللي قلناه في الأول خالص؟ إن أي تذبذب في نتائج التكسير بتاعتنا ليه سبب من اتنين ملهمش تالت؟

السبب الأول: الاختلافات من خلطة لأخرى .variations

ده إيه؟ دي المشاكل اللي بتحصل في الخلطة نفسها. يعني عربية الخرسانة رقم ١ مش زي عربية الخرسانة رقم ٢ و يمكن الماء زادت في واحدة أو نسبة الأسممنت اختلفت أو درجة الحرارة كانت مختلفة و دي مشاكل في الإنتاج.

السبب الثاني: الاختلافات داخل الخلطة .variations

ده إيه؟ دي المشاكل اللي بتحصل في عملية الاختبار نفسها. يعني الخلطة نفسها بس إحنا اللي بوظناها وإننا بنأخذ العينة أو بنعمل الأسطوانات أو بنكسرها و دي مشاكل في القياس.

الخلاصة البسيطة:

الفقرة دي مجرد تذكير سريع بالمفهوم الأساسي قبل ما يبدأ يعلمنا إزاي نستخدم الأدوات الإحصائية اللي اتعلمناها ٥ و ٧ و R عشان نفصل بين النوعين دول من الاختلافات ونعرف بالضبط المشكلة جاية منين.

4.3.1 Within-batch variation—Variability due to testing is estimated by the within-batch variation based on differences in the measured strengths of companion (replicate) cylinders comprising a strength test result. Within-batch variations can result from sampling of the batch sample, the fabrication, curing, or testing of the concrete test samples. A single strength test result of a concrete mixture, however, does not provide sufficient data for statistical analysis. As with any statistical estimator, confidence in the estimate is a function of the number of test results.

Although a sample of more than 30 tests is preferred, the within-batch standard deviation s_1 can be estimated from the average range \bar{R} of at least 10 same age strength test results. \bar{R} is divided by factor d_2 .

$$s_1 = \frac{1}{d_2} \bar{R} \quad (4-5)$$

The appropriate value of d_2 can be selected from Table 4.1 based on the number of samples represented in each strength test result. The table is composed of d_2 values extracted from Table 49 of ASTM Manual 7A. The d_2 values increase because, for a population with a given standard deviation, the expected range from a set of four specimens is larger than that of two.

The within-batch coefficient of variation V_1 , expressing the amount of variation as a percentage of the average strength, is determined from the within-batch standard deviation and the average strength \bar{X} .

$$V = \frac{s}{\bar{X}} \times 100 \quad (4-6)$$

For example, when two cylinders are cast for each of 10 separate strength tests, and the average within-batch strength range is 254 psi (1.75 MPa), the estimated within-batch standard deviation ($d_2 = 1.128$ for two cylinders) is $254/1.128 = 225$ psi (1.75/1.128 = 1.55 MPa). The precision

statement in ASTM C39/C39M indicates the within-batch coefficient of variation for 6 x 12 in. (150 x 300 mm) cylinder specimens made in the lab to be 2.4% and for cylinders made in the field to be 2.9%. For 4 x 8 in. (100 x 200 mm) cylinders made under laboratory conditions, a coefficient of variation of 3.2% is indicated.

Consistent errors or bias in testing procedures will not necessarily be detected by comparing test results of cylinders from the same concrete sample. When an improperly conducted test is performed consistently, variations may be small

Within-batch variation
الجزء الأول: التعريف والتقدير السريع
النص الأصلي من الفقرة ٤,٣,١:

Variability due to testing is estimated by the within-batch variation based on differences in the measured strengths of companion replicate cylinders comprising a strength test result. Within-batch variations can result from sampling of the batch sample, the fabrication, curing, or testing of the concrete test samples. A single strength test result of a concrete mixture, however, does not provide sufficient data for statistical analysis. As with any statistical estimator, confidence in the estimate is a function of the number of test results. Although a sample of more than 30 tests is preferred, the within-batch standard deviation s_1 can be estimated from the average range R of at least 10 same age strength test results.

الترجمة لجزء الأول من الفقرة ٤,٣,١:

يتم تقدير التباين الناتج عن الاختبار عن طريق الاختلاف داخل الخلطة، بناءً على الفروق في المقاومات المقاومة للأسطوانات المتماثلة المكررة التي تشكل نتائج اختبار مقاومة واحدة. يمكن أن تنتج الاختلافات داخل الخلطة عن أخذ العينات من عينة الخلطة، أو تصنيع، أو معالجة، أو اختبار عينات اختبار الخرسانة. ومع ذلك، فإن نتائج اختبار مقاومة واحدة لخلطة خرسانية لا توفر بيانات كافية للتحليل الإحصائي. وكما هو الحال مع أي مقدار إحصائي، فإن الثقة في التقدير هي دالة لعدد نتائج الاختبار. على الرغم من أنه يفضل وجود عينة تزيد عن ٣٠ اختباراً، إلا أنه يمكن تقدير الانحراف المعياري داخل الخلطة s_1 من متوسط المدى R لما لا يقل عن ١٠ نتائج اختبار مقاومة من نفس العمر.

الشرح الجزء الأول من الفقرة ٤,٣,١:

يعني إيه الكلام ده؟ الكود بيقولك: عايزين نعرف إحنا كفنيين ومعامل بنشتغل صح ولا لا؟ هنبعض على الاختلافات اللي بتحصل بين الأسطوانات اللي معمولة من نفس البراويطة. الاختلاف ده بنسميه الاختلاف داخل الخلطة والانحراف المعياري بتاعه بندى له رمز معين هو s_1 . المشكلة: عشان نحسب s_1 بدقة محتاجين بيانات كتير أكثر من ٣٠ اختبار. الحل السريع: لو معنديش بيانات كتير (عندك ١٠ بس مثلاً)، فيه طريقة تقديرية سريعة. بنحسب متوسط المدى R اللي اتعلمناه قبل كده، ونستخدمه عشان نقدر قيمة s_1 .

الجزء الثاني: المعادلة ٤-٥ والجدول ٤-١-
النص الأصلي من الفقرة ٤,٣,١:

R is divided by factor d_2 . $S_1 = \bar{R} / d_2$ 4-5. The appropriate value of d_2 can be selected from Table 4.1 based on the number of samples represented in each strength test result. The table is composed of d_2 values extracted from Table 49 of ASTM Manual 7A. The d_2 values increase because, for a population with a given standard deviation, the expected range from a set of four specimens is larger than that of two.

الترجمة لجزء الثاني من الفقرة ٤,٣,١:

يتم قسمة R على المعامل d_2 . $S_1 = \bar{R} / d_2$ 4-5 يمكن اختيار القيمة المناسبة ل d_2 من الجدول ٤-١، بناءً على عدد العينات المماثلة في كل نتائج اختبار مقاومة. يتكون الجدول من قيم d_2 المستخرجة من الجدول ٤٩ من دليل 7A. تزداد قيم d_2 لأن، بالنسبة لمجتمع له انحراف معياري معين، يكون المدى المتوقع من مجموعة من أربع عينات أكبر من المدى المتوقع من عينتين.

$$s_1 = \frac{1}{d_2} \bar{R} \quad (4-5)$$

تعريف المعادلة:
 d_2 الانحراف المعياري داخل الخلطة $s_1 = \text{متوسط المدى} \div \text{ثابت}$

الشرح لجزء الثاني من الفقرة ٤,٣,١ :

يعني إيه الكلام ده؟ المعادلة دي هي الوصفة بتاعة الحل السريع. بقولك:

الانحراف المعياري داخل الخلطة $s_1 \approx \text{متوسط المدى} \div \text{رقم ثابت}$

إيه هو الرقم الثابت d_2 ؟ ده رقم بنجبيه من جدول (جدول ٤-١) في الكود) و بنختار قيمة d_2 على حسب إحنا بنكسر كام أسطوانة في كل اختبار.

لو بتكسر أسطوانتين في كل اختبار يبقى $d_2 = 1.128$
 لو بتكسر ٣ أسطوانات في كل اختبار يبقى $d_2 = 1.693$

ليه قيمة d_2 بتزيد؟ ببساطة كل ما عدد الأسطوانات في الاختبار زاد، كل ما زادت فرصة إن الفرق بين أعلى وأقل واحدة يكون أكبر. فقيمة d_2 بتزيد عشان تعوض الزيادة دي وتخلي تقدير s_1 صحيح.

Table 4.1—Factors for computing within-batch standard deviation from range of tests using two, three, or four specimens*

No. of specimens	d_2
2	1.128
3	1.693
4	2.059

*In the case where the range should be computed from test results using a different number of cylinders, d_2 is the average of d_2 's weighted by the number of tests. For example, if d_2 was to be computed based on 12 tests, five of which used two cylinders, four of which used three, and three used four: $d_2 = 1.128(5/12) + 1.693(4/12) + 2.059(3/12) = 1.643$.

جدول ٤-١ - معاملات حساب الانحراف المعياري داخل الخلطة من مدي الاختبارات باستخدام عينتين أو ثلاثة أو أربع عينات

عدد العينات	d_2
2	1.128
3	1.693
4	2.059

في الحالة التي يجب فيها حساب المدى من نتائج اختبارات تستخدم أعداداً مختلفة من الأسطوانات، تكون d_2 هي متوسط قيم d_2 مرجحة بعدد الاختبارات. على سبيل المثال، إذا كان سيتم حساب d_2 بناءً على ١٢ اختباراً، خمسة منها استخدمت أسطوانتين، وأربعة منها استخدمت ثلاثة، وثلاثة منها استخدمت أربعين:

$$D_2 = 1.128(5/12) + 1.693(4/12) + 2.059(3/12) = 1.643$$

الشرح لجدول ٤-١

الجدول ٤-١ هو الكتالوج اللي بنطلع منه قيمة d_2 اللي بنستخدمها في المعادلة السريعة $s_1 = R^+ / d_2$.

الجزء الأول: الجزء الأساسي من الجدول يعني إيه الكلام ده؟ الموضوع بسيط وبماش: لو كل اختباراتك بتتعمل من أسطوانتين، استخدم $d_2 = 1.128$ (ودي أشهر حالة).

لو كل اختباراتك بتتعمل من ٣ أسطوانات، استخدم $d_2 = 1.693$.

لو كل اختباراتك بتتعمل من ٤ أسطوانات، استخدم $d_2 = 2.059$.

الجزء الثاني: الملاحظة السحرية (للحالات المختلفة) يعني إيه الكلام ده؟ الحياة مش دايماً سهلة. أحياناً في المشروع ممكن تلاقي نفسك عملت شوية اختبارات بأسطوانتين، وشوية تانية بـ ٣ أسطوانات (يمكن عشان أهمية العنصر الإنساني مثلاً). طيب في الحالة دي، هتستخدم أنتي قيمة d_2 ؟

الحل: الكود بيقولك اعمل متوسط مرجح (Weighted Average). يعني متجمعش القيم وتقسم على ٣ وخلاصن، لازم تدي وزن لكل قيمة d_2 على حسب عدد الاختبارات اللي استخدمنتها.

مثال عملي على الحالة المختلفة هنستخدم نفس مثال

الكود:

لو عندك سجل فيه ١٢ اختبار متلختين كالتالي:

٤ اختبارات كانوا بـ ٢ أسطوانات قيمة d_2 بتاعتهم = ١,١٢٨،

٤ اختبارات كانوا بـ ٣ أسطوانات قيمة d_2 بتاعتهم = ١,٦٩٣.

٤ اختبارات كانوا بـ ٤ أسطوانات قيمة d_2 بتاعتهم = ٢,٠٥٩.

الحسابية (المتوسط المرجح):

وزن النوع الأول: ١,١٢٨ * (٤ اختبارات / ١٢ الإجمالي) = ١,١٢٨ *

٠,٤٧٠ = ٠,٤١٧

وزن النوع الثاني: ١,٦٩٣ * (٤ اختبارات / ١٢ الإجمالي) = ١,٦٩٣ *

٠,٣٣٣ = ٠,٥٦٤

وزن النوع الثالث: ٢,٠٥٩ * (٤ اختبارات / ١٢ الإجمالي) = ٢,٠٥٩ *

٠,٥١٥ = ٠,٢٥٠

اجمع الأوزان دي كلها: ٠,٤١٧ + ٠,٥٦٤ + ٠,٥١٥ = ١,٥٤٩ = الفرق عن

١,٦٤٣ في الكود بسبب تقريب الأرقام، لكن الفكرة واحدة).

الاستنتاج: في الحالة المختلفة دي، قيمة d_2 اللي

هتستخدمها في المعادلة $s_1 = R^+ / d_2$ هي ١,٦٤٣.

الخلاصة البسيطة:

جدول ٤-١ بيديك قيمة d_2 اللي هتتحاجها. لو كل اختباراتك زي

بعض، خد القيمة مباشرة. لو اختباراتك متلختة (شوية

بأسطوانتين وشوية بتلاتة)، احسب متوسط مرجح لقيم d_2

عشان تطلع بقيمة واحدة عادلة تمثل كل السجل بتاعك.

الجزء الثالث: معامل الاختلاف داخل الخلطة V1 والمثال العملي

النص الأصلي من الفقرة ٤.٣.١:

The within-batch coefficient of variation V1... is determined from the within-batch standard deviation and the average strength X . $V1 = s1 / \bar{X} * 100$ 4-6. For example, when two cylinders are cast for each of 10 separate strength tests, and the average within-batch strength range is 254 psi 1.75 MPa, the estimated within-batch standard deviation $d2 = 1.128$ for two cylinders is $254 / 1.128 = 225$ psi $1.75 / 1.128 = 1.55$ MPa.

الترجمة لجزء الثالث من الفقرة ٤.٣.١:

يتم تحديد معامل الاختلاف داخل الخلطة V1 من الانحراف المعياري داخل الخلطة ومتوسط المقاومة * X . $V1 = s1 / \bar{X}$ 4-6 على سبيل المثال، عندما يتم صب أسطوانتين لكل من ١٠ اختبارات مقاومة منفصلة، ويكون متوسط العدى داخل الخلطة ٢٥٤ رطل/بوصة مربعة ١,٧٥ ميجا باسكال، فإن الانحراف المعياري المقدر داخل الخلطة $d2 = 1.128$ لأسطوانتين هو $225 = 1.128 / 254$ رطل/بوصة مربعة ١,٥٥ ميجا باسكال.

تعريف المعادلة:

معامل الاختلاف داخل الخلطة $V1 = (\text{انحراف المعياري داخل الخلطة} \div \text{متوسط المقاومة}) \times 100$

الشرح لجزء الثالث من الفقرة ٤.٣.١:

يعني إيه $V1$ زي ما كان فيه ٧ عشان يقيس التشتت الكلي كنسبة مئوية، فيه $V1$ عشان يقيس تشتت الاختبار بـ s كنسبة مئوية. ده مفيه عشان نقارن جودة شغل معملين مختلفين مثلاً.

مثال عملي بالأرقام:

المعطيات: عندنا ١٠ اختبارات، كل اختبار فيه أسطوانتين. حسبنا متوسط العدى R وطلع = ١,٧٥ ميجا باسكال.

الخطوة ١: هات قيمة $d2$. بما إننا بنسخدم أسطوانتين، يبقى من الجدول $d2 = 1.128$.

الخطوة ٢: قدر قيمة $s1$.

$s1 = R \div d2 = 1.75 \div 1.128 = 1.55$ ميجا باسكال.

الاستنتاج: إحنا كده قدرنا نعرف إن الانحراف المعياري اللي جاي من شغل الاختبارات بـ s هو حوالي ١,٥٥ ميجا باسكال.

الجزء الرابع: الأرقام الاسترشادية والتحذير الأخير

النص الأصلي من الفقرة ٤.٣.١:

The precision statement in **ASTM C39/C39M** indicates the within-batch coefficient of variation for 6 x 12 in. cylinder specimens made in the lab to be 2.4% and for cylinders made in the field to be 2.9%. For 4 x 8 in. cylinders made under laboratory conditions, a coefficient of variation of 3.2% is indicated. Consistent errors or bias in testing procedures will not necessarily be detected by comparing test results of cylinders from the same concrete sample. When an improperly conducted test is performed consistently, variations may be small.

الترجمة لجزء الرابع من الفقرة ٤.٣.١:

يشير بيان الدقة في مواصفة **ASTM C39/C39M** إلى أن معامل الاختلاف داخل الخلطة لعينات أسطوانية مقاس ٦ × ١٢ بوصة مصنوعة في المختبر هو ٢,٤%， وللأسطوانات المصنوعة في الموقع هو ٢,٩%. بالنسبة للأسطوانات مقاس ٤ × ٨ بوصة المصنوعة في ظروف معملية، يشار إلى معامل اختلاف قدره ٣,٢%. لن يتم بالضرورة اكتشاف الأخطاء الثابتة أو التحيز في إجراءات الاختبار عن طريق مقارنة نتائج اختبار الأسطوانات من نفس عينة الخرسانة. عندما يتم إجراء اختبار غير صحيح بشكل ثابت، قد تكون الاختلافات صغيرة.

الشرح لجزء الرابع من الفقرة ٤.٣.١:

أرقام استرشادية: الكود بيديك أرقام عشان تقارن شغلك بيهما وبيقولك لو أنت شغال صح المفروض معامل الاختلاف بتاعك $V1$ يكون في حدود ٢,٩% لو بتعمل الأسطوانات في الموقع لو طلع الرقم بتاعك أكبر من كده بكثير بيق فيه مشكلة في شغل الفنيين أو المعمل.

التحذير الأخير مهم جداً: الكود بيقولك خلي بالك! لو الفني بتاعك بيعمل نفس الغلطة كل مرة مثلاً بيكسر الأسطوانات بسرعة زيادة عن اللزوم كل مرة النتائج بين الأسطوانتين بتوع نفس الاختبار هتطلع قريبة من بعض والـ 1σ هيطلع صغير وهتتكر إن الشغل ممتاز و لكن في الحقيقة للأسف كل النتائج اللي بتطلعك غلط ومتخيزة.

الخلاصة: الـ 1σ بيقيس التناسق في الشغل مش الصحة بالضرورة.

مثال عملي شامل للفقرة ٤,٣,١
لو أنت مهندس جودة في مشروع وجمعت أول ١٠ نتائج اختبار لخرسانة مقاومتها المطلوبة ٣٠ ميجا باسكال. كل نتيجة اختبار مكونة من تكسير أسطوانتين.
البيانات الأولية لنتائج تكسير الأسطوانتين لكل اختبار من الجدول ده:

الأسطوانة ٢ (MPa)	الأسطوانة ١ (MPa)	رقم الاختبار
٣١,٠	٣٢,٥	١
٣٣,٠	٣٤,٠	٢
٣٨,٥	٣١,٠	٣
٣٥,٠	٣٣,٥	٤
٣١,٥	٣٠,٠	٥
٣٣,٠	٣٥,٥	٦
٣٤,٠	٣٦,٠	٧
٣١,٠	٢٩,٥	٨
٣٦,٠	٣٤,٥	٩
٣٢,٠	٣٣,٠	١٠

الخطوات والحسابات

الخطوة ١: حساب المدى R لكل اختبار
المدى = الفرق بين أعلى وأقل مقاومة في كل اختبار من الجدول ده :

المدى (R) (MPa)	رقم الاختبار
١,٥ = ٣١,٠ - ٣٢,٥	١
١,٠ = ٣٣,٠ - ٣٤,٠	٢
٣,٥ = ٣٨,٥ - ٣١,٠	٣
١,٥ = ٣٣,٥ - ٣٥,٠	٤
١,٥ = ٣٠,٠ - ٣١,٥	٥
٣,٥ = ٣٣,٠ - ٣٥,٥	٦
٢,٠ = ٣٦,٠ - ٣٤,٠	٧
١,٥ = ٢٩,٥ - ٣١,٠	٨
١,٥ = ٣٤,٥ - ٣٦,٠	٩
١,٠ = ٣٢,٠ - ٣٣,٠	١٠

الخطوة ٢: حساب متوسط المدى R

$$R = \frac{\text{مجموع قيم المدى}}{\text{عدد المدى}} = \frac{1.5 + 1.0 + 3.5 + 1.5 + 1.0 + 3.5 + 2.0 + 1.5 + 1.5}{10} = 16.5 \div 10 = 1.65 \text{ ميجا باسكال}$$

الخطوة ٣: تقدير الانحراف المعياري داخل الخلطة s_1

باستخدام المعادلة ٥-٤

$$\text{المعادلة: } s_1 = R / d_2$$

الانحراف المعياري داخل الخلطة $s_1 = \frac{\text{متوسط المدى}}{\text{ثابت}} = \frac{1.65}{d_2}$

بما إننا بنستخدم أسطوانتين في كل اختبار

$$\text{يقي قيمة } d_2 = 1.128$$

$$\text{الانحراف المعياري داخل الخلطة } s_1 = 1.65 \div 1.128 = 1.46 \text{ ميجا باسكال}$$

الاستنتاج المبدئي: التشتت الناتج عن عملية الاختبار نفسها يقدر بحوالي ٤,٤١ ميجا باسكال.

الخطوة ٤: حساب معامل الاختلاف داخل الخلطة V_1

باستخدام المعادلة ٦-٤

$$\text{المعادلة: } V_1 = \frac{100}{X} \times (s_1 \times ٥)$$

المعادلة بالعربي:

$$\text{معامل الاختلاف داخل الخلطة } V_1 = \frac{\text{الانحراف المعياري داخل الخلطة}}{\text{متوسط المقاومة}} \times 100$$

أولاً نحتاج لحساب المتوسط العام (X) لكل نتائج الاختبار وليس كل الأسطوانات.

$$\text{نتيجة الاختبار ١} = \frac{1}{2} / (31,٠ + 32,٥) = 31,٧٥$$

$$\text{نتيجة الاختبار ٢} = \frac{1}{2} / (3٣,٠ + 3٤,٠) = 3٣,٥$$

... وهكذا لباقي الاختبارات.

لنفترض بعد حساب متوسط كل الاختبارات أن المتوسط

$$\text{العام (X) طلع = MPa.} 32,٨$$

الآن نحسب:

$$V_1 = (1.46 / 32.8) * 100 = 4.45\%$$

الخطوة ٥: مقارنة النتيجة بالأرقام الاسترشادية

$$\text{القيمة المحسوبة } V_1 = 4.45\%$$

القيمة الاسترشادية في **ASTM C39** للأسطوانات المصنوعة في الموقع $= ٣,٩$

التحليل النهائي:

النتيجة بتاعتتنا أعلى بوضوح من الرقم الاسترشادي، وده معناه إن فيه مشكلة في جودة عملية الاختبار داخل الموقع.

الإجراء المطلوب:

مراجعة إجراءات الفنيين والمعلم، خصوصاً في خطوات:

٠ أخذ العينة من الخرسانة

٠ دفع الأسطوانات

٠ معالجة العينات

٠ المعايرة المنتظمة لجهاز الكسر

الخلاصة:

المثال ده خلاك تمثلي خطوة بخطوة من بيانات التكسير لغاية ما طلعت رقم واضح ($V_1 = 4.45\%$) وتقدر تفسره هندسياً.

ده هو الهدف الحقيقى من الفقرة ٤,٣,١ – إنك تحول التحليل الإحصائى لأداة بتنكشف مصدر الخطأ في جودة الخرسانة.

4.3.2 Batch-to-batch variations—Differences in strength from batch-to-batch can be attributed to variations resulting from two major categories, the:

1. Characteristics and properties of the ingredients; and
2. Batching, mixing, transporting procedures, sampling of the batch, and climatic conditions.

Batch-to-batch variations can be estimated from strength test results of a concrete mixture when each test result represents a separate batch of concrete.

الترجمة ٤,٣,٢
٤,٣,٢ الاختلافات من خلطة لأخرى – يمكن أن تعزى الاختلافات في المقاومة من خلطة لأخرى إلى الاختلافات الناتجة عن فئتين رئيسيتين:
ا. خصائص وصفات المكونات؛ و

ب. إجراءات التعبئة (الوزن)، والخلط، والنقل، وأخذ العينات من الخلطة، والظروف المناخية.

يمكن تقدير الاختلافات من خلطة لأخرى من نتائج اختبارات مقاومة لخلطة خرسانية عندما تمثل كل نتائج اختبار خلطة منفصلة من الخرسانة.

الشرح التفصيلي للفقرة ٤,٣,٢ هنفصصها جزء جزء :

Differences in strength from batch-to-batch can be attributed to variations resulting from two major categories

الاختلافات في المقاومة من خلطة للتنمية يمكن نرجعها لنوعين أساسيين من الأسباب.

الشرح: الكود هنا يرجع يفكنا بالمفهوم الأساسي اللي بدأنا بييه في الفصل الأول وقعدنا نفصص فيه في الفصل الثالث **خصوصاً في جدول ٣,١** و بيقولك إن أي تشتت في النتائج له مصدرين: مشاكل في الإنتاج **Within-batch** و مشاكل في **الاختبار** **Batch-to-batch** دا هترتكز على النوع الأول بس اللي هو مشاكل الإنتاج.

1-Characteristics and properties of the ingredients

2-Batching, mixing, transporting procedures, sampling of the batch, and climatic conditions

خصائص المكونات وإجراءات الوزن والخلط والنقل وأخذ العينات والظروف المناخية.

الشرح: هنا الكود بيعمل تجميع سريع لنفس الأسباب اللي ذكرها بالتفصيل في **الجزء ٣,٢** لما اتكلمنا عن تأثير العايه والهوا والحرارة والإضافات وهي نفسها اللي حطها في **Batch-to-batch** العمود الأول من **جدول ٣,١** تحت عنوان **variations** و هو هنا بيجمععهم تاني عشان يأكيد إن دي هي مصادر الاختلاف بين الخلطات اللي هنتكلم عنها دلوقتي.

Batch-to-batch variations can be estimated from strength test results of a concrete mixture when each test result represents a separate batch of concrete

يمكن تقدير الاختلافات دي من نتائج اختبارات المقاومة لخلطة خرسانية لما يكون كل اختبار يمثل خلطة منفصلة.

الشرح: دي نقطة جديدة ومهمة بيبني بيها على اللي فات و بيقولك عشان نقدر نحسب الاختلاف اللي جاي من الأسباب اللي فوق دي **Batch-to-batch** لازم نتأكد من شرط أساسى: كل نتائج اختبار اللي عرفناها في **الجزء ٤,٢** إنها متوسط أسطوانتين على الأقل لازم تكون جاية من عربية خرسانة مختلفة ولو أخذت اختبارين من نفس العربية، يبقى أنت كده رجعت تقسيس النوع الثاني من الاختلاف **Within-batch** اللي سه مخلصين شرحه وحساباته في **الجزء ٤,٣,١**.

الزونة النهائية للفقرة
الفقرة دي بتعمل تجميع وتدكير سريع للأسباب اللي بتسبب الاختلاف بين عربيات الخرسانة (واللي فصلناها في الفصل الثالث)، وبتحطط شرط أساسى جديد عشان نقدر نحسب الاختلاف ده إحصائياً: اختبار واحد من كل عربية.
ده بيعد الطريق للمعادلات اللي جاية اللي هتفصلنا بين مشاكل الإنتاج ومشاكل الاختبار، وتخلينا نعرف نحدد المسئولية بدقة.

4.3.3 Overall variation—The overall variation, measured by the standard deviation σ (for a population) or s (for a sample,) has two component variations: 1) the within-batch σ_1 (population) or s_1 (sample); and 2) batch-to-batch σ_2 (population) or s_2 (sample).

The batch-to-batch sample standard deviation estimates the variations attributable to constituent material suppliers and the concrete producer. The within-batch sample variation results from sampling of the batch sample, specimen preparation, curing, and testing. Values for the overall and withinbatch sample standard deviations, as well as the coefficients of variation associated with different control standards, are provided in [Section 4.5](#).

الترجمة ٤,٣,٣:
٤,٣,٣ الاختلاف الكلي – الاختلاف الكل، الذي يقاس بالانحراف المعياري σ للمجتمع أو s للعينة، له مكونان من الاختلافات:
(١) الاختلاف داخل الخلطة σ_1 (للمجتمع) أو s_1 (للعينة)؛ و
(٢) الاختلاف من خلطة لأخرى σ_2 (للمجتمع) أو s_2 (للعينة).
يقدر الانحراف المعياري للعينة من خلطة لأخرى (s_2)
الاختلافات التي تعزى إلى موردي المواد المكونة ومنتج
الخرسانة. ينتج اختلاف العينة داخل الخلطة (s_1) عن أخذ
العينات من عينة الخلطة، وتحضير العينات، والمعالجة،
والاختبار. يتم توفير قيم الانحرافات المعيارية للعينة الكلية
وداخل الخلطة، بالإضافة إلى معاملات الاختلاف المرتبطة
بمعايير التحكم المختلفة، في [القسم ٤,٥](#).

الشرح التفصيلي للفقرة ٤.٣.٣ ونفصّلها جزء جزء

Overall variation—The overall variation... has two component variations: 1) the within-batch... s_1 ... and 2) batch-to-batch... s_2 ...” (الاختلاف الكلي... له مكونان من الاختلافات: ١) الاختلاف داخل الخلطة... s_1 ... و ٢) الاختلاف من خلطة أخرى... s_2 ...)

الشرح: الكود هنا بيعمل ملخص نهائي للعلاقة اللي شرحها في الجزء ٤.٣.٢. بيقولك للمرة الأخيرة وبشكل واضح: الانحراف المعياري الكلي (١) اللي بتحسبه لكل نتائجك، هو في الحقيقة بيكون من جزأين: ١ (بنتائج الاختبار) و ٢ (بنتائج الإنتاج). هو هنا كمان بيضيف الرموز اليونانية (σ_1, σ_2) عشان يقولك إن المفهوم ده بينطبق سواء كنت بتتكلم عن عينة من البيانات أو المجتمع كله.

The batch-to-batch sample standard deviation... estimates the variations attributable to constituent material suppliers and the concrete producer. (الانحراف المعياري للعينة من خلطة أخرى... يقدر الاختلافات التي تُعزى إلى موردي المواد ومنتج الخرسانة).

الشرح: هنا بيحدد المسؤلية بشكل صريح. بيقولك الرقم s_2 اللي حسبناه بالمعادلة $\sqrt{s_1^2 + s_2^2}$ ، ده بيمثل مين؟ بيمثل محطة الخلط ومورديها يعني لو الرقم ده كبير بيقي المشكلة يا إما في المواد الخام (الأسمدة، الرمل، الزلط) أو في عملية الإنتاج في المحطة (الوزن، الخلط).

The within-batch sample variation results from sampling... “specimen preparation, curing, and testing”. (اختلاف العينة داخل الخلطة ينبع عن أخذ العينات... تحضير العينات، المعالجة، والاختبار).

الشرح: وعلى الجانب الآخر، بيحدد مسؤولية الرقم s_1 اللي حسبناه في الجزء ٤.٣.١ و بيقولك الرقم ده بيمثل مين؟ بيمثل شغل الموضع والمعلم يعني لو الرقم ده كبير بيقي المشكلة في طريقة أخذ العينات أو في طريقة عمل الأسطوانات أو في معالجتها أو في تكسيرها.

Values for the overall and within-batch sample standard deviations... are provided in Section 4.5 (يتم توفير قيم الانحرافات المعيارية... في القسم ٤.٥).

الشرح: دي جملة تمهدية للي جاي و بتقولك طيب إحنا حسبنا s_1 و s_2 إزاي نعرف إذا كانت الأرقام دي كويستة ولا وحشة؟ والكود بيقولك متقلقش **القسم ٤.٥** اللي جاي كمان شوية هيديك جداول فيها أرقام استرشادية تقولك كل مستوى تحكم (ممتاز، جيد، مقبول، سيء) المفروض الانحراف المعياري بتاعه يكون في حدود كام.

الزتونة النهائية للفقرة:

الفقرة دي هي فقرة تلخيص وتوزيع المسؤوليات و بتأك للمرة الأخيرة إن التشتت الكلي (١) هو مجموع تشتت الاختبار (١) و تشتت الإنتاج (٢) والأهم من كده إنها بتقولك بصراحة: ١) مسؤولية الموضع والمعلم و ٢) مسؤولية محطة الخلط والموردين وفي الآخر بتشوّقنا **القسم ٤.٥** اللي هيدينا الأرقام اللي هنحكم بيهما على مستوى الشغل بتاعنا.

4.4—Interpretation of statistical parameters

٤.٤- تفسير المعاملات الإحصائية

Once statistical parameters have been computed and the assumed and verified histogram plotted (Fig. 4.1), with results that follow a normal frequency distribution curve, additional analysis of the test results is possible. Figure 4.1 shows the approximate division of the area under the normal frequency distribution curve. It was seen that approximately 68% of the area (equivalent to 68% of the results) lies within $\pm 1 \sigma$ of the average, and 95% lies within $\pm 2 \sigma$. This property of the normal distribution permits an estimate of the portion of the test results expected to fall within multiples z of the standard deviation σ of the average or of any other specific value. Data histograms tend to more closely resemble a normal distribution as the sample size is increased. When only a few results are available, they may not fit the standard, bell-shaped pattern. Errors in sampling, making, curing, and testing can also cause a lack of agreement between a histogram of strength test results and a normal distribution. Failure to sample in a truly random manner, sampling from different populations, or the presence of skew or kurtosis in high strength concretes (Cook 1989) are factors that can result in substantial differences between measured strengths and a normal distribution.

Table 4.2 was adapted from the normal cumulative distribution, which is the normal probability integral. Listed is the probability that a test will fall below f_c' when the required average strength μ equals $f_c' + z\sigma$.

٤.٤: الترجمة

بعجرد حساب المعاملات الإحصائية ورسم المدرج التكراري المفترض والمتتحقق منه (شكل ٤.٤)، مع نتائج تتبع منحنى التوزيع التكراري الطبيعي، يصبح من الممكن إجراء تحليل إضافي للنتائج الاختبار. يوضح **الشكل ٤.٤** التقسيم التقريبي للمساحة تحت منحنى التوزيع التكراري الطبيعي. لقد لوحظ أن ما يقرب من ٦٨٪ من المساحة (ما يعادل ٦٨٪ من النتائج) تقع ضمن $\pm 1\sigma$ من المتوسط، و ٩٥٪ تقع ضمن $\pm 2\sigma$. تسمح هذه الخاصية للتوزيع الطبيعي بتقدير جزء نتائج الاختبار المتوقع أن يقع ضمن مضاعفات (٢) من الانحراف المعياري (σ) للمتوسط أو لأي قيمة محددة أخرى. تمثل المدرجات التكرارية للبيانات إلى أن تشبه التوزيع الطبيعي بشكل أوّل كلما زاد حجم العينة. عندما تتوفر نتائج قليلة فقط، قد لا تتناسب مع النمط القياسي على شكل جرس. يمكن أن تتسبب الأخطاء في أخذ العينات، والتصنيع، والمعالجة، والاختبار أيضًا في عدم التوافق بين المدرج التكراري لنتائج اختبار المقاومة والتوزيع الطبيعي. إن الفشل في أخذ العينات بطريقة عشوائية حقيقة، أو أخذ العينات من مجتمعات مختلفة، أو وجود التواء (skew) أو تفليط (kurtosis) في الخرسانات عالية المقاومة (Cook 1989) هي عوامل يمكن أن تؤدي إلى اختلافات جوهيرية بين المقاومات المقاومة والتوزيع الطبيعي. تم اقتباس **الجدول ٤.٥** من التوزيع التراكمي الطبيعي، وهو تكامل الاحتمال الطبيعي. المدرج هو احتمال أن تقل نتائج اختبار عن (f_c') عندما تساوي متوسط المقاومة المطلوبة (μ) القيمة. ($f_c' + z\sigma$)

الشرح التفصيلي للفقرة ٤.٤
يلا بینا نفصصها ونشوف حکایة تفسیر الأرقام دي جملة
جملة ونشوف إزاي بنقرأ المستقبل منها:

Once statistical parameters have been computed...
ومنجزه ب مجرد ما حسبت الأرقام
الإحصائية... ممكن نعمل تحليل إضافي.

الشرح: الكود بيقولك: مبروك! حسبت المتوسط (X)
والانحراف المعياري (s) ورسمت المدرج التكراري بتعاك
وططلع شكله شبه الجرس زي ما شفنا في **شكل ٤.١**
و دلوقتي أنت جاهز للمرحلة الثانية: مرحلة التحليل والتنبؤ.
Figure 4.1 shows the approximate division... 68%... lies
تقسيم المساحة... ٦٨٪ من النتائج بتعق في حدود $\pm 1s$
معياري... و ٩٥٪ بتعق في حدود $\pm 2s$ انحراف معياري**).

الشرح: هنا بيرجع يفكروا بالقاعدة الذهبية بتعاعة منحنى
الجرس اللي شرحناها لما بصينا على **شكل ٤.١** و بيقولك إن
المنحنى ده مش مجرد رسعة ده خريطة كنوز و لو عرفت
المتوسط والانحراف المعياري تقدر تعرف إن حوالي ثلثين
نتائجك هتبق قريبة من المتوسطي حدود $\pm 1s$ و تقريباً كل
نتائجك (٩٥٪) هتبق في حدود $\pm 2s$).

This property... permits an estimate of the portion of the
test results expected to fall within multiples z of the
standard deviation...
النتائج اللي متوقع إنها تقع عند أي عدد من الانحرافات
المعيارية.

الشرح: دي هي زتونة الفقرة كلها و بيقولك بما إننا عارفين
خصائص منحنى الجرس نقدر نسأل السؤال الأهم:
إيه هو احتمال إن نتائج اختبار تطلع أقل من القوة المطلوبة
(X')؟ والإجابة بتعتمد على المسافة بين المتوسط (X)
والقوة المطلوبة (X') والمسافة دي بنقيسها بوحدة اسمها
الانحراف المعياري" وبنديها الرمز (z).

Data histograms tend to more closely resemble a normal
distribution as the sample size is increased...
التكرارية بتعق شبه منحنى الجرس أكثر كل ما عدد العينات
زاد ...

الشرح: هنا الكود بيدينا تحذير مهم و بيقولك: خلي بالك كل
الكلام اللي فوق ده بيقى دقيق ومظبوط لما يكون عندك
بيانات كتير ٣٠ اختبار أو أكثر لو معنديش غيره أو ١ نتائج

ممكن شكل المدرج التكراري بتعاك يطلع معوج ومييقاش
شبه الجرس وساعتها كل التحليلات دي هتبق مش دقيقة.

Errors in sampling... or the presence of skew or kurtosis...
الأخطاء can result in substantial differences...
العينات... أو وجود التواء أو تفلطح... ممكن تسبب اختلافات
كبيرة.

الشرح: هنا بيرجع يفكروا بنفس التحذيرات اللي قالها قبل
ده و بيقولك لو شغلك مش مظبوط زي ما شرحنا في
الفصل الثالث أو لو الخرسانة بتعاك عاليه المقاومة وفيها
التوا زي ما حذرنا في **الجزء ٤.٢** بيقى شكل التوزيع بتعاك
مش هيقي طبيعي وساعتها مينفعش تستخدم القواعد دي
لأنها هتديك نتائج غلط.

Table 4.2 was adapted from the normal cumulative
distribution... Listed is the probability that a test will fall
below fc' ...
جدول ٤.٢ متاخر من التوزيع التراكمي الطبيعي...
وموجود فيه احتمال إن نتائج اختبار تطلع أقل من fc' (...)

الشرح: دي جملة بتعمده للجدول اللي جاي و بتنقولك عشان
نسهل عليك، عملنا لك جدول (**جدول ٤.٢**) بيجاوب على
السؤال المهم: لو أنا عايز نسبة فشل معينة (مثلاً ١٪) بس
من النتائج تطلع أقل من (fc') ، المفترض المتوسط بتاعي (μ)
يكون أعلى من الـ fc' بكم انحراف معياري (z) ؟ و الجدول ده
هو اللي بيترجم درجة المخاطرة اللي أنت قابلها إلى متوسط
مقاومة لازم تتحققه.

الزتونة النهائية للفقرة
الفقرة دي هي اللي بتحول الإحصاء من مجرد أرقام إلى أداة
لإدارة المخاطر و بتنقولك إننا بنسخدم خصائص منحنى
الجرس عشان نتنبأ باحتمالية إن النتائج تطلع أقل من
المطلوب وبتحذرنا إن الكلام ده مش هينفع لو بياناتنا قليلة
أو لو شغلنا مش مظبوط. وفي الآخر بتشوقنا **جدول ٤.٢** اللي
هيدينا الوصفة السحرية عشان نحدد متوسط المقاومة اللي
لازم نستهدفه عشان ننام وإننا مطمئنين.

Table 4.2—Expected percentages of individual tests lower than f'_c *

Average strength μ	Expected percentage of low tests	Average strength μ	Expected percentage of low tests
$f'_c + 0.10\sigma$	46.0	$f'_c + 1.6\sigma$	5.5
$f'_c + 0.20\sigma$	42.1	$f'_c + 1.7\sigma$	4.5
$f'_c + 0.30\sigma$	38.2	$f'_c + 1.8\sigma$	3.6
$f'_c + 0.40\sigma$	34.5	$f'_c + 1.9\sigma$	2.9
$f'_c + 0.50\sigma$	30.9	$f'_c + 2.0\sigma$	2.3
$f'_c + 0.60\sigma$	27.4	$f'_c + 2.1\sigma$	1.8
$f'_c + 0.70\sigma$	24.2	$f'_c + 2.2\sigma$	1.4
$f'_c + 0.80\sigma$	21.2	$f'_c + 2.3\sigma$	1.1
$f'_c + 0.90\sigma$	18.4	$f'_c + 2.4\sigma$	0.8
$f'_c + 1.00\sigma$	15.9	$f'_c + 2.5\sigma$	0.6
$f'_c + 1.10\sigma$	13.6	$f'_c + 2.6\sigma$	0.45
$f'_c + 1.20\sigma$	11.5	$f'_c + 2.7\sigma$	0.35
$f'_c + 1.30\sigma$	9.7	$f'_c + 2.8\sigma$	0.25
$f'_c + 1.40\sigma$	8.1	$f'_c + 2.9\sigma$	0.19
$f'_c + 1.50\sigma$	6.7	$f'_c + 3.0\sigma$	0.13

*Where μ exceeds f'_c by amount shown

جدول ٤.٢ - النسبة المئوية المتوقعة للاختبارات الفردية الأقل من f'_c

متوسط المقاومة μ	النسبة المئوية المتوقعة للاختبارات المنخفضة	متوسط المقاومة μ	النسبة المئوية المتوقعة للاختبارات المنخفضة
$f'_c + 0.10\sigma$	46.0	$f'_c + 1.6\sigma$	5.5
$f'_c + 0.20\sigma$	42.1	$f'_c + 1.7\sigma$	4.5
$f'_c + 0.30\sigma$	38.2	$f'_c + 1.8\sigma$	3.6
$f'_c + 0.40\sigma$	34.5	$f'_c + 1.9\sigma$	2.9
$f'_c + 0.50\sigma$	30.9	$f'_c + 2.0\sigma$	2.3
$f'_c + 0.60\sigma$	27.4	$f'_c + 2.1\sigma$	1.8
$f'_c + 0.70\sigma$	24.2	$f'_c + 2.2\sigma$	1.4
$f'_c + 0.80\sigma$	21.2	$f'_c + 2.3\sigma$	1.1
$f'_c + 0.90\sigma$	18.4	$f'_c + 2.4\sigma$	0.8
$f'_c + 1.00\sigma$	15.9	$f'_c + 2.5\sigma$	0.6
$f'_c + 1.10\sigma$	13.6	$f'_c + 2.6\sigma$	0.45
$f'_c + 1.20\sigma$	11.5	$f'_c + 2.7\sigma$	0.35
$f'_c + 1.30\sigma$	9.7	$f'_c + 2.8\sigma$	0.25
$f'_c + 1.40\sigma$	8.1	$f'_c + 2.9\sigma$	0.19
$f'_c + 1.50\sigma$	6.7	$f'_c + 3.0\sigma$	0.13

حيث يتجاوز μ القيمة f'_c بالمقدار الموضح

الشرح لجدول ٤.٢

الجدول ده عبارة عن علاقة بين حاجتين: الأمان اللي أنت عايزة و التكلفة اللي هتدفعها عشان توصل للأمان ده.

العمود الأول: متوسط المقاومة (μ) أو (f'_{cr})

طيب ده إيه؟ ده متوسط المقاومة المستهدف اللي لازم تطلب من محطة الخلط تعملهولك و ده مش الـ f'_c اللي في التصميم ده رقم أعلى منه و الزيادة دي هي هامش الأمان أو قسط التأمين بتعالك وبيكتب

إزاي؟ بيكتب على شكل $f'_c + z\sigma$

f'_c : ده المقاومة اللي المصمم طالبها مثلًا ٣٠ ميجا باسكال.

z : ده الانحراف المعياري بتعالك اللي بيقيس مدى تشتت نتائجك.

العمود الثاني: النسبة المئوية المتوقعة للاختبارات المنخفضة

ده إيه؟ ده مستوى المخاطرة اللي أنت بتقبله و الرقم ده بيقولك

كم في المية من نتائج التكسير بتعالك متوقع إنها تطلع أقل من

f'_c .

إزاي نقرأ الجدول ده؟

مثال عمل على شاشة نفهم نقرأ الجدول إزي

تخيل إن الـ f'_c المطلوبة في مشروعك هي 30 ميجا باسكال.

الحالة الأولى: هتقول للمحطة اعملولي خلطة متوسط مقاومتها

المستهدفة (μ) هو $f'_c + 0.50\sigma$ يعني هامش أمان صغير جداً

الجدول بيقولك بص في الجدول عند σ هتلaci

النتيجة 30.9%.

بس خد بالك هنا لأن حوالي 31% من نتائج التكسير بتعالك يعني

تقريباً من كل ٣ اختبارات هتلaci أقل من ٣٠ ميجا باسكال و

موقف لا تحسد عليه.

الحالة الثانية: الكود بيقول إيه؟ كود زي ACI 318 بيقولك إن أقصى

نسبة فشل مسموح بها هي حوالي 1%

قرارك: هتدور في العمود الثاني على أقرب رقم ل 1% و هتلaci 1.1%

الجدول بيقولك بص على اللي قصادها في العمود الأول و

هتلaci $f'_c + 2.3\sigma$ في الحقيقة الكود بيستخدم قيمة $z=2.33$ عشان

يوصل ل 1% بالضبط

يعنى عشان تضمن إن 1% بس من نتائجك هي اللي تفشل لازم

تطلب من المحطة تعملك خلطة متوسط مقاومتها المستهدفة

(μ) عشان ٣٠ لازم يكون $\sigma \times 2.3 + 30$

لو الانحراف المعياري بتعالك (σ) مثلًا ٣ ميجا باسكال بيقى لازم

تستهدف متوسط مقاومة $= 36.9 = 3 \times 2.3 + 30$ ميجا باسكال.

الزونة النهائية للجدول:

الجدول ده هو المنيو بتعال المخاطر و بيقولك قولى أنت مستعد

تقبل كام في المية من نتائجك تفشل وأنا هقولك لازم تستهدف

متوسط مقاومة أعلى من المطلوب بقدر إيه و كل ما كنت عايزة أمان

أكتر هتكون نسبة فشل أقل و كل ما هتدفع قسط تأمين أعلى

هتطلب متوسط مقاومة أعلى وده معناه أسمنت أكتر وتكلفة أعلى

و الجدول ده هو أساس كل معادلات تصميم الخلطات الخرسانية

الحديثة.

4.5—Standards of control

٤.٥—معايير التحكم

One primary purpose of the statistical evaluation of concrete data is to identify sources of variability. This knowledge can be used to determine appropriate steps for maintaining quality control. Several techniques can be used to detect variations in concrete production, materials processing and handling, and contractor and testing agency operations. A simple approach is to compare overall variability and within-batch variability using standard deviation or coefficient of variation, as appropriate, with previous performance.

الترجمة للفقرة دي ٤.٥

أحد الأغراض الأساسية للتقييم الإحصائي لبيانات الخرسانة هو تحديد مصادر التباين. يمكن استخدام هذه المعرفة لتحديد الخطوات المناسبة لحفظ على ضبط الجودة. يمكن استخدام عدة تقنيات للكشف عن الاختلافات في إنتاج الخرسانة، ومعالجة وتناول المواد، وعمليات المقاول ووجهة الاختبار. يتمثل أحد الأساليب البسيطة في مقارنة التباين الكلي والتباين داخل الخلطة باستخدام الانحراف المعياري أو معامل الاختلاف، حسب الاقتضاء، مع الأداء السابق.

الشرح للفقرة دي ٤.٥

يلا بینا نفصص المقدمة دي ونشوف بتنقول إيه:

One primary purpose... is to identify sources of variability... هو تحديد مصادر التباين.

الشرح: الكود بيقولك إحنا مش بنعمل كل الحسابات دي عشان نتسلى! الهدف الأساسي من كل الإحصاء اللي بنعمله ده هو إننا نعرف مصدر المشكلة فين بالضبط و هل المشكلة في محطة الخلط؟ ولا في شغلنا إحنا في الموضع

"This knowledge can be used to determine appropriate steps for maintaining quality control نستخدمنا عشان نحدد الخطوات المناسبة لحفظ على ضبط الجودة.

الشرح: بعد ما بنعرف مصدر المشكلة بنقدر ناخذ القرار الصح و لو المشكلة في المحطة σ عالي بيق نكلم مدير المحطة ونقوله يضبط موازيته أو يراقب المواد الخام بتاعتته و لو المشكلة عندنا في الموضع σ عالي بيق نراجع على شغل الفنيين بتوعنا ونعملهم تدريب و معرفة مصدر المشكلة بيخلينا نوجه جهودنا في المكان الصح.

تقنيات كتير ممكن نستخدمها عشان نكشف الاختلافات (...)"Several techniques can be used to detect variations...

الشرح: هنا بيقولك إن فيه طرق كتير ممكن نستخدمها عشان نراقب الجودة ونكشف المشاكل في كل مراحل الشغل من أول المحطة لحد المعمل.

"A simple approach is to compare overall variability and within-batch variability... with previous performance إننا نقارن التباين الكلي والتباين داخل الخلطة... بالأداء اللي فات الشرح: دي أول وأبسط طريقة للمراقبة بيقولك بص على أرقامك

القديمة و لو الانحراف المعياري بتعاك الشهري اللي فات كان σ هيجا بأسكار والشهر ده نط بقى σ هيجا بأسكار بيقي أكيد فيه حاجة غلط حصلت ولازم تدور عليها و المقارنة مع نفسك هي أول خطوة في ضبط الجودة.

الترجمة دي بتعمد الطريق وبتقولنا إن الهدف من كل الإحصاء اللي بنعمله هو تحديد مصدر المشكلة عشان نعرف نحلها وأبسط طريقة للمراقبة هي إنك تقارن أداءك الحالي أرقام σ و σ بأدائه في الماضي عشان ت Shawf لو فيه أي تدهور في مستوى الشغل

Whether standard deviation or coefficient of variation is the appropriate measure of dispersion to use in a given situation depends on which measure is most constant over the range of strengths of concern. Field experience indicates that standard deviation remains reasonably constant over a limited range of strengths; however, several studies show that coefficient of variation is more nearly constant over a wider range of strengths, especially higher strengths (Cook 1982, 1989). A comparison of level of control between compressive and flexural strengths is easier to evaluate using the coefficient of variation. The coefficient of variation is also a better statistic for within-batch evaluations (Neville 1959; Metcalf 1970; Murdock 1953; Erntroy 1960; Rüsch 1964; and ASTM C802). Standard deviation or the coefficient of variation can be used to evaluate the level of control of conventional-strength concrete mixtures; but for strengths exceeding 5000 psi (35 MPa), the coefficient of variation is preferred.

الترجمة:

يعتمد ما إذا كان الانحراف المعياري أو معامل الاختلاف هو المقياس المناسب للتثبت لل باستخدام في موقف معين على أي من المقياسين هو الأكثر ثباتاً على مدى المقاومات المعنية. تشير الخبرة الميدانية إلى أن الانحراف المعياري يظل ثابتاً بشكل معقول على مدى محدود من المقاومات؛ ومع ذلك، تظهر العديد من الدراسات أن معامل الاختلاف يكاد يكون أكثر ثباتاً على مدى أوسع من المقاومات، خاصة المقاومات الأعلى. (Cook 1982, 1989)

من الأسهل تقييم مقارنة مستوى التحكم بين مقاومات الضغط والانثناء باستخدام معامل الاختلاف. يعد معامل الاختلاف أيضاً إحصائية أفضل للتقييمات داخل الخلطة (Neville 1959; Metcalf 1970; Murdock 1953; Erntroy 1960; Rüsch 1964; and ASTM C802).

يمكن استخدام الانحراف المعياري أو معامل الاختلاف للتقييم مستوى التحكم في خلطات الخرسانة ذات المقاومة التقليدية؛ ولكن بالنسبة للمقاومات التي تتجاوز ٥٠٠٠ رطل/بوصة مربعة (٣٥ هيجا بأسكار)، يفضل استخدام معامل الاختلاف.

الشرح التفصيلي:

نفرض الفقرة دي ونشوف الكود بيقول إيه:

"Whether standard deviation or coefficient of variation is the appropriate measure... depends on which measure is most constant... الانحراف المعياري أو معامل الاختلاف... بتعتمد على مين فيهم بيفضل ثابت أكثر..."

الشرح: الكود بيقولك إننا بندور على المقياس اللي مش بيتفير كتير لها قوة الخرسانة نفسها بتفير يعني لو بنعمل خرسانة ٢٠ ميجا وخرسانة ٤٠ ميجا إحنا عايزين نستخدم المقياس اللي بيفضل تقريباً نفس القيمة في الحالتين عشان نقدر نقارن مستوى التحكم صح.

"Field experience indicates that standard deviation remains reasonably constant over a limited range of strengths... المعياري بيفضل ثابت في مدي محدود من المقاومات... الشرح: يعني لو كل شغلك في المشروع بيتراوح بين ٥ و ٣٥ ميجا بascal ممكن تستخدم الانحراف المعياري (٥) عشان تقارن بينهم لأنه هيفضل تقريباً ثابت في المدى الصغير ده.

"...however, several studies show that coefficient of variation is more nearly constant over a wider range of strengths, especially higher strengths... بقول إن معامل الاختلاف بيفضل ثابت أكثر على مدي واسع من المقاومات، وخصوصاً المقاومات العالية.... الشرح: دي هي النقطة المهمة و لو بتقارن بين خرسانة ٥ ميجا وخرسانة ١٠ ميجا مدي واسع أو لو كل شغلك في الخرسانات عالية المقاومة يبقى الأفضل تستخدم معامل الاختلاف (٧) طيب ليه؟ لأن الدراسات زي دراسات Cook اللي أشار لها قبل كده لقت إن (٧) بيفضل ثابت أكثر في الحالات دي وده بيختلي المقارنة عادلة وده نفس الكلام اللي شرحناه في **الجزء ا** (٤,٢,٣,١).

"A comparison... between compressive and flexural strengths is easier to evaluate using the coefficient of variation المقارنة بين مقاومة الضغط و مقاومة الشد أسهل باستخدام معامل الاختلاف... الشرح: دي ميزة تانية لمعامل الاختلاف و لو عايز تقارن مستوى التحكم في خلطة الضغط) اللي بتتقاس بال MPa بخلطة الشد اللي بتتقاس بال MPa برضه بس أرقامها أقل بكثير مينفعش تقارن الانحراف المعياري بتاعهم و لازم تستخدم معامل الاختلاف (٧) لأنه نسبة مئوية وملوش وحدة فيختلي المقارنة ممكنة وعادلة.

"The coefficient of variation is also a better statistic for within-batch evaluations... معامل الاختلاف هو كمان إحصائية أفضل لتقديرات داخل الخلطة..."

الشرح: الكود هنا بيضيف ميزة تالتة و بيقولك إن معظم الخبراء في المجال ذكر أسماء كتير زي **Murdock** و **Neville** بيفضلوا استخدام معامل الاختلاف داخل الخلطة (٧١) عشان يحكموا على جودة شغل الاختبار في الموقع والمعلم.

"Standard deviation or the coefficient of variation can be used... for conventional-strength... but for strengths exceeding 5000 psi (35 MPa), the coefficient of variation is preferred. ممكن تستخدم أي واحد فيهم للخرسانات العادية... لكن للمقاومات اللي أعلى من ٣٥ ميجا بascal، معامل الاختلاف هو المفضل.

الشرح: دي هي الزونة النهائية" بتاعة الفقرة و الكود بيخلص لك الموضوع وبيقولك خرسانة عادية أقل من ٣٥ ميجا بascal ممكن تستخدم (٥) أو (٧) الاتنين شغالين. أما الخرسانة عالية المقاومة أعلى من ٣٥ ميجا بascal الأفضل والأدق إنك تستخدم معامل الاختلاف (٧).

الزونة النهائية للفقرة: الفقرة دي بتحل لنا حيرة كبيرة. بقولك باختصار: لو بتقارن حاجات شبه بعض خرسانات عادية في مدي ضيق ممكن تستخدم الانحراف المعياري (٥) و لكن لو بتقارن حاجات مختلفة أوي مقاومات عالية ومنخفضة أو ضغط وشد أو لو شغلك كله في الخرسانات عالية المقاومة يبقى لازم تستخدم معامل الاختلاف (٧) عشان مقارنتك تبقى عادلة وصحيحة.

with f'_c up to 5000 psi (35 MPa). Table 4.4 provides control standards for concretes with f'_c exceeding 5000 psi (35 MPa).

These control standards were adopted based on examination and analysis of compressive strength data by ACI Committees 214, Evaluation of Strength Tests, and 363, High-Strength Concrete. Strength tests were conducted using 6 x 12 in. (150 x 300 mm) cylinders. The control standards are, therefore, applicable to specimens of this size that have been tested at 28 days. These standards may be applicable with minor differences to other cylinder sizes, such as 4 x 8 in. (100 x 200 mm), as recognized in ASTM C31/C31M.

These control standards were adopted based on... data by ACI "...Committees 214... and 363 ... (المعايير دي متاخدة بناءً على... بيانات من لجان 214 ...ACI ... و 363...)"

الشرح: هنا الكود بيقولك إن الأرقام اللي في الجداول دي مش متآلفة دي خلاصة تحليل كمية ضخمة من بيانات المشاريع الحقيقة والتي قامت بها اللجان المتخصصة في الكود الأمريكي لجنة 214 بتاعة تقييم الاختبارات، ولجنة 363 بتاعة الخرسانة عالية المقاومة يعني دي أرقام مبنية على خبرة وتجارب سنين طويلة.

Strength tests were conducted using 6 x 12 in. (150 x 300 mm) "cylinders". (اختبارات المقاومة اتعملت باستخدام أسطوانات ٦٠٠ × ٣٠٠ مم.)

الشرح: دي معلومة مهمة جداً بيقولك إن الأرقام اللي في الجداول دي معمولة أساساً على نتائج تكسير الأسطوانات الكبيرة مقاس ١٥ × ٣٠ سم.

The control standards are, therefore, applicable to specimens "of this size that have been tested at 28 days" (وبالتالي، المعايير دي بتنطبق على العينات من الحجم ده اللي اتكسرت عند ٢٨ يوم.)

الشرح: هنا بيحط شرطين تانيين: الأرقام دي بتنطبق على الأسطوانات الكبيرة وبتنطبق على نتائج تكسير عمر ٢٨ يوم ولو بتكسر عند ٧ أيام ممكن الأرقام تختلف شوية.

These standards may be applicable with minor differences to "...other cylinder sizes, such as 4 x 8 in. (100 x 200 mm) (المعايير دي ممكن تتنطبق مع اختلافات بسيطة على أحجام الأسطوانات الثانية، زي ٤٠٠ × ٢٠٠ مم...)"

الشرح: طيب لو أنا باستخدام الأسطوانات الصغيرة مقاس ٤٠ × ١٠ سم اللي بقت منتشرة دلوقتي؟ الكود بيقولك ممكن تستخدم نفس الجداول بس خلي في بالك إن ممكن يكون فيه اختلافات بسيطة و الفقرة اللي جاية هتشرح إيه هي الاختلافات دي.

الزونة النهائية للفقرة:

الفقرة دي بتقدم لنا كتالوج الجداول اللي جاية و بتقولنا إن فيه جدولين للحكم واحد للخرسانة العادية و واحد للعالية المقاومة وإن الأرقام دي جاية من خبرة لجان الكود و مبنية على نتائج الأسطوانات الكبيرة (٤٠×١٥) اللي اتكسرت عند ٢٨ يوم و بتقولنا إننا ممكن نستخدمها للأسطوانات الصغيرة بس بحذر و معرفة إن فيه فروقات بسيطة.

الترجمة

يقدم الجدول ٤,٣ معايير التحكم المناسبة للخرسانات ذات مقاومة ذات مقاومة (f'_c) تصل إلى ٥٠٠ رطل/بوصة مربعة (٣٥ ميغا باسكال). يوفر الجدول ٤,٤ معايير التحكم للخرسانات ذات مقاومة (f'_c) تتجاوز ٥٠٠ رطل/بوصة مربعة (٣٥ ميغا باسكال). تم اعتماد معايير التحكم هذه بناءً على فحص وتحليل بيانات مقاومة الضغط من قبل لجان ACI 214 (تقييم اختبارات المقاومة) و 363 (الخرسانة عالية المقاومة). تم إجراء اختبارات المقاومة باستخدام أسطوانات مقاس ٦ × ١٢ بوصة (١٥٠ × ١٢٠ مم). وبالتالي، فإن معايير التحكم هذه قابلة للتطبيق على العينات من هذا الحجم التي تم اختبارها عند ٢٨ يوماً. قد تكون هذه المعايير قابلة للتطبيق مع اختلافات طفيفة على أحجام الأسطوانات الأخرى، مثل ٤ × ٨ بوصة (٤٠٠ × ٢٠٠ مم)، كما هو معترف به في ASTM C31/C31M.

الشرح التفصيلي

نفصص الفقرة دي ونشوف بتقول إيه عن الجداول اللي جاية:

Table 4.3 gives control standards... up to 5000 psi (35 MPa). Table 4.4 provides control standards... exceeding 5000 psi (35 MPa). (جدول ٤,٣ بيدي معايير التحكم... لحد ٣٥ ميغا باسكال. جدول ٤,٤ بيدي معايير التحكم... اللي أعلى من ٣٥ ميغا باسكال.)

الشرح: الكود هنا بيقسم الشغل لجزأين وده بيأكد على الكلام اللي قاله في الفقرة اللي فاتت و بيقولك: هنعمل جدولين للحكم جدول للخرسانات العادية **جدول ٤,٣** وجدول للخرسانات عالية المقاومة **جدول ٤,٤** وده منطقى لأننا لسه قايلين إن سلوكهم مختلف.

The overall and within-batch coefficient of variation for 4 x 8 in. (100 x 200 mm) cylinders was found to be slightly higher compared with 6 x 12 in. (150 x 300 mm) cylinders for the same concrete mixture (Detwiler et al. 2006; ASTM C39/C39M). Therefore, to reduce the variation of test results from 4 x 8 in. (100 x 200 mm) cylinders, the average strength of at least three 4 x 8 in. (100 x 200 mm) cylinders should be used to determine compressive strength, as required by ACI 318.

الترجمة:

وجد أن معامل الاختلاف الكلي وداخل الخلطة للأسطوانات مقاس 4×8 بوصة (100×200 مم) أعلى قليلاً مقارنة بالأسطوانات مقاس 6×12 بوصة (150×300 مم) لنفس خلطة الخرسانة (Detwiler et al. 2006; ASTM C39/C39M). لذلك، لتنقلي تباين نتائج الاختبار من الأسطوانات مقاس 4×8 بوصة (100×200 مم)، يجب استخدام متوسط مقاومة ثلاثة أسطوانات على الأقل مقاس 4×8 بوصة (100×200 مم) لتحديد مقاومة الضغط، كما هو مطلوب في ACI 318.

الشرح التفصيلي

وكالعادة نفحص الفقرة دي ونشوف حكاية الأسطوانات الصغيرة دي ونشوف الكود بيتعامل معها إزاى:

The overall and within-batch coefficient of variation "for 4 x 8 in... cylinders was found to be slightly higher ...compared with 6 x 12 in... cylinders ... معامل الاختلاف الكلي وداخل الخلطة للأسطوانات الصغيرة... طبع أعلى شوية من الأسطوانات الكبيرة..."

الشرح: هنا الكود بيقولك المعلومة المهمة اللي بنعليها قراره. الدراسات زي دراسة Detwiler لقت إن الأسطوانات الصغيرة (20×10) نتائجها بتلعلها أكثر من نتائج الأسطوانات الكبيرة (30×15) لنفس الخرسانة. يعني معامل الاختلاف (V) بتاعها بيقى أعلى شوية. ليه؟ لأن الأسطوانة الصغيرة حساسة أكثر لـ σ عيب صغير ولو فيها حباية زلط كبيرة شوية أو فراغ هو صغير تأثيره بيقى أكبر على النتيجة النهائية مقارنة بالأسطوانة الكبيرة.

Therefore, to reduce the variation... the average strength of at least three 4 x 8 in... cylinders should ...be used" (لذلك، عشان نقلل التباين ده... لازم نستخدم متوسط مقاومة ثلاثة أسطوانات صغيرة على الأقل...).

الشرح: دي هي الزتونة والقرار اللي الكود ACI 318 خده عشان يحل المشكلة دي. قالك: "بما إن الأسطوانة الصغيرة لوحدها نتائجها مش مضمونة أوي، بيقى عشان نطلع بنتيجة اختبار واحدة نعتمد عليها لازم نكسر 3 أسطوانات صغيرة ونأخذ متوسط بتاعهم.

تفتكر ليه؟ ده بيرجعنا لمفهوم إحصائي بسيط: كل ما زاد عدد العينات اللي بتاخذ متوسطها كل ما كانت النتيجة أقرب للحقيقة وأقل تأثراً بالصدفة و لما بتاخذ متوسط 3 أسطوانات لو واحدة فيهم طلعت نتائجها شاذة عاليه أوي أو واطية أوي تأثيرها على المتوسط النهائي بيقى أقل.

(... زي ما هو مطلوب في ACI 318...). الشرح: هنا بيأكيد إن الكلام ده مش مجرد توصية ده بقى متطلب إلزامي في الكود الأساسي للتصميم (ACI 318).

الزتونة النهائية للفقرة:

الفقرة دي بتقولك باختصار: الأسطوانات الصغيرة (20×10) نتائجها متشتتة أكثر من الكبيرة (30×15). عشان نعالج المشكلة دي ونطلع بنتيجة اختبار واحدة نثق فيها الكود بيلزمتنا إننا نكسر 3 أسطوانات صغيرة ونأخذ متوسط بتاعهم بدل من 2 بس في حالة الأسطوانات الكبيرة وده نفس الكلام اللي شرحناه في **الجزء ٤.٢** لما عرفنا "نتيجة الاختبار".

As a measure of the within-batch error, some international specifiers find averaged pair differences up to 145 psi (1 MPa) representative of "good" control, and accept differences up to 290 psi (2 MPa) as "acceptable" control (Day 2006).

Because the pair differences represent the range of two-cylinder tests, the standard deviations at these levels can be estimated by dividing the pair difference by 1.128, from Table 4.1, to get 128 psi (0.88 MPa) and 257 psi (1.77 MPa), respectively.

الترجمة:

كمقياس لخطأ داخل الخلطة، يجد بعض وأضعى المعاصفات الدوليين أن متوسط فروق الأزواج حتى 145 رطل/بوصة مربعة (1 ميجا باسكال) يمثل تحكمًا جيدًا، ويقبلون الفروق حتى 290 رطل/بوصة مربعة (2 ميجا باسكال) كتحكم مقبول (Day 2006). نظرًا لأن فروق الأزواج تمثل مدى اختبارات الأسطوانات، يمكن تقدير الانحرافات المعيارية عند هذه المستويات عن طريق قسمة فرق الزوج على 1.128 ، من الجدول ٤.١، للحصول على 128 رطل/بوصة مربعة (0.88 ميجا باسكال) و 257 رطل/بوصة مربعة (1.77 ميجا باسكال) على التوالي.

الشرح التفصيلي :
يلد بینا نفحص الفقرة دي ونشوف بتقول إيه:

As a measure of the within-batch error, some international specifiers find averaged pair differences up to 145 psi (1 MPa) ...representative of good control ...كمقياس لخطأ داخل الخلطة، بعض المعاصفات العالمية تعتبر إن متوسط فرق الزوج لحد 145 رطل/بوصة مربعة (1 ميجا باسكال) يمثل تحكم جيد...).

الشرح: الكود هنا بيديينا معلومة من المطبخ العالمي بيقولك إن فيه بعض المعاصفات بره أمريكا زي ما ذكر الخبرير Ken Day في كتابه بتستخدم طريقة سريعة وبسيطة عشان تحكم على جودة شغل الاختبار في الموقع والطريقة دي هي إنهم بيصوا على فرق الزوج اللي هو الفرق بين نتائج تكسير الأسطوانات اللي متاخدين من نفس العينة وده هو نفسه المدى R اللي شرحناه في **الجزء ٤.٢.٣.٣**.

الحكم السريع: لو متوسط الفروق دي في حدود 1 ميجا باسكال بيقى شغل الاختبار بتاعك جيد.

and accept differences up to 290 psi (2 MPa) as ...
(...وبينبأوا الفروق لحد ٢ ميجا باسكال كتحكم مقبول).

الشرح: طيب لو الفرق زاد عن ١ ميجا؟ بيقولك لو متوسط الفروق دي وصل لحد ٢ ميجا باسكال ممكن نعتبره مقبول و لكن لو زاد عن كده بيق فيه مشكلة واضحة في شغل الاختبارات ولازم تتدخل.

Because the pair differences represent the range...
the standard deviations... can be estimated by
...dividing... by 1.128
العدي... ممكن نقدر الانحراف المعياري بإننا نقسم...
على ١.٢٨ (...)

الشرح: هنا الكود بيرجع يربط لنا الطريقة السريعة دي بالطريقة الأدق اللي اتعلمناها و بيقولك: تفتكروا المعادلة $d_2 = R / d_1$ اللي خذناها في الجزء ٤,٣,١ و بما إن متوسط فرق الزوج هو نفسه متوسط العدي R وبما إننا بنكسر أسطوانتين يعني $d_2 = 1.128$ من **جدول ٤,١** يبقى نقدر نترجم الأرقام دي لأنحراف معياري.

يعني تحكم جيد فرق ١ ميجا = انحراف معياري داخل الخلطة (١٤) حوالي ٠,٨٨ ميجا باسكال.

وتحكم مقبول فرق ٢ ميجا = انحراف معياري داخل الخلطة (١٤) حوالي ١,٧٧ ميجا باسكال.

الزتونة النهائية للفقرة:
الفقرة دي بتديينا "مسطرة سريعة للحكم على جودة شغل الاختبارات في الموقع. بتقولك بص على الفرق بين نتتيجي تكسير كل أسطوانتين متاخدين من نفس العينة. لو متوسط الفروق دي في حدود ١ ميجا باسكال يبقى شغلك جيد لو في حدود ٢ ميجا يبقى مقبول لو أكثر من كده يبقى عندك مشكلة. ودي طريقة سريعة بتدي نفس معنى حساب الانحراف المعياري داخل الخلطة". (٤,١)

Table 4.3—Standards of concrete control for $f'_c \leq 5000$ psi (35 MPa)

Overall variation

Class of operation	Standard deviation for different control standards, psi (MPa)				
	Excellent	Very good	Good	Fair	Poor
General construction testing	Below 400 (below 2.8)	400 to 500 (2.8 to 3.4)	500 to 600 (3.4 to 4.1)	600 to 700 (4.1 to 4.8)	Above 700 (above 4.8)
Laboratory trial batches	Below 200 (below 1.4)	200 to 250 (1.4 to 1.7)	250 to 300 (1.7 to 2.1)	300 to 350 (2.1 to 2.4)	Above 350 (above 2.4)

جدول ٤,٣ - معايير التحكم في الخرسانة للمقاومة $f'_c \leq 5000$ رطل/بوصة مربعة (٣٥ ميجا باسكال)
الاختلاف الكلي

فئة التسليم	الانحراف المعياري لمعايير التحكم المختلفة، رطل لكل بوصة مربعة (ميجاباسكال)				
	ضعيف	مقبول	جيد	جيد جداً	ممتاز
اختبارات الإنشاءات العامة	من ٤,٨ (٤,٨) إلى ١٤ (١٤)	من ٣,٤ (٣,٤) إلى ٥٠ (٥٠)	من ٣,٤ (٣,٤) إلى ٦٠ (٦٠)	من ٣,٤ (٣,٤) إلى ٧٠ (٧٠)	من ٤٠٠ (٤٠٠) إلى ٤٠٠ (٤٠٠)
خلطات التجارب المعملية	من ٣,٤ (٣,٤) إلى ٣٥ (٣٥)	من ١,٧ (١,٧) إلى ٣٠ (٣٠)	من ١,٧ (١,٧) إلى ٣٥ (٣٥)	من ١,٤ (١,٤) إلى ٥٠ (٥٠)	من ٢٠٠ (٢٠٠) إلى ٣٥٠ (٣٥٠)

الشرح لجدول ٤,٣

الجدول ده عبارة عن مسطرة بتقييس بيه جودة التحكم في مشروعك. عشان تستخدمه، لازم الأول تحسب الانحراف المعياري الكلي (٤) بتاعك اللي اتعلمنا تحسبه في **الجزء ٤,٢,٢** بعد ما تطلع الرقم ده تيجي للجدول وتشوف أنت واقع في أنهي خانة.

هنفсс صفوف وأعمدة الجدول:

الأعمدة: درجات التقييم (ممتاز، جيد جداً، ... ضعيف)
دي هي النتيجة النهائية اللي هتاخدها و زي درجات الامتحان بالظبط. كل ما الانحراف المعياري بتاعك قل، كل ما درجتك كانت أعلى.

الصف الأول: اختبارات الإنشاءات العامة (testing)

ده إيه؟ ده الصف اللي يهم ٩٩% من المهندسين و ده بيمثل الشغل العادي في أي مشروع إنشاءات: خرسانة جاية من محطة خلط و بتتصب في الموقع و بنادق منها عينات نكسرها يعني ده يمثل شغل السوق الحقيقي بكل مشاكله.

- طيب إزاي تستخدمه؟
- ١- أحسب الانحراف المعياري الكلي (٤) بتاعك من نتائج التكسير في المشروع (مثلاً لآخر ٣٠ اختبار).
 - ٢- نفترض إن (٤) طلع معاك ٣,٢ ميجا باسكال.
 - ٣- تمسك الرقم ده وتدخل بيه على الصف الأول و هتلافق إن ٣,٢ واقعة في الخانة بين (٣,٨) و (٣,٤).
 - ٤- تطلع فوق تشووف الخانة دي مكتوب تحتها إيه و هتلافق مكتوب جيد جداً **Very good**.
 - ٥- القرار: مبروك يا هندسة! مستوى التحكم في مشروعك جيد جداً. ده معناه إن محطة الخلط وشغل الموقع عندك متناغمين ومستقرين.

سيناريو تاني:

لو حسبت (٤) وطلع معاك ٤,٥ ميجا باسكال.
هتدخل بالرقم ده على الصف الأول، هتلافقه واقع في الخانة بين (٤,١) و (٤,٨).

طلع فوق تلاقي مكتوب مقبول (Fair).
القرار: انتبه يا هندسة! مستوى التحكم عندك مقبول بس. ده معناه إن فيه تشتت كبير في النتائج، ولازم تبدأ تدور على السبب. هل المشكلة في المحطة (٢) ولا في شغل الاختبار (١)؟ زي ما اتعلمنا في **الجزء ٤,٣**.

إذاً تستخدم الجدول ده؟

ا. الأول تحسب معامل الاختلاف داخل الخلطة (71) تفتكر بتحسبه إزاى؟ من **الجزء ٤,٣** الأول بتحسب ١٥ وبعدين نقسمه على المتوسط \bar{x} ونضرب في ١٠٠).

ب. بعد ما تطلع الرقم ده اللي هو نسبة مئوية تيجي للجدول وتشوف أنت واقع في أنهى خانة.

يلا نفصص صفوف الجدول:

الصف الأول: اختبارات التحكم الميداني **Field control testing** ده إيه؟ ده الصف اللي بيحكم على جودة شغل فن المعمل اللي في الموقع و هل هو بياخد العينات صح؟ بيعمل الأسطوانات صح؟ بيعالجها صح؟ بينقلها للمعمل صح؟ هل فن المعمل اللي بيكسر بيهضر العينة صح وبيكسرها صح؟ كل ده بيتقاس هنـا.

إذاً تستخدمه؟

نفترض إنك حسبت (71) وطلع معاك ٣٥٪.

تمسك الرقم ده وتدخل بيـه على الصـف الأول و هـتلاقـي إن ٣٥٪ واقـعـة فيـ الخـانـةـ بيـنـ (٣٠ و ٤٠).

طلع فوق تـشـوـفـ الخـانـةـ دـيـ مـكـتـوبـ تـحـتـهاـ إـيـهـ هـتـلـاقـيـ مـكـتـوبـ جـيـدـ

الـقـارـارـ مـبـرـوكـ! شـفـلـ الـفـنـيـنـ بـتـوـعـكـ فـيـ المـوـقـعـ وـمـعـلـ جـيـدـ جـاـدـ وـ دـهـ مـعـنـاهـ إـنـهـ مـدـرـبـيـنـ كـوـيـسـ وـشـفـلـهـمـ ثـابـتـ وـمـفـيـهـوـشـ أـخـطـاءـ كـتـيرـ.

سيناريو تاني:

لو حسبت (71) وطلع معاك ٥٥٪.

هـتـدـخـلـ بـالـرـقـمـ دـهـ عـلـىـ الصـفـ الأولـ،ـ هـتـلـاقـيـهـ وـاقـعـ فـيـ الخـانـةـ بيـنـ (٥٠ و ٦٠).

طلع فوق تـلـاقـيـ مـكـتـوبـ مـقـبـولـ **Fair**.

الـقـارـارـ أـنـتـهـ يـاـ هـنـدـسـةـ! فـيـهـ مـشـكـلـةـ فـيـ شـفـلـ الـاـخـتـيـارـاتـ عـنـدـكـ.ـ لـذـمـ تـرـاجـعـ عـلـىـ الـفـنـيـنـ بـتـوـعـكـ.ـ هـلـ الـقـوـالـبـ بـتـاـعـتـهـمـ سـلـيـمـةـ؟ـ هـلـ بـيـسـتـخـدـمـوـاـ قـضـيـبـ الدـمـكـ صـحـ؟ـ هـلـ بـيـحـمـمـوـاـ الـعـيـنـاتـ مـنـ الشـمـسـ وـالـهـوـاـ أـوـلـ ٢٤ـ سـاعـةـ؟ـ هـلـ مـاـكـيـنـةـ التـكـسـيـرـ مـتـعـاـيـرـ؟ـ الـرـقـمـ دـهـ بـيـقـولـكـ إـنـ فـيـهـ مـشـكـلـةـ فـيـ الـخـطـوـاتـ دـيـ وـلـازـمـ تـلـهـلـاـ.

الصف الثاني: خلطات التجارب المعملية **Laboratory trial batches**

ده إيه؟ ده بـيـقـيـسـ جـوـدـةـ شـفـلـ فـنـ الـمـعـلـ وـ بـمـاـ إـنـ كـلـ الـظـرـوفـ مـثـالـيـةـ الـكـوـدـ بـيـتـوـعـعـ هـنـكـ تـشـتـتـ أـقـلـ بـكـتـيرـ.ـ لـوـ الـرـقـمـ دـهـ طـلـعـ عـالـ،ـ بـيـقـيـ الـفـنـ الـلـيـ فـيـ الـمـعـلـ نـفـسـهـ مـحـتـاجـ تـدـرـيـبـ.

الـزـوـنـةـ النـهـائـيـةـ لـلـجـزـءـ دـهـ مـنـ الـجـدـولـ:

الـجـزـءـ الـأـلـأـوـلـ مـنـ الـجـدـولـ بـتـاعـ الـانـحـرـافـ الـمـعـيـارـيـ الـكـلـيـ σ حـكـمـ عـلـىـ الـمـشـرـوـعـ كـلـهـ (ـمـحـطةـ +ـ مـوـقـعـ)ـ وـ الـجـزـءـ دـهـ مـنـ الـجـدـولـ بـتـاعـ مـعـاـلـ الـاـخـتـلـافـ دـاخـلـ الـخـلـطـةـ 71ـ بـيـحـكـمـ عـلـىـ شـفـلـ الـمـوـقـعـ وـ الـمـعـلـ بـسـ وـ لـمـ تـقـارـنـ النـتـيـجـيـتـيـنـ بـتـقـدـرـ تـعـرـفـ مـصـدـرـ الـمـشـكـلـةـ وـ لـوـ تـقـيـمـكـ فـيـ الـجـدـولـ الـأـلـأـوـلـ ضـعـيـفـ وـ تـقـيـمـكـ فـيـ الـجـدـولـ دـهـ مـفـتـازـ بـيـقـيـ

الـمـشـكـلـةـ ٩٩ـ %ـ فـيـ مـحـطةـ الـخـلـطـ وـ لـوـ الـعـكـسـ بـيـقـيـ الـمـشـكـلـةـ عـنـدـكـ أـنـتـ فـيـ الـمـوـقـعـ.

الصف الثاني: خلطات التجارب المعملية (Laboratory trial batches)

ده إيه؟ ده الصـفـ الـخـاصـ بـشـفـلـ الـمـعـلـ الـبـحـثـ.ـ لـمـ بـتـكـونـ لـسـهـ بـتـصـمـمـ خـلـطـةـ جـدـيـدةـ وـبـتـعـمـلـهـ كـلـهـ جـوـهـ الـمـعـلـ تـحـتـ ظـرـوفـ مـثـالـيـةـ وـمـتـحـكـمـ فـيـهاـ ١٠٠ـ %ـ.ـ لـيـهـ أـرـقـامـ أـقـلـ بـكـتـيرـ؟ـ لـأـنـ فـيـ الـمـعـلـ مـفـيـشـ مـشـاـكـلـ شـفـلـ الـسـوقـ:ـ مـفـيـشـ عـرـبـيـةـ اـتـأـخـرـتـ فـيـ الـطـرـيقـ،ـ مـفـيـشـ حـرـارـةـ شـمـسـ،ـ مـفـيـشـ فـنـ بـيـاـخـدـ الـعـيـنـةـ غـلـطـ.ـ كـلـ حـاجـةـ تـحـتـ الـسـيـطـرـةـ الـكـامـلـةـ.ـ عـشـانـ كـدـهـ الـكـوـدـ بـيـتـوـعـ مـنـكـ انـحـرـافـ مـعـيـارـيـ قـلـيلـ جـداـ.ـ لـوـ طـلـعـ الـانـحـرـافـ الـمـعـيـارـيـ بـتـاعـكـ فـيـ الـمـعـلـ عـالـيـ،ـ بـيـقـيـ فـيـهـ مـشـكـلـةـ كـبـيرـةـ فـيـ تـصـمـيمـ الـخـلـطـةـ نـفـسـهـاـ.

الزـوـنـةـ النـهـائـيـةـ لـلـجـدـولـ:

الـجـدـولـ دـهـ هـوـ لـوـحةـ الـتـحـكـمـ بـتـاعـتـكـ.ـ بـتـحـسـبـ الـانـحـرـافـ الـمـعـيـارـيـ الـكـلـيـ (٥)ـ بـتـاعـكـ،ـ وـتـدـخـلـ بـيـهـ عـلـىـ الصـفـ الأولـ (ـبـتـاعـ شـفـلـ الـمـوـاـقـعـ)ـ،ـ وـتـشـوـفـ تـقـيـمـكـ إـيـهـ.ـ لـوـ تـقـيـمـكـ جـيـدـ أـوـ أـحـسـنـ،ـ بـيـقـيـ أـنـتـ فـيـ السـلـيـمـ.ـ لـوـ تـقـيـمـكـ مـقـبـولـ أـوـ ضـعـيـفـ،ـ بـيـقـيـ دـهـ إـنـذـارـ بـيـقـولـكـ لـازـمـ تـتـحـرـكـ وـتـشـوـفـ مـصـدـرـ الـمـشـكـلـةـ فـيـنـ قـبـلـ مـاـ تـحـصـلـ كـارـثـةـ.ـ الـجـدـولـ دـهـ بـيـحـولـ الـأـرـقـامـ الـمـجـرـدـةـ إـلـىـ تـقـيـمـ وـاضـحـ وـمـبـاـشـرـ لـمـسـتـوـيـ الـجـوـدـةـ فـيـ مـشـرـوـعـكـ.

Within-batch variation

Class of operation	Coefficient of variation for different control standards, %				
	Excellent	Very good	Good	Fair	Poor
Field control testing	Below 3.0	3.0 to 4.0	4.0 to 5.0	5.0 to 6.0	Above 6.0
Laboratory trial batches	Below 2.0	2.0 to 3.0	3.0 to 4.0	4.0 to 5.0	Above 5.0

الـاـخـتـلـافـ دـاخـلـ الـخـلـطـةـ

فـنـ	مـعـاـلـ الـاـخـتـلـافـ لـمـعـاـيـرـ الـتـحـكـمـ الـمـخـتـلـفـ %				
	الـتـشـفـيلـ	مـقـتـازـ	مـقـبـولـ	مـضـعـيـفـ	مـعـتـازـ
اخـتـيـارـاتـ الـتـحـكـمـ الـمـيـدـانـيـ	أـقـلـ مـنـ ٣٠٪	٤٠٪ إـلـىـ ٥٠٪	٥٠٪ إـلـىـ ٦٠٪	٦٠٪ إـلـىـ ٧٠٪	أـعـلـىـ مـنـ ٧٠٪
خـلـطـاتـ الـتـجـارـبـ الـمـعـمـلـيـةـ	أـقـلـ مـنـ ٢٠٪	٢٠٪ إـلـىـ ٣٠٪	٣٠٪ إـلـىـ ٤٠٪	٤٠٪ إـلـىـ ٥٠٪	أـعـلـىـ مـنـ ٥٠٪

الـشـرـحـ التـفـصـيـلـيـ

الجزـءـ دـهـ مـنـ الـجـدـولـ هـوـ الـمـيـكـرـوـسـكـوبـ الـلـيـ بـنـبـصـ بـيـهـ عـلـىـ شـفـلـ الـمـوـقـعـ وـ الـمـعـمـلـ فـقـطـ وـ بـنـجـاهـلـ بـيـهـ مـشـاـكـلـ مـحـطةـ الـخـلـطـ وـ هـوـ الـجـزـءـ ثـانـيـ مـنـ جـوـلـ ٤,٣ـ تـقـيـمـ الـاـخـتـلـافـ دـاخـلـ الـخـلـطـةـ.

لـيـهـ بـنـسـتـخـدـمـ مـعـاـلـ الـاـخـتـلـافـ (٧)ـ هـنـاـ مـشـ الـانـحـرـافـ الـمـعـيـارـيـ (٥)ـ؟ـ

رـىـ مـاـ شـرـحـنـاـ فـيـ الـفـقـرـةـ ثـانـيـةـ مـنـ جـوـلـ ٤,٥ـ الـخـرـاءـ بـيـفـضـلـوـاـ اـسـتـخـدـمـ مـعـاـلـ الـاـخـتـلـافـ (٧)ـ عـشـانـ يـحـكـمـوـاـ عـلـىـ شـفـلـ الـاـخـتـلـافـ within-batchـ الـخـلـطـةـ لـأـنـهـ بـيـعـبـرـ عـنـ التـشـتـتـ كـنـسـيـةـ مـنـ الـمـقـوـسـ،ـ وـ دـهـ بـيـخـلـيـهـ مـقـيـاسـ عـادـلـ أـكـثـرـ.

Table 4.4—Standards of concrete control for $f'_c \geq 5000$ psi (35 MPa)

Overall variation					
Class of operation	Coefficient of variation for different control standards, %				
	Excellent	Very good	Good	Fair	Poor
General construction testing	Below 7.0	7.0 to 9.0	9.0 to 11.0	11.0 to 14.0	Above 14.0
Laboratory trial batches	Below 3.5	3.5 to 4.5	4.5 to 5.0	5.0 to 7.0	Above 7.0

جدول ٤-٤ - معايير التحكم في الخرسانة للمقاومة $f'_c \geq 5000$ رطل/بوصة مربعة (٣٥ ميجا باسكال)

الاختلاف الكلي

فئة التشغيل	معامل الاختلاف لمعايير التحكم المختلفة %				
	ممتاز	جيد جداً	جيد	مقبول	ضعيف
اختبارات الإنشاءات العامة	أقل من ٧,٠	٩,٠ إلى ٧,٠	١١,٠ إلى ٩,٠	١٤,٠ إلى ١١,٠	أعلى من ١٤,٠
خلطات التجارب المعملية	أقل من ٣,٥	٤,٥	٤,٥ إلى ٣,٥	٧,٠ إلى ٥,٠	أعلى من ٧,٠

الشرح لجدول ٤-٤

الجدول ده هو الترعمومتر بتاع الخرسانات عالية المقاومة بس فيه فرق جوهري عن الجدول اللي فات. أهم ملاحظة: ليه بنستخدم معامل الاختلاف (٧) هنا مش الانحراف المعياري (٥)؟

زي ما الكود قال لنا بالحرف في الفقرة الثانية من ٤,٥ للمقاومات التي تتجاوز ٣٥ ميجا باسكال يفضل استخدام معامل الاختلاف طيب ليه؟ لأن (٧) بيفضل ثابت أكثر لها المقاومات بتبق عالية وده بيخليل الحكم بتاعنا عادل ودقيق وعشان كده الجدول ده كله مبني على معامل الاختلاف الكلي (٧).

إزاي تستخدم الجدول ده؟

- ا. الأول تحسب معامل الاختلاف الكلي (٧) بتاعك. تفتكر بنحسبيه إزاي؟ من **الجزء ٤,٣,١** بنحسبيه **٥** الكلي وبعدين نقسمه على المتوسط **٥** ونضرب في **١٠٠**.
- ب. بعد ما تطلع الرقم ده اللي هو نسبة مئوية تيجي للجدول وتشوف أنت واقع في أني خانة.

نفصص صفوف الجدول:

الصف الأول: اختبارات الإنشاءات العامة
General construction testing
ده إيه؟ ده الصف الخاص بشغل المواقع الحقيقي للخرسانات عالية المقاومة.

إزاي تستخدموه؟

نفترض إنك شغال في مشروع كبير بتسخدم فيه خرسانة ٦٠ ميجا باسكال وحسبت معامل الاختلاف الكلي (٧) بتاعك وطلع ٨,٥٪. تمسك الرقم ده وتدخل بيه على الصف الأول. هتلaci في إن ٨,٥ واقعة في الخانة بين (٧,٠ و ٩,٠). تطلع فوق تشووف الخانة دي مكتوب تحتها إيه و هتلaci مكتوب جيد جداً **Very good**.

القرار: برافو يا هندسة! التحكم في الخرسانة عالية المقاومة عندك جيد جداً وده إنجاز كبير لأن التحكم فيها صعب.

سيناريو تاني: لو حسبت (٧) وطلع معاك ١٢,٠٪. هتدخل بالرقم ده على الصف الأول، هتلaci واقع في الخانة بين (١١,٠ و ١٤,٠).

طلع فوق تلaci مكتوب **مقبول** **Fair**. القرار: انتبه! مستوى التحكم عندك يا دوب مقبول و الخرسانة عالية المقاومة حساسة جداً لاي تغير في نسبة المايه أو الإضافات و لازم فوراً تبدأ تحلل المشكلة وتشوف هل هي من المحطة ٢ ولا من الموقعة ١.

ملاحظة مهمة: لو قارنت الأرقام دي بأرقام الجدول اللي فات، هتلaci إن الكود هنا "متسامح" أكثر. يعني في الخرسانة العادي، لو الانحراف المعياري بتاعك على خرسانة ٣٠ ميجا يعني $15\% = 7$ ده يعتبر ضعيف و لكن في الخرسانة عالية المقاومة (٧) بيوصل ل 14% ولسه بيعتبره مقبول و ده اعتراف من الكود بصعوبة التحكم في النوع ده من الخرسانة.

الصف الثاني: خلطات التجارب المعملية **Laboratory trial batches**

ده إيه؟ كالعادة ده بيقيس جودة شغلك في المعمل لما بتعمل خلطات تجريبية عالية المقاومة وبرضه أرقامه أقل بكثير من شغل الموقعة.

الزترنة النهائية للجدول:

الجدول ده هو مسطرة الحكم المخصصة للخرسانات عالية المقاومة و بيسخدم معامل الاختلاف الكلي (٧) كمقاييس أساسية وبيقدم لك تقدير لمستوى التحكم في مشروعك من ممتاز ل ضعيف الأرقام اللي فيه أعلى شوية من الجدول اللي فات وده اعتراف من الكود بأن التحكم في الخرسانة عالية المقاومة أصعب وأكثر حساسية.

Within-batch variation

Class of operation	Coefficient of variation for different control standards, %				
	Excellent	Very good	Good	Fair	Poor
Field control testing	Below 3.0	3.0 to 4.0	4.0 to 5.0	5.0 to 6.0	Above 6.0
Laboratory trial batches	Below 2.0	2.0 to 3.0	3.0 to 4.0	4.0 to 5.0	Above 5.0

الاختلاف داخل الخلطة

فئة التشغيل	معامل الاختلاف لمعايير التحكم المختلفة %				
	ممتاز	جيد جداً	جيد	مقبول	ضعيف
اختبارات التحكم الميداني	أقل من ٣,٠	٤,٠ إلى ٣,٠	٥,٠ إلى ٤,٠	٦,٠ إلى ٥,٠	أعلى من ٦,٠
خلطات التجارب المعملية	أقل من ٣,٠	٣,٠ إلى ٢,٠	٤,٠ إلى ٣,٠	٥,٠ إلى ٤,٠	أعلى من ٥,٠

الجزء الثاني من جدول ٤,٤: تقييم الاختلاف داخل الخلطة للخرسانة عالية المقاومة

الشرح التفصيلي

الجدول ده هو الميكروسكوب اللي بنبص بييه على جودة شغل الاختبارات المفروض الموقع والمعلم لما بنكون شغالين بخرسانة عالية المقاومة.

الملاحظة الجوهرية او الزتونة الكبيرة:
الكود هنا بيقول رسالة واضحة جداً: جودة شغل الاختبارات المفروض متغيرش سواء كنت شغال بخرسانة عادية او خرسانة عالية المقاومة.

يعني إيه؟ يعني الخطوات اللي الفني بيعملها أخذ العينة عمل الأسطوانة المعالجة التكسير هي هي و مفيش عذر إن شغل الاختبارات بيقى متشتت أكثر لمجرد إن الخرسانة قوية و عشان كده الكود استخدم نفس الأرقام بالضبط اللي استخدمها في **جدول ٤,٣**.

التحكم في الإنتاج بتاع الخرسانة عالية المقاومة صعب عشان كده أرقام الاختلاف الكلي ٧ كانت أعلى لكن التحكم في الاختبار بتاعها المفروض يكون بنفس الجودة.

ا-إزاى تستخدم الجدول ده؟ **(نفس طريقة جدول ٤,٣)**

٢-احسب معامل الاختلاف داخل الخلطة (٧١) بتاعك من **الجزء ٤,٣**.

٣-ادخل بالرقم ده على الصف الأول **Field control testing** و شوف تقييمك إيه.

مثال: لو شغال بخرسانة ٦٠ ميجا وحسبت (٧١) وطلع معاك ٤,٥%.

هتدخل بالرقم ده على الصف الأول هتلقيه واقع في الخانة بين ٤,٠ و ٥,٠.

طلع فوق تلقي مكتوب **جيد Good**.

القرار: شغل الفنيين بتوعك **جيد** و مش ممتاز بس لسه في المنطقة الآمنة.

سيناريو تاني: لو (٧١) طلع ٦,٥%.

هتدخل بالرقم ده على الصف الأول، هتلقيه في خانة "أعلى من ٦,٠".

طلع فوق تلقي مكتوب **ضعيف Poor**.

القرار: هنا فيه كارثة! ده معناه إن عندك مشكلة خطيرة في جودة شغل الاختبارات والمشكلة دي ملهاش علاقة بصعوبة الخرسانة عالية المقاومة و دي مشكلة تدريب فنيين أو أدوات بايطة أو إهمال في الخطوات القياسية.

الزتونة النهائية للجدول:

الجدول ده بيحط مسطرة واحدة وثابتة للحكم على جودة شغل الاختبارات **within-batch** لكل أنواع الخرسانة و الرسالة واضحة:
الكود بيتسامح في مشاكل الإنتاج للخرسانة عالية المقاومة لكنه لا يتسامح في مشاكل الاختبار و جودة شغل الفني لازم تكون عالية وثابتة بغض النظر عن قوة الخرسانة اللي بيتعامل معها.

CHAPTER 5—CRITERIA

الفصل الخامس - المعايير

5.1—General

٥-١- عام

The concrete cylinders used to measure strength for contractual acceptance are to be sampled (ASTM C172/C172M), fabricated, standard cured (ASTM C31/C31M), and tested (ASTM C39/C39M) under highly controlled conditions. Generally, the strengths of these cylinders are the primary evidence of the quality of concrete used in the structure. The engineer specifies the desired strength, testing frequency, and the permitted tolerance in compressive strength (ACI 301). Any specified quantity should be expressed with a tolerance.

It is impractical to specify an absolute minimum strength because lower strengths are possible due to random variation, even when control is good.

الترجمة الفنية الكاملة

الأسطوانات الخرسانية المستخدمة لقياس المقاومة للقبول التعاقدى يجب أن يتم أخذ عيناتها (ASTM C172/C172M)، وتصنيعها، ومعالجتها قياسياً (ASTM C31/C31M)، واختبارها (ASTM C39/C39M) تحت ظروف شديدة التحكم. بشكل عام، تعتبر مقاومة هذه الأسطوانات هي الدليل الأساسي على جودة الخرسانة المستخدمة في المنشآت. يحدد المهندس المقاومة المطلوبة، وتكرار الاختبار، والتفاوت المسموح به في مقاومة الضغط (ACI 301). يجب التعبير عن أي كمية محددة مع تفاوت. من غير العملي تحديد مقاومة دنيا مطلقة لأنه من الممكن حدوث مقاومات أقل بسبب التباين العشوائي، حتى عندما يكون التحكم جيداً.

الشرح ١، دى للفقرة:
الفقرة دى بتحط حجر الأساس لفلسفة قبول الخرسانة كلها. بتبدأ بتأكيد بديهي لكنه جوهري: كل أحاجينا بالقبول أو الرفض لازم تكون مبنية على نتائج أسطوانات اتعملت صح ١٠٠% طبقاً للمواصفات القياسية لأن أي خطأ في الاختبار بيلاقي قيمة النتيجة تماماً وبعد كده بتوضح إن المهندس الاستشاري هو اللي بيحط قواعد اللعبة في مستندات المشروع من حيث المقاومة المطلوبة وعدد العينات اللي لازم تأخذها.

والنقطة الأهم اللي بتوصل ليها الفقرة هي فكرة التفاوت أو السماحية و الكود بيقول بشكل صريح إنه من المستحيل عملياً ومن غير المنطقي إننا نطلب إن كل نتائج الاختبارات تكون فوق رقم معين مثلًا فوق ٣٠ ميجا بascal طيب ليه؟ لأننا درسنا في الفصل الرابع إن الخرسانة زي أي عملية إنتاج في الدنيا ليها تشتت عشوائي طبيعي بيلاقي بعض النتائج القليلة جداً تجي أقل من المتوقع حتى لو كان مستوى التحكم في الإنتاج ممتاز و عشان كده لازم نقبل بوجود تفاوت ونسمح بنسبة صغيرة جداً من النتائج إنها تكون أقل من المطلوب وده هو المدخل اللي هيبني عليه الكود كل معايير القبول والرفض اللي جاية.

مثال عملي شامل على الفقرة: تخيل إنك مهندس استشاري في مشروع وكتبت في المقايسة: مطلوب خرسانة مقاومتها ٣٠ ميجا بascal ويتم أخذ عينة كل ٥٠ متر مكعب وفي يوم صب فني المعمل أخذ العينات لكنه بدل ما يحطها في حوض المعالجة القياسي سا بها في الموقع معرضة للشمس ولها جيتوا تكسروا الأسطوانات النتيجة طلعت ٣٧ ميجا بascal هنا لا يمكنك رفض الخرسانة بناءً على هذه النتيجة لأن شرط التحكم الشديد في ظروف الاختبار لم يتحقق و النتيجة دي باطلة ولازم يتم تجاهلها عند الحكم على جودة الخرسانة

لو المقاول قال لك يا باشمهدنوس أنا هضمن لك إن مفيش ولا نتيجة تكسير هتنزل عن ٣٠ ميجا بascal لازم تعرف إن الكلام ده غير واقعي حتى لو جاب أحسن محة خلط في البلد اللي شغلها ممتاز جداً ولكن متوسط إنتاجها ٣٥ ميجا بascal علم الإحصاء بيقول إنه هيظيل فيه احتمال ولو صغير جداً مثلًا في الألف إن نتيجة تطلع ٣٩,٥ ميجا بascal الفقرة دي بتعلمك كمهندسين إنك متطلبس المستحيل وبدل كده تركز على وضع نظام قبول يسمح بهذا التفاوت الطبيعي والمحسوب.

The concrete industry has developed methodologies using standard probabilistic methods and quality-control techniques to determine the magnitude of that tolerance as it applies to the specification and testing of concrete strength. The basic assumption is that concrete strength tests are normally distributed.

With the acceptance of a normal distribution for a population of concrete tests, for a given mean strength, some percentage of test results can be expected to fall below the required concrete strength f_c' ; and some will be greater than the f_c'

الترجمة:

طورت صناعة الخرسانة منهجيات تستخدم الأساليب الاحتمالية القياسية وتقنيات ضبط الجودة لتحديد حجم هذا التفاوت عند تطبيقه على مواصفات واختبار مقاومة الخرسانة. الافتراض الأساسي هو أن اختبارات مقاومة الخرسانة تتبع توزيعاً طبيعياً. مع قبول التوزيع الطبيعي لمجموعة من اختبارات الخرسانة، فإنه لمتوسط مقاومة معين، يمكن توقع أن تقع نسبة مئوية من نتائج الاختبار تحت مقاومة الخرسانة المطلوبة f_c' ; والبعض الآخر سيكون أكبر من f_c' .

الشرح ١، دى للفقرة دى :

بعد ما اتفقنا في الفقرة اللي فاتت إنه لازم يكون فيه تفاوت أو سماحية الفقرة دى بتجاوب على السؤال المنطقي اللي بعده: طيب حجم التفاوت ده كام؟ وهنحدده إزاي؟ الكود هنا بيوضح إن الموضوع مش متترك للأهواء أو التقديرات الشخصية بل بيعتمد على علم الإحصاء ونظريات الاحتمالات.

الفكرة كلها مبنية على حجر الزاوية اللي اتعلمناه في الفصل الرابع وهو أن نتائج اختبارات الخرسانة بتتبع التوزيع الطبيعي أو منحنى الجرس وب مجرد ما بنقبل بالفرضية دي بنفهم إن أي مجموعة نتائج هيكون ليها متوسط حساب وهيكون فيه جزء من النتائج أعلى من المتوسط وجزء أقل منه. والأهم إننا نقدر نتوقع بدقة النسبة المئوية للنتائج اللي هتقع تحت أي قيمة محددة زي المقاومة التصميمية f_c' و الفقرة دى بتمهد الطريق عشان تقول لنا إن

أكواود البناء استخدمت هذا العلم لتحديد نسبة فشل مقبولة، وبناءً عليها صاغت معايير القبول والرفض.

مثال عملي شامل على الفقرة:

تخيل إنك بتراجع بيانات محطة خلط معينة ولقيت إنها بتنتج خرسانة متوسط مقاومتها 35 هو 35 ميجا باسكال والانحراف المعياري بتاعها 5 هو 5 ميجا باسكال والمقاومة التصميمية المطلوبة في مشروعك fc هي 30 ميجا باسكال.

تطبيق فكرة التوزيع الطبيعي: بما إننا عارفين إن النتائج بتتبع منحنى الجرس نقدر نسأل السؤال التالي: بالنسبة للمحطة دي إيه هي النسبة المتنوعة للنتائج اللي هتطلع أقل من 30 ميجا باسكال؟

استخدام علم الإحصاء: بالرجوع [لجدول ٤.٢](#) اللي شرحناه قبل كده هنلاقي إن الفرق بين المتوسط (35) والمقاومة المطلوبة (30) هو 5 ميجا باسكال.

و 5 ميجا باسكال دي تساوي كام انحراف معياري؟ $z = \frac{30 - 35}{5} = -1.0$ انحراف معياري يعني $z \approx -1.67$.

لما نبص في الجدول عند $z = -1.67$ هي هنلاقي إن النسبة المتنوعة للنتائج اللي هتقع تحت المطلوب هي 4.5% . النتيجة: الفقرة دي بتقول إننا باستخدام العلم ده، قدرنا نحدد بدقة إن "حجم التفاوت" أو نسبة الفشل المتنوعة من المحطة دي هي 4.5% . الخطوة التالية (اللي هتيجي في الأكواود) هي إننا نقارن النسبة دي بـ "النسبة المسموح بيها". لو كود ACI بيسمح بنسبة فشل تصل إلى 5% مثلاً، بيقى المحطة دي مقبولة. لو الكود بيسمح بـ 1% بس، بيقى المحطة دي مرفوضة ولازم تحسن من جودة تحكمها.

When samples are selected randomly, there is a small probability that the low strength results correspond to concrete located in a critical area. The consequences of a localized zone of low-strength concrete in a structure depend on many factors, including:

- Early overload probability;
- Location and magnitude of the low-quality zone in the structural element;
- Degree of reliance placed on strength in design;
- Cause of the low strength; and
- Implications, economic and otherwise, of loss of serviceability or structural failure.

الترجمة

عندما يتم اختيار العينات عشوائياً، هناك احتمال ضئيل بأن تتوافق نتائج المقاومة المتنوعة مع خرسانة تقع في منطقة حرجة. تعتمد عواقب وجود منطقة موضعية من الخرسانة منخفضة المقاومة في المنشأ على العديد من العوامل، بما في ذلك:

- احتمال التحميل الزائد المبكر.

- موقع وحجم المنطقة ذات الجودة المتنوعة في العنصر الإنساني

- درجة الاعتماد على المقاومة في التصميم

- سبب انخفاض المقاومة و

- التبعات، الاقتصادية وغيرها، لفقدان قابلية الخدمة أو الانهيار الإنساني.

بعد ما اتفقنا إن فيه نسبة صغيرة من النتائج هتقع تحت المطلوب الفقرة دي بتطرح سؤال عملي وهم جداً: طيب لو حصل وظهرت نتيجة منخفضة هل ده معناه إن المبني هيقع؟ والكود هنا بيعلمنا نفك كمهندسين وليس كإحصائيين فقط وبيقول إن مجرد ظهور نتيجة منخفضة لا يعني بالضرورة وجود كارثة لكنه يعتبر إنذار يستدعي التحقيق والتقييم.

وخطورة هذه النتيجة المنخفضة لا تعتمد على الرقم نفسه فقط بل على سياقها الهندسي الكود بيعدد العوامل اللي لازم ندرسها عشان نقيم الموقف صح: هل الخرسانة الضعيفة دي في مكان حرج ولا ثانوي؟ هل العنصر ده هيتحمل أحماله الكاملة فوراً ولا بعد فترة طويلة؟ هل المصمم كان معتمد على كل ذرة مقاومة في التصميم ولا كان عنده هامش أمان كبير؟ وإيه هو أصلًا سبب الضعف ده؟ هل هو مجرد تشتت عشوائي طبيعي ولا فيه مشكلة حقيقية في المواد؟ وأخيراً إيه هي التبعات الاقتصادية والعملية لو حصلت مشكلة في العنصر ده؟ هل هي مجرد شروخ بسيطة ولا انهيار كامل؟ الإجابة على كل الأسئلة دي هي اللي بتحدد حجم الخطورة الحقيقي، وبناءً عليها بنقر الإجراء التصحيحي المناسب.

مثال عملي شامل على الفقرة:

تخيل إنك مهندس في مشروع ونتيجة اختبار مقاومة لخرسانة تصميمها 30 ميجا باسكال طلعت 25 ميجا باسكال و دي نتيجة منخفضة بشكل واضح و قبل ما تاخذ أي قرار هتبدأ تطبق العوامل اللي ذكرتها الفقرة:

١. تحديد موقع الخرسانة: بتراجع تقارير الصب و بتكتشف إن العربية اللي اتاختد منها العينة دي صبب في مكانين: جزء منها صب عمود في الدور الأرضي والجزء الثاني صب سور خارجي حول المبني.

٢. تقييم الخطورة:

بالنسبة للعمود: ده "عنصر حرج جداً Critical Element" وأي ضعف فيه ممكن يؤدي إلى انهيار تدريجي للمبني و درجة الاعتماد على مقاومته في التصميم عالية جداً.

بالنسبة للسور: ده عنصر غير حرج Non-critical Element و حتى لو حصل فيه شروخ عواقب الفشل محدودة جداً ولا تؤثر على سلامة المبني.

٣. التحقيق في سبب الضعف: بتطلب من المعلم مراجعة كل خطوات الاختبار، وبتكلم مع محطة الخلط، وبتعمل اختبارات غير متلفة (زي مطرقة شعيبات) على العمود والسور.

يكون متوسط مقاومتها (f_{cr}) أعلى من المقاومة التي تحتاجها في التصميم (f_c).

مقدار هذه الزيادة (الفرق بين f_{cr} و f_c) ليس عشوائياً.

الفقرة توضح أنه يعتمد بشكل أساسى على عاملين:

١. مدى تشتت النتائج (Variability): والذي نقيسه بالانحراف المعياري (s) أو معامل الاختلاف (V).

٢. نسبة الفشل المسموح بها: والتي يحددها الكود مثلًا، من كل ١٠٠ نتيجة.

هذا المفهوم يجبر المنتجين ذوي الجودة المنخفضة تشتت على استخدام خلطات أغنى أسمنت أكثر لتحقيق متوسط مستهدف أعلى، مما يجعلهم يدفعون ثمن عدم جودة تحكمهم، وفي نفس الوقت يضمن سلامة المنتج.

مثال عملي شامل على الفقرة:

تخيل أنك مهندس استشاري في مشروع، والمقاومة التصميمية المطلوبة في اللوحات هي $30 = f_c'$ ميجا باسكال. الكود يسمح بسقوط نتائج واحدة كل ١٠٠ نتيجة. لديك محطة خرسانة يمكنك التعامل معها.

١. تقييم المحطات بناءً على بياناتهم التاريخية:
المحطة (أ) - الممتازة: لديها نظام تحكم رائع والانحراف المعياري $s = 3.0$ ميجا باسكال وتقدير جيد جدًا حسب **جدول ٤.٣**.

المحطة (ب) - المقبولة: نظام تحكمها متواضع، والانحراف المعياري لإنتاجها هو $s = 5.0$ ميجا باسكال وتقدير جيد حسب **جدول ٤.٣**.

٢. حساب المقاومة المتوسطة المستهدفة (f_{cr}) لكل محطة:
(ستتعلم المعادلات الدقيقة لاحقًا، لكن الفكرة هي كالتالي):
للمحطة (أ) الممتازة: لحماية نفسك من التشتت القليل ($s=3.0$) ستتحسب وتجد أنك تحتاج إلى متوسط مستهدف f_{cr} يساوي تقريبًا ٣٥ ميجا باسكال.
للمحطة (ب) المقبولة: لحماية نفسك من التشتت الكبير ($s=5.0$) ستتحسب وتجد أنك تحتاج إلى متوسط مستهدف f_{cr} يساوي تقريبًا ٣٨,٥ ميجا باسكال.

٣. القرار والتكلفة:
عندما تطلب الخرسانة، ستقول للمحطة (أ): صمم لي خلطة تحقق متوسط مقاومة لا يقل عن ٣٥ ميجا باسكال.
وستقول للمحطة (ب): "صمم لي خلطة تحقق متوسط مقاومة لا يقل عن ٣٨,٥ ميجا باسكال".
بالتأكيد الخلطة التي تحقق ٣٨,٥ ميجا ستحتاج أسمنت أكثر من التي تحقق ٣٥ ميجا وبالتالي ستكون أغلى.

الز-tone من المثال: أنت كاستشاري باستخدام مفهوم f_{cr} لم تترك الأمر للصدفة و لقد أجرت كلتا المحطتين على توفير هامش أمان في خلطاتهم والأهم أنك جعلت المحطة ذات الجودة الأقل تحمل تكلفة إضافية لتعويض ضعف نظام التحكم لديها بينما كانت المحطة الممتازة بسماحها لها بانتاج خلطة اقتصادية أكثر كل ذلك مع ضمان تحقيق الأمان الإنشائي المطلوب في النهاية.

٤. اتخاذ القرار:
للسور: بعد ما أتأكدت إن المشكلة مش كبيرة، ممكن تقرر قبول السور كما هو أو تكتفى بعمل بعض الترميمات السطحية والتكلفة والتبعات محدودة.
للعمود: هنا الموقف مختلف تماماً بما إنه عنصر حرج لازم تأخذ إجراءات صارمة. ممكن تطلب عمل اختبار كور تست عشان تعرف المقاومة الفعلية للخرسانة داخل العمود و لو نتيجة الكور تست أكدت وجود ضعف في القرار ممكن يكون إما تدعيم العمود وده مكلف جدًا أو في الحالات القصوى تكسير العمود وإعادة صبه بالكامل.
الز-tone من المثال: المثال ده بيوضح إن نفس النتيجة المنخفضة f_c' هي جا باسكال أدت إلى قرارات مختلفين تماماً بناءً على سياقها الهندسي والكود بيعملنا من يقاش آلات بتطبق أرقام بل مهندسين بيقيموا المخاطر والعواقب.

Some tests will fall below f_c' . ACI 318 and most other building codes and specifications establish statistically-based acceptance criteria for complying with f_c' acceptance criteria, analogous to the tolerances for other building materials. To satisfy statistically-based, strength-performance requirements, the minimum required average strength of the concrete mixture proportion f_{cr}' should exceed f_c' . The f_{cr}' is a function of the variability of test results measured by the coefficient of variation or standard deviation and on the proportion of tests allowed below the specified strength.

الترجمة:

بعض الاختبارات ستقع تحت f_c' . يضع ACI 318 ومعظم أكواد ومواصفات البناء الأخرى معايير قبول قائمة على الإحصاء للأمثال لمعايير قبول f_c' ، على غرار التفاوتات للمواد الإنسانية الأخرى. للتلبية متطلبات الأداء القائمة على الإحصاء، يجب أن يتجاوز الحد الأدنى لمتوسط المقاومة المطلوب لنسبة الخلطة الخرسانية ' f_{cr}' المقدمة المحددة f_c' . إن f_{cr}' هي دالة لتباين نتائج الاختبار المقاسة بمعامل الاختلاف أو الانحراف المعياري وعلى نسبة الاختبارات المسموح بها تحت المقاومة المحددة.

الشرح، ٤، للفرقة دي:

هذه الفقرة هي ز-tone من الممتازة وحل اللغز كله وبعد أن أقررنا بحقيقة أن بعض النتائج ستقع تحت المقاومة المطلوبة (f_c') تقدم الفقرة الحل الذي تتبناه أكواد البناء مثل ACI 318 الحل ليس في منع النتائج المنخفضة بل في السيطرة على نسبتها.

والطريقة لتحقيق ذلك هي من خلال مفهوم المقاومة المتوسطة المستهدفة أو f_{cr} وال فكرة بسيطة وعصرية ان بما أننا عرفين أن النتائج ستتشتت حول المتوسط وعلشان نضمن أن الغالبية العظمى من النتائج تقع فوق المقاومة التصميمية (f_c') يجب أن تستهدف من البداية متوسطاً أعلى بكثير من هذه المقاومة وبمعنى آخر نطلب من محطة الخلط أن تصمم خلطة خرسانية

5.2—Data used to establish minimum required average strength

٥.٢- البيانات المستخدمة لتحديد الحد الأدنى للمقاومة المتوسطة المطلوبة

To establish the required average strength f_{cr}' , an estimate is needed of the variability of concrete to be supplied for construction. The strength test record used to estimate standard deviation or coefficient of variation should represent a group of at least 30 tests. Data used to estimate variability should represent concrete produced to meet a specified strength close to that specified for the proposed work and similar in composition and production.

The requirement for 30 consecutive strength tests can be satisfied using a test record of 30 batches of the same concrete class within 1000 psi (7 MPa) of specified f_{cr}' or the statistical average of two test records totaling 30 or more tests. In the latter case, the pooled standard deviation can be calculated using Eq. (4-3).

الترجمة:

لتحديد المقاومة المتوسطة المطلوبة f_{cr}' , يلزم تقدير تباين الخرسانة التي سيتم توريدها للإنشاء. يجب أن يمثل سجل اختبارات المقاومة المستخدم لتقدير الانحراف المعياري أو معامل الاختلاف مجموعه من ٣٠ اختباراً على الأقل. يجب أن تمثل البيانات المستخدمة لتقدير التباين خرسانة تم إنتاجها لتحقيق مقاومة محددة قريبة من تلك المحددة للعمل المقترن ومماثلة في التكوين والإنتاج. يمكن تلبية متطلب الـ ٣٠ اختبار مقاومة متتالي باستخدام سجل اختبار لـ ٣٠ خلطة من نفس فئة الخرسانة في حدود ١٠٠٠ رطل/بوصة مربعة (٧ ميجا بascal) من المقاومة المحددة f_{cr}' أو المتوسط الإحصائي لسجل اختبار يبلغ مجموعهما ٣٠ اختباراً أو أكثر. في الحالة الأخيرة، يمكن حساب الانحراف المعياري المجمع (pooled standard deviation) باستخدام المعادلة (٤-٤).

الشرح للفقرة دي:

بعد ما عرفنا في القسم اللي فات إننا لازم نحسب مقاومة مستهدفة أعلى (f_{cr}') بناءً على تشتت الملحمة (٤)، الفقرة دي بتجابو على سؤال جوهري: إزاي نحسب قيمة الانحراف المعياري (٤) دي بطريقة صحيحة وموثوقة؟ الكود هنا بيحط قواعد واضحة عشان يضمن إن قيمة (٤) اللي هنستخدمها تكون مماثلة فعلًا لذاء الملحمة.

القاعدة الأساسية هي إننا محتاجين سجل بيانات قوي والكود بيحدد قوته بـ ٣٠ نتيجة اختبار متتالية على الأقل وبيحط شرط تاني أهم: الـ ٣٠ نتيجة دول لازم يكونوا لخرسانة شبه الخرسانة اللي هنستخدمها في مشروعك يعني نفس فئة المقاومة تقريباً في حدود ٧ ميجا

باسكال ونفس نوع المكونات والسبب في كده هو إن الانحراف المعياري لخرسانة ٥ ميجا مختلف عن خرسانة ٥٠ ميجا.

ولأن الكود عمل بيقدم حل لو الشرط ده صعب تحقيقه: لو معندكش ٣٠ نتيجة لخلطة واحدة ممكن تستلف نتائج من خلطة تانية شبهاها وتدمج السجلين مع بعض عشان تكمل الـ ٣٠ نتيجة وفي الحاله دي بنستخدم معادلة الانحراف المعياري المجمع (المعادلة ٤-٤) اللي اتعلمناها في الفصل الرابع عشان نطلع قيمة (٤) واحدة عادلة من السجلين المدفجين.

مثال عمل شامل على الفقرة:
أنت مهندس استشاري في مشروع جديد والمقاومة المطلوبة هي $f_{cr}' = 35$ ميجا بascal و قبل ما تحدد المقاومة المستهدفة (f_{cr}) اللي هتطلبها من محطة الخلط لازم الأول تحسب الانحراف المعياري (٤) بتاع المحطة دي.

بعدين طلبت من المحطة سجلاتهم و لقيت عندهم سجل لـ ٤٠ نتيجة اختبار متتالية لنفس الخلطة اللي مقاومتها ٣٥ ميجا بascal و ده وضع مثالي هتاخذ الـ ٤٠ نتيجة دول وتحسب لهم الانحراف المعياري (٤) مباشرة باستخدام المعادلة (٤-٤) وتستخدم القيمة دي في حساباتك.

ولو المحطة معندهاش سجل كبير لخرسانة ٣٥ ميجا بالظبط لكن لقيت عندهم:

١. سجل فيه ٢٠ نتيجة لخرسانة مقاومتها ٤٠ ميجا بascal في حدود الـ ٧ ميجا المسموح بيهما وكان الانحراف المعياري بتاعهم $s = 3.8$ ميجا بascal.

٢. سجل ثاني فيه ١٥ نتيجة لخرسانة مقاومتها ٣٠ ميجا بascal برضه في حدود الـ ٧ ميجا وكان الانحراف المعياري بتاعهم $s = 3.5$ ميجا بascal.

الحل: هنا مجموع النتائج ($15 + 20 = 35$) أكبر من ٣٠، والخلطتين قريبيتين من المطلوب. بيقى هنطبق فكرة "الدمج". هنستخدم المعادلة (٤-٤) عشان نحسب الانحراف المعياري المجمع (٤):

$$S = \sqrt{[(20-1)(3.8)^2 + (15-1)(3.5)^2] / (20 + 15 - 2)}$$

$$S = \sqrt{[19 * 14.44 + 14 * 12.25] / 33}$$

$$S = \sqrt{[274.36 + 171.5] / 33}$$

$$S = \sqrt{445.86 / 33} = \sqrt{13.51} \approx 3.68$$

النتيجة: القيمة اللي هتستخدمها في حساباتك لتحديد f_{cr}' هي ٣.٦٨ ميجا بascal و دي قيمة موثوقة لأنها مبنية على عدد كافي من الاختبارات (٣٥ نتيجة) ومن خرسانات شبه اللي أنت عايزها.

When the number of test results available is fewer than 30, a more conservative approach is needed. ACI 318 allows test records with as few as 15 tests to estimate the standard deviation. However, the value of the sample standard deviation should be increased by up to 16% to account for greater uncertainty in the estimated population standard deviation. A conservative approach is thereby required and concrete is proportioned to produce higher average strengths than would be needed if more test results were available and the standard deviation more accurately determined. When there are 15 to 30 strength test results, the calculated standard deviation should be multiplied by the modification factor obtained from Table 5.1 to provide estimates conservative enough to account for uncertainty in calculated standard deviation. This is the methodology adopted by ACI 318, Chapter 5.

الترجمة

عندما يكون عدد نتائج الاختبارات المتوفرة أقل من ٣٠، يلزم اتباع نهج أكثر تحفظاً. يسمح كود ACI 318 بسجلات اختبار تحتوي على ١٥ اختباراً فقط لتقدير الانحراف المعياري. ومع ذلك، يجب زيادة قيمة الانحراف المعياري للعينة بنسبة تصل إلى ١٦% لمراعاة عدم اليقين الأكبر في تقدير الانحراف المعياري للمجتمع. وبالتالي، يلزم اتباع نهج متحفظ ويتم تصميم نسب الخرسانة لإنجاح متطلبات مقاومة أعلى مما هو مطلوب لو كانت هناك نتائج اختبارات أكثر متاحة وتم تحديد الانحراف المعياري بدقة أكبر. عندما يكون هناك ما بين ١٥ و ٣٠ نتائج اختبار مقاومة، يجب ضرب الانحراف المعياري المحسوب في معامل التعديل المأذوذ من الجدول ١، ل توفير تقديرات متحفظة بما يكفي لمراعاة عدم اليقين في الانحراف المعياري المحسوب. هذه هي المنهجية التي تبناها كود ACI 318، الفصل ٥.

الشرح للفقرة دي :

هذه الفقرة تتعامل مع سيناريو الطوارئ أو الحالة المجهولة تماماً و ماذا لو كنت تتعامل مع محطة خلط جديدة تماماً ليس لديها أي سجلات بيانات على الإطلاق أو لديها أقل من ١٥ نتائج وهو عدد لا يعترف به الكود لتقدير الانحراف المعياري؟ في هذه الحالة لا يمكننا حساب الانحراف المعياري (١٥) على الإطلاق وبالتالي لا يمكننا استخدام المعادلات التي تعتمد عليه. هنا يتدخل الكود ويفرض عقوبة كبيرة و مباشرة ويعطينا معادلات بسيطة جداً لا تعتمد على (١٥) الكود يفترض أسوأ الظروف ويقول إنه لتكون في الأمان يجب أن تضيف هامش أمان ثابت وكبير فوق مقاومة المطلوبة. هذا الهامش يختلف حسب فئة الخرسانة:

- للخرسانات العادية (حتى ٣٥ ميجا باسكال): يجب أن تكون مقاومة المستهدفة (fcr') أعلى من مقاومة التصميمية (fc) بقيمة ثابتة قدرها ٨,٥ ميجا باسكال.

٥. للخرسانات عالية المقاومة (أعلى من ٣٥ ميجا باسكال): العقوبة تكون أكبر وأكثر تعقيداً قليلاً، حيث يتم ضرب المقاومة التصميمية في ١,١ ثم إضافة ٥ ميجا باسكال. هذه هي أكبر عقوبة يفرضها الكود وهي تجعل الخرسانة مكلفة جداً. الهدف من هذه العقوبة هو إجبار محطات الخلط على البدء فوراً في بناء سجل بيانات قوي لأنه بمجرد أن يتتوفر لديهم ١٥ نتائج يمكنهم الانطلاق من هذه العقوبة الكبيرة إلى العقوبة الأقل في الحالة السابقة مما يوفر عليهم وعلى عملائهم الكثير من المال.

مثال عملي شامل على الفقرة:
أنت مهندس استشاري في مشروع وتحتاج إلى نوعين من الخرسانة من محطة خلط جديدة تماماً لا يوجد لديها أي سجلات بيانات.

الحالة الأولى: خرسانة عادية
المقاومة التصميمية المطلوبة: $fc' = 30$ ميجا باسكال.
بما أن المقاومة أقل من ٣٥ ميجا ولا يوجد بيانات تطبق القاعدة الأولى.
نحسب المقاومة المتوسطة المستهدفة (fcr'): $fcr' = fc' + 8.5$
 $fcr' = 30 + 8.5 = 38.5$ ميجا باسكال
القرار: ستطلب من المحطة تصميم خلطة تحقق متوسط مقاومة لا يقل عن ٣٨,٥ ميجا باسكال.

الحالة الثانية: خرسانة عالية المقاومة
المقاومة التصميمية المطلوبة: $fc' = 60$ ميجا باسكال.
بما أن المقاومة أعلى من ٣٥ ميجا ولا يوجد بيانات تطبق القاعدة الثانية.

نحسب المقاومة المتوسطة المستهدفة
 $fcr' = 1.10 \times fc' + 5$
 $fcr' = 1.10 \times 60 + 5$
 $fcr' = 66 + 5 = 71$ ميجا باسكال

القرار: ستطلب من المحطة تصميم خلطة تحقق متوسط مقاومة لا يقل عن ٧١ ميجا باسكال.

الزونة من المثال: لاحظ حجم هامش الأمان الكبير الذي تم فرضه. في الحالة الأولى أضفنا ٨,٥ ميجا كاملة وفي الحالة الثانية أضفنا ١١ ميجا كاملة؛ هذه تكلفة باهظة جداً ولكنها ضرورية لضمان الأمان في ظل الجهل التام بمستوى أداء المحطة و بمجرد أن تبدأ هذه المحطة في التوريد للمشروع وتجمع ١٥ نتائج يمكنك فوراً إعادة تقييم الموقف وحساب fcr جديدة باستخدام الطرق السابقة، مما سيؤدي على الأرجح إلى خفض مقاومة المستهدفة وتوفير كبير في التكاليف.

When there are fewer than 15 strength test results, the calculated standard deviation is not sufficiently reliable. In these cases, concrete is proportioned using Table 5.2, which can be expected to require higher strengths than those computed from an established standard deviation.

As a project progresses and more strength tests become available, all available strength tests should be analyzed to obtain the most reliable estimate of the standard deviation for the concrete being used on that project. A revised value of f_{cr}' , which is typically lower than the original one, could then be computed and used.

الترجمة:

عندما يكون هناك أقل من 15 نتائج اختبار مقاومة، فإن الانحراف المعياري المحسوب لا يكون موثوقاً بدرجة كافية. في هذه الحالات، يتم تصميم نسب الخرسانة باستخدام **الجدول 5.2**، والذي يمكن أن يتطلب مقاومات أعلى من تلك المحسوبة من انحراف معياري ثابت. مع تقدم المشروع وتواتر المزيد من اختبارات المقاومة، يجب تحليل جميع اختبارات المقاومة المتاحة للحصول على التقدير الأكثر موثوقية للانحراف المعياري للخرسانة المستخدمة في ذلك المشروع. يمكن بعد ذلك حساب واستخدام قيمة منقحة لـ f_{cr} ، والتي تكون عادةً أقل من القيمة الأصلية.

الشرح للفقرة دي :

هذه الفقرة تربط كل الخيوط ببعضها وتضع القاعدة الذهبية الأخيرة في هذا القسم. أولاًً تؤكد بشكل قاطع أنه إذا كان عدد النتائج أقل من 15 فإن أي محاولة لحساب الانحراف المعياري هي غير موثوقة ولا يعترف بها الكود في هذه الحالة ليس لدينا خيار سوى اللجوء إلى عقوبة الجهل التام التي شرحناها في الفقرة السابقة والتي يشير إليها النص هنا بـ "جدول 5.2" ، وهو جدول في كود 318 ACI يلخص هذه العقوبات.

ثانياً، وهو الأهم، الفقرة توضح أن عملية تحديد المقاومة المستهدفة (f_{cr}) ليست عملية ثابتة تحدث مرة واحدة في بداية المشروع وتنتهي. بل هي عملية "حية" و"مستمرة". الكود يحثنا على أن نكون استباقيين: كلما تراكمت لدينا نتائج اختبارات جديدة مع تقدم العمل في المشروع، يجب علينا "تحديث" حساباتنا. يجب أن نأخذ كل البيانات الجديدة ونعيد حساب الانحراف المعياري (s). هذا التقدير الجديد لـ (s) سيكون "أكثر موثوقية" من التقدير القديم لأنه مبني على بيانات أكثر وبناءً على قيمة (s) المحدثة، نقوم بحساب قيمة f_{cr}' جديدة. في معظم الحالات، كلما زادت البيانات، كلما استطعنا إثبات أن التحكم جيد، وبالتالي تقل قيمة f_{cr} المطلوبة، مما يؤدي إلى توفير مباشر في تكلفة الخرسانة لبقية المشروع.

مثال عملي شامل على الفقرة:

تخيل مشروعًا كبيراً سيمتد لمدة عام. الشهر الأول إلى هو بداية المشروع: الوضع: تتعامل مع محطة خلط جديدة تماماً (n=0). الإجراء: لا يوجد بيانات فنطبق عقوبة الجهل التام ولو كانت $f_{cr}' = 30$ ميجا باسكال ستحسب f_{cr}' كالتالي: $f_{cr}' = 30 + 8.5 = 38.5$ ميجا باسكال. النتيجة: طوال الشهر الأول تطلب من المحطة توريد خرسانة تحقق متوسط 38,5 ميجا.

نهاية الشهر الثاني:

الوضع: لقد قمت بـ 16 اختبار مقاومة خلال الشهرين الماضيين. أصبح لديك الآن سجل بيانات (n=16). الإجراء: لم تعد مضطراً لاستخدام العقوبة الكبيرة تقوم بحساب الانحراف المعياري لـ 16 نتائج ولنفترض أنه طلع $s = 4.5$ ميجا باسكال.

تذهب لجدول 5.1 وتجد أن معامل التعديل لـ $n=16$ هو 1,16. تتحسب $s_{design} = 4.5 \times 1.16 = 5.22$ ميجا باسكال. تعيد حساب f_{cr}' باستخدام معادلات 5.2 ستجد أن f_{cr}' الجديدة حوالي 37,5 ميجا باسكال. النتيجة: تصدر تعميماً جديداً للمحطة: اعتباراً من اليوم المقاومة المستهدفة المطلوبة هي 37,5 ميجا باسكال وبكدة وفرت 1 ميجا باسكال في كل متر مكعب قادم.

نهاية الشهر الرابع:

الوضع: أصبح لديك الآن 35 نتائج اختبار متراكمة (n=35). الإجراء: تعيد تحليل كل 16 نتائج تجد أن الانحراف المعياري استقر عند $s = 4.2$ ميجا باسكال.

بما أن $30 < n$ ، فإن معامل التعديل هو 1,00.

$s_{design} = 4.2 \times 1.00 = 4.2$ ميجا باسكال.

تعيد حساب f_{cr}' للمرة الأخيرة. ستجد أنها أصبحت حوالي 36,2 ميجا باسكال.

النتيجة: تصدر تعميماً نهائياً: "المقاومة المستهدفة المعتمدة ببقية المشروع هي 36,2 ميجا باسكال".

الزتونة من المثال: المثال يوضح كيف أن f_{cr}' بدأت بقيمة عالية جداً (38,5)، ثم انخفضت (37,5)، ثم استقرت عند قيمة أقل (36,2) كلما زادت ثقتنا في البيانات. هذه هي الإدارة الديناميكية لضبط جودة الخرسانة التي يتحدث عنها الكود.

5.3—Criteria for strength requirements

There are several criteria that can be used to ensure that a concrete's performance meets the specific requirements. Most simply, this is done by requiring the average required strength f_{cr}' to equal or exceed the specified strength f_c' by a multiple, chosen to represent the percentage of tests allowed to be defective, of the strength variation that finds a place in Table 5.3, which is

$$f_{cr}' = f_c' + zs \quad (\text{refer to Eq. (5-3b)})$$

الترجمة : ٥.٣ :

هناك العديد من المعايير التي يمكن استخدامها لضمان أن أداء الخرسانة يلبي المتطلبات المحددة. أبسط هذه الطرق هي اشتراط أن تتجاوز المقاومة المتوسطة المطلوبة f_{cr}' المقاومة المحددة f_c' بمقدار حاصل ضرب "مضاعف" (multiple) في "مقدار تشتت المقاومة" (strength variation). يتم اختيار هذا المضاعف ليتمثل النسبة المئوية لل اختبارات المسموح بأن تكون معيبة، وهو ما نجده في الجدول ٥.٣

$$\text{المعادلة هي: } f_{cr}' = f_c' + zs$$

الشرح للفقرة ٥.٣ :

هذه الفقرة تقدم لنا الوصفة أو المعادلة الأساسية التي نستخدمها لحساب هامش الأمان و هي تقول إن المقاومة المتوسطة المستهدفة f_{cr}' يجب أن تساوي المقاومة التصميمية f_c' مضاعفًا إليها هامش أمان.

والأهم أنها تفصل لنا هذا الهامش و هامش الأمان ده ليس رقمًا ثابتًا بل هو حاصل ضرب شيئين:

١. مقدار تشتت المقاومة (s): وهو الانحراف المعياري الذي يعبر عن جودة التحكم في المحيطة و كلما زاد التشتت زاد هامش الأمان المطلوب.

٢. مضاعف (z): وهو عامل الأمان أو عامل الموثوقية. هذا الرقم يختاره بناءً على درجة المخاطرة التي نحن على استعداد لقبولها و كلما أردنا أن تكون في أمان أكثر يعني نسمح ببنسبة فشل أقل كلما اخترنا قيمة (z) أكبر.

المعادلة $f_{cr}' = f_c' + zs$ هي التجسيد الرياضي لهذه الفلسفة هي تقول: أبدأ بما تحتاجه f_c' ثم أضف إليه هامش أمان zs يعتمد على مدى سوء التحكم في مصنوعك (s) ومدى خوفك من الفشل (z).

مثال عملي شامل على الفقرة:

تخيل أنك تصمم خلطة لمشروع وتريد أن تكون نسبة النتائج التي تقع تحت المقاومة المطلوبة لا تزيد عن ١%.

و المقاومة التصميمية المطلوبة: $f_c' = 40$ ميجا باسكال.

و من تحليل بيانات المحيطة وجدت أن الانحراف المعياري: $s = 4.5$ ميجا باسكال.

درجة الأمان المطلوبة: تزيد أن تكون نسبة الفشل أقل من ١%.

الخطوات هنا هي أنك :

١. تحديد قيمة (z): تذهب إلى جدول إحصائي مثل جدول ٥.٤ الذي سنراه لاحقًا وتبحث عن قيمة (z) التي تقابل نسبة فشل ١%. ستجد أن $z \approx 2.33$ هذا الرقم يعني أننا نريد أن يكون المتوسط أعلى من المطلوب بـ ٢,٣٣٣ مرة من الانحراف المعياري لنضمن أن ٩٩% من النتائج ستكون فوق المطلوب.

٢. حساب هامش الأمان (zs): هامش الأمان = $2.33 \times 4.5 = 10.49$ ميجا باسكال.

٣. حساب المقاومة المتوسطة المستهدفة f_{cr}'

$$f_{cr}' = f_c' + zs \\ f_{cr}' = 40 + 10.49 = 50.49 \text{ ميجا باسكال.}$$

القرار هنا ستدهب إلى محطة الخلط وتقول لهم لكي أقبل التعامل معكم في هذا المشروع يجب أن تصمموا لي خلطة يكون متوسط مقاومتها لا يقل عن ٥٠,٥ ميجا باسكال."

الزيونة من المثال: المثال يوضح كيف أن المعادلة البسيطة $f_{cr}' = f_c' + zs$ هي أداة قوية جدًا. هي تترجم متطلبات الأمان (نسبة فشل ١%) و جودة المصنوع ($s = 4.5$) إلى رقم ملموس ومحدد ($f_{cr}' = 50.5$) يمكن للمصنوع أن يعمل على تحقيقه.

A detailed discussion of the criteria needed to fully utilize this table, with examples using the equations, is presented in 5.3.1.

As the multiple applied to the strength variation increases, the less likely it will be that an individual strength test will exceed fc' . This is seen in Fig. 5.1, which shows that for a given specified strength, the average required strength overdesign increases as the variation, expressed as the coefficient of variation, rises.

الترجمة يتتابع ٥.٣ :

سيتم تقديم مناقشة مفصلة للمعايير الازمة للاستفادة الكاملة من هذا الجدول مع أمثلة تستخدم المعادلات، في **القسم ٥.٣.١**.
كلما زاد المضاعف المطبق على تشتت المقاومة، قلت احتمالية أن يقع اختبار مقاومة فردي تحت fc' . يمكن رؤية ذلك في **الشكل ٥.١**، الذي يوضح أنه لمقاومة محددة معينة، يزداد "التصميم الزائد" (overdesign) للمقاومة المتوسطة المطلوبة كلما زاد التشتت، معتبراً عنه معامل الاختلاف.

الشرح للفقرة دي :
هذه الفقرة تحتوي على نقطتين:

النقطة الأولى إرشادية: هي مجرد جملة توجيهية تقول للقارئ: لا تقلق كل التفاصيل والأمثلة العملية على كيفية استخدام هذه المعادلات والجداول ستتجدها بالتفصيل في **القسم القادم ٥.٣.١**.

النقطة الثانية (فلسفية وتوضيحية): هذه هي النقطة الأهم. هي تشرح فلسفة التصميم الزائد أو الأوفر ديزاين Overdesign و الفكرة هي أن مقدار الزيادة التي نطلبها فوق fc' (أي $fcr' - fc'$) ليس ثابتاً بل هو عقوبة تزداد كلما ساء مستوى التحكم في المحطة.

الفقرة توضح هذه العلاقة الطردية:
كلما زاد التشتت سواء قسناه بالانحراف المعياري σ أو بمعامل الاختلاف V كلما زاد مقدار الأوفر ديزاين الذي يجب أن نفرضه.

وتشير إلى أن هناك رسمياً بيانياً (**شكل ٥.١**) يوضح هذه الفكرة بصرياً حيث سترى أن المنحنى يرتفع بشكل حاد كلما زاد معامل الاختلاف مما يعني أننا نطلب مقاومة مستهدفة أعلى بكثير.

السبب في ذلك منطقي: إذا كانت المحطة نتائجها متشتتة وتلعب كثيراً فنحن لا نستطيع أن نثق بها وبالتالي يجب أن نجبرها على استهداف متوسط مقاومة أعلى بكثير لكي نضمن على الرغم من هذا التشتت الكبير أن الفالبية العظمى من النتائج ستقع فوق الحد الأدنى الذي نريده (fc').

مثال عملي شامل على الفقرة:

تخيل أنك تطلب خرسانة $30 = fc'$ ميغا باسكال وتعامل مع محظتين مختلفتين.

المحطة (أ) - الممتازة:

لديها نظام تحكم رائع ومعامل الاختلاف لديها $V = 8\%$.

عندما تطبق معادلات حساب fcr' ستتجد أنك تحتاج إلى أوفر ديزاين مقداره حوالي ٤ ميغا باسكال.

إذن، $30 + 4 = 34 = fcr'$ ميغا باسكال.

المحطة (ب) - السيئة:

لديها نظام تحكم سيء، ونتائجها متشتتة جداً، ومعامل الاختلاف لديها $V = 20\%$.

عندما تطبق نفس المعادلات، ستتجد أنك تحتاج إلى "أوفر ديزاين" مقداره حوالي ١٠ ميغا باسكال.

إذن، $30 + 10 = 40 = fcr'$ ميغا باسكال.

الز-tone من المثال: نفس المقاومة المطلوبة ($30 = fc'$) أدت إلى طلبيين مختلفين تماماً المحطة الممتازة طلب منها خرسانة متوسطها ٣٤ ميغا بينما المحطة السيئة طلب منها خرسانة متوسطها ٤٠ ميغا و هذا الفرق الكبير في الأوفر ديزاين ٤ ميغا مقابل ١٠ ميغا هو تجسيد للفلسفة التي تشرحها الفقرة: كلما زاد تشتتك زادت عقوبتك **الشكل ٥.١** الذي تشير إليه الفقرة سيرسم هذه العلاقة بيانياً ليجعلها واضحة للعين.

These equations all require a reliability factor value z , which is selected to provide a sufficiently high probability that f_{cr}' will be equaled or exceeded. For concretes having a normal distribution of strength test results, the z value can be taken from Table 5.4. The computed value of f_{cr}' will be the same for a given set of strength test results regardless of whether the coefficient of variation or standard deviation equation is used.

الترجمة يتبع الفقرة ٥.٣ :

تتطلب كل هذه المعادلات قيمة "عامل موثوقية" (z) ، والذي يتم اختياره لتوفير احتمالية عالية بما فيه الكفاية بأن f_{cr}' سيتم تحقيقها أو تجاوزها. بالنسبة للخرسانات التي لديها توزيع طبيعي للنتائج اختبارات المقاومة، يمكنأخذ قيمة z من الجدول ٥.٤. ستكون القيمة المحسوبة f_{cr}' هي نفسها لمجموعة معينة من نتائج اختبارات المقاومة بغض النظر عما إذا تم استخدام معادلة معامل الاختلاف أو معادلة الانحراف المعياري.

الشرح للفقرة ٥.٣ :

هذه الفقرة تركز على شرح أهمية ووظيفة العامل z في معادلاتنا.

النقطة الأولى (وظيفة z): هي توضح أن z هي مجرد رقم عشوائي بل هو مقبض الأمان أو مقبض الموثوقية في المعادلة و احنا بنختار قيمة z بناءً على مدى الأمان الذي نريده و إذا أردنا أن تكون شبه متأكدين مثلاً بنسبة ٩٩% أن النتائج لن تفشل فسنختار قيمة z عالية و إذا كنا على استعداد لقبول مخاطرة أكبر مثلاً نسمح بفشل ١٠% من النتائج فسنختار قيمة z أقل و الفقرة تشير إلى أننا سنحصل على هذه القيم من **جدول ٥.٤**.

النقطة الثانية توحيد النتيجة: النقطة دي فنية و مهمة جداً و بتؤكد أنه لحساب f_{cr}' لدينا معادلتان واحدة تستخدم الانحراف المعياري s والأخرى تستخدم معامل الاختلاف ٧ و الفقرة تطمئننا و تقول لا تقلق بغض النظر عن المعادلة التي ستستخدمها طالما أنك تستخدم نفس البيانات الأولى نفس النتائج فإن القيمة النهائية لـ f_{cr}' التي ستحصل عليها ستكون هي نفسها وده يعني عدم وجود تضارب بين الطريقتين. السبب الرياضي هو أن معامل الاختلاف ٧ هو في الأساس مجرد نسخة مناسبة من الانحراف المعياري ($s = 7 \times X^-$) وبالتالي فإن المعادلتين متكافئتان رياضياً.

مثال عملي شامل على الفقرة:

لنفترض أن لديك البيانات التالية لمشروع:

المقاومة التصميمية المطلوبة: $f_{cr}' = 30$ ميجا باسكال.

من تحليل ٣٥ نتيجة، وجدت أن:

المتوسط: $X = 38$ ميجا باسكال.

الانحراف المعياري: $s = 4.2$ ميجا باسكال.

متطلبات المشروع: يجب ألا تزيد نسبة النتائج الفاشلة عن ١ من

كل ١٠٠ (أي ١%).

الخطوات:

أ. تحديد قيمة (z) : تذهب إلى جدول ٥.٤ و تبحث عن قيمة z التي تقابل نسبة فشل "١ في ١٠٠". ستجد أن $z = 2.33$.

ب. حساب f_{cr}' باستخدام معادلة الانحراف المعياري (s) :

$$\text{المعادلة: } f_{cr}' = f_{cr} + z \times s$$

$$f_{cr}' = 30 + 2.33 \times 4.2$$

$$f_{cr}' = 30 + 9.79 = 39.79 \text{ ميجا باسكال.}$$

ج. حساب f_{cr}' باستخدام معادلة معامل الاختلاف (V) :

أولاً، نحسب معامل الاختلاف

$$V = (s / X^-) \times 100 = (4.2 / 38) \times 100 = 11.05\%$$

المعادلة صيغة مختلفة قليلاً لكنها تؤدي نفس الغرض:

$$f_{cr}' = f_{cr} / (1 - z \times (V/100))$$

$$f_{cr}' = 30 / (1 - 2.33 \times (11.05 / 100))$$

$$f_{cr}' = 30 / (1 - 0.257)$$

$$f_{cr}' = 30 / 0.743 = 40.38 \text{ ميجا باسكال}$$

ملاحظة: يوجد فرق طفيف بين النتيجتين بسبب التقرير واستخدام معادلات مختلفة قليلاً في الشكل لكن الفكرة الأساسية التي يؤكددها الكود هي أن كلتا الطريقتين تهدفان إلى تحقيق نفس مستوى الأمان وتؤديان إلى نتائج مترابطة جداً. في التطبيق العملي ينصح **ACI 318** بـ **ACI 318** يتم استخدام معادلات مبسطة تضمن تطابق النتائج بشكل أفضل.

الزتونة من المثال: المثال يوضح أن العامل z هو قلب قرار الأمان فهو يترجم نسبة المخاطرة المقبولة (%) إلى رقم رياضي (2.33) نستخدمه في حساباتنا و كما يوضح أن سواء بدأت بـ z أو V فإنك ستصل إلى نفس القرار تقريرياً بشأن المقاومة المستهدفة المطلوبة لتحقيق هذا المستوى من الأمان.

Table 5.1—Modification factors for standard deviation*

Number of tests	Modification factors
Fewer than 15	Refer to Table 5.2
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30 or more	1.00

Table 5.3.1.2 of ACI 318.

جدول ٥،١ - معاملات تعديل الانحراف المعياري*	
عدد الاختبارات	معاملات التعديل
أقل من ١٥	راجع الجدول ٥،٢
١٥	١.١٦
٢٠	١.٠٨
٢٥	١.٠٣
٣٠ أو أكثر	١.٠٠

*جدول ٥،١٣،١٢ من كود ACI 318.

الشرح للجدول ٥،١ :

هذا الجدول هو تجسيد لفلسفة كلما قلت معرفتك زادت عقوبتك يعني هو بيعالج مشكلة أن الانحراف المعياري المحسوب من عدد قليل من النتائج أقل من ٣٠ لا يكون موثوقاً تماماً قد يكون بالصدفة أقل من القيمة الحقيقية مما يعطينا إحساساً زائفاً بالأمان.

علشان كدة الكود يفرض علينا أن نأخذ قيمة الانحراف المعياري التي حسبناها s_{calc} ونضربها في معامل تعديل أو معامل عقوبة أكبر من ١.٠ و هذا المعامل يكبر قيمة الانحراف المعياري ليعرض عن عدم اليقين مما يجبرنا على استخدام هامش أمان أكبر.

كمان الجدول يوضح كيف أن هذه العقوبة تقل كلما زادت معرفتنا أي كلما زاد عدد الاختبارات:

عند ١٥ اختباراً: العقوبة هي الأكبر و نضرب الانحراف المعياري في ١.١٦ أي نزيد قيمته بنسبة ١٦٪.

عند ٢٠ اختباراً: العقوبة تقل و نضرب في ١.٠٨ زيادة ٨٪.

عند ٢٥ اختباراً: العقوبة تكاد تختفي و نضرب في ١.٠٣ زيادة ٣٪.

عند ٣٠ اختباراً أو أكثر: لا توجد عقوبة و نثق تماماً في الانحراف المعياري المحسوب ونضربه في ١.٠٠ أي نستخدمه كما هو.

أقل من ١٥ اختباراً: الجدول يقول لا تلعب! و لا تحاول حتى حساب الانحراف المعياري اذهب مباشرة إلى عقوبة الجمل التام المشار إليها هنا **جدول ٥،٢**.

الملاحظة في الأسفل تشير إلى أن هذا الجدول مأخوذ مباشرة من كود ACI 318 مما يؤكد أنه ليس مجرد توصية بل هو جزء من المتطلبات الملزمة.

مثال عملي شامل على الجدول:

أنت مهندس في مشروع، وقمت بتحليل سجلات البيانات الممتاحة من محطة الخلط، ووجدت أن الانحراف المعياري المحسوب من البيانات هو $s_{calc} = 4.0$ ميجا باسكال.

الآن، ستحدد قيمة الانحراف المعياري التصميمية s_{design} التي ستستخدمها في معادلات حساب f_{cr} بناءً على عدد النتائج التي استخدمنها.

الحالة (أ): لديك ١٥ نتائج فقط.

معامل التعديل من الجدول = ١.١٦.

$$s_{design} = s_{calc} \times 1.16 = 4.0 \times 1.16 = 4.64$$

القرار: ستستخدم قيمة، مضخمة (٤.٦٤) في حساباتك، مما سيؤدي إلى f_{cr} أعلى.

الحالة (ب): لديك ٣٠ نتائج.

معامل التعديل من الجدول = ١.٠٨.

$$s_{design} = s_{calc} \times 1.08 = 4.0 \times 1.08 = 4.32$$

القرار: العقوبة قلت، وستستخدم قيمة، أقل (٤.٣٢)، مما سيؤدي إلى f_{cr} أقل من الحالة السابقة.

الحالة (ج): لديك ٥٥ نتائج.

معامل التعديل من الجدول = ١.٠٠.

$$s_{design} = s_{calc} \times 1.00 = 4.0 \times 1.00 = 4.00$$

القرار: لا توجد عقوبة. ستستخدم قيمة، الحقيقية (٤.٠) في حساباتك، مما سيعطيك أقل قيمة ممكنة لـ f_{cr} .

الز-tone من المثال:

المثال يوضح كيف أن نفس الانحراف المعياري المحسوب (٤.٠) أدى إلى ثلاثة قيم تصميمية مختلفة (٤.٠، ٤.٣٢، ٤.٦٤)

اعتماداً على عدد البيانات الممتاحة. هذا الجدول هو أداة الكود لترجمة "مستوى الثقة" في البيانات إلى "عقوبة" مالية وفنية ملحوظة.

Table 5.2—Minimum required average strength without sufficient historical data*

Required average compressive strength	Specified compressive strength
$f_c' r = f_c' + 1000 \text{ psi}$ ($f_c' r = f_c' + 7 \text{ MPa}$)	when $f_c' < 3000 \text{ psi}$ ($f_c' < 21 \text{ MPa}$)
$f_c' r = f_c' + 1200 \text{ psi}$ ($f_c' r = f_c' + 8 \text{ MPa}$)	when $f_c' \geq 3000 \text{ psi}$ and $f_c' \leq 5000 \text{ psi}$ ($f_c' \geq 21 \text{ MPa}$ and $f_c' \leq 35 \text{ MPa}$)
$f_c' r = 1.10f_c' + 700 \text{ psi}$ ($f_c' r = 1.10f_c' + 5 \text{ MPa}$)	when $f_c' > 5000 \text{ psi}$ ($f_c' > 35 \text{ MPa}$)

*Table 5.3.2.2 of ACI 318.

للخرسانات الضعيفة أقل من ٢١ ميجا بascal: العقوبة هي إضافة ٧ ميجا بascal كاملة فوق المقاومة المطلوبة.

للخرسانات المتوسطة من ٢١ إلى ٣٥ ميجا بascal: العقوبة تزيد قليلاً لتصبح إضافة ٨,٥ ميجا بascal كاملة و هذه هي الحالة الأكثر شيوعاً في المشاريع العادلة.

للخرسانات عالية المقاومة أعلى من ٣٥ ميجا بascal: العقوبة تصبح أشد وأكثر تعقيداً و نضرب المقاومة المطلوبة في ١,١٠ ثم نضيف ٥ ميجا بascal و هذا يضمن أن هامش الأمان يزداد كلما زادت قوة الخرسانة.

الهدف من هذه العقوبات الباهظة ليس فقط ضمان الأمان بل هو أيضاً حافز اقتصادي قوي جداً يدفع محظات الخلط للاهتمام ببياناتها و تكوين سجلات قوية لأن الانتقال من هذا الجدول إلى الحسابات المعتمدة على ٥ يوفر الكثير من المال.

مثال عملي شامل على الجدول:
أنت مهندس في مشروع و تحتاج إلى ثلاثة أنواع من الخرسانة من محطة خلط جديدة تماماً (لا يوجد لديها أي سجلات بيانات).
الحالة (أ): خرسانة نظافة أو عناصر غير حرج.
المقاومة المطلوبة: 20 ميجا بascal .

هذه القيمة أقل من ٢١ ميجا، فنطبق القاعدة الأولى.

$f_c'r = f_c' + 7 = 20 + 7 = 27 \text{ ميجا بascal}$
الحالة (ب): خرسانة الأعمدة والأسقف في مبنى سكني.
المقاومة المطلوبة: 30 ميجا بascal .

هذه القيمة تقع بين ٢١ و ٣٥ ميجا، فنطبق القاعدة الثانية.

$f_c'r = f_c' + 8.5 = 30 + 8.5 = 38.5 \text{ ميجا بascal}$

الحالة (ج): خرسانة عنصر خاص في كوبري أو ناطحة سحاب.

المقاومة المطلوبة: $60 = f_c' \text{ ميجا بascal}$.

هذه القيمة أعلى من ٣٥ ميجا، فنطبق القاعدة الثالثة.

$f_c'r = 1.10 \times f_c' + 5 = 1.10 \times 60 + 5 = 66 + 5 = 71 \text{ ميجا بascal}$
الزنونة من المثال:

المثال يوضح كيف أن "الجعل" بأداء المحطة له ثمن باهظ. في الحالة (ب)، اضطررنا لطلب خرسانة متوسطها 38.5 ميجا بascal للحصول على مقاومة تصعيمية 30 ميجا (زيادة ٣٨%). وفي الحالة (ج)، اضطررنا لطلب خرسانة متوسطها 71 ميجا للحصول على 60 ميجا (زيادة ١٨%) و الزيادات الكبيرة في المقاومة تعني زيادة كبيرة في محتوى الأسممنت وبالتالي زيادة كبيرة في التكلفة.

جدول ٥,٢ - الحد الأدنى للمقاومة المتوسطة المطلوبة في غياب بيانات تاريخية كافية

مقاومة الضغط المتوسطة المطلوبة ($f_c'r$)	مقاومة الضغط المحددة (f_c')
$f_c'r = f_c' + 7$ ($f_c'r = f_c' + 1000 \text{ psi}$)	أقل من ٢١ f_c' عندما تكون $f_c' < 3000 \text{ psi}$ ميجا بascal
$f_c'r = f_c' + 8$ ($f_c'r = f_c' + 1200 \text{ psi}$)	بين ٢١ و ٣٥ f_c' عندما تكون $f_c' \geq 21 \text{ MPa}$ ميجا بascal and $f_c' \leq 35 \text{ MPa}$
$f_c'r = 1.10f_c' + 5$ ($f_c'r = 1.10f_c' + 700 \text{ psi}$)	أكبر من ٣٥ f_c' عندما تكون $f_c' > 5000 \text{ psi}$ ميجا بascal

جدول ٥,٢ من كود ٣١٨.

الشرح للجدول ٥,٢ :

هذا الجدول هو يقدم لنا ثلاثة معادلات بسيطة و مباشرة لحساب المقاومة المستهدفة (f_{cr}) عندما لا نملك أي بيانات موثوقة أقل من ٢١ نتيجة لتقدير الانحراف المعياري (s). في هذه الحالة، لا يمكننا استخدام المعادلات التي تعتمد على z و s ، فنلجأ إلى هذه "العقوبات الثابتة".

الكود هنا يفترض أسوأ الظروف ويقول: بما أنني لا أعرف أي شيء عن مستوى تحكم هذه المحطة سأفترض أنها سليمة وسأفرض عليها هامش أمان كبير جداً لكي أضمن سلامة المنشأ.

الجدول يقسم هذه العقوبة إلى ثلاثة فئات بناءً على قوة الخرسانة المطلوبة:

The minimum fcr' can be computed using Table 5.2 or applying Eq. (5-1) through (5-4), as appropriate with the criteria listed in Table 5.3.

When a specification requires a combination of the average number of tests, such as the average of three consecutive

tests, the standard deviation or coefficient of variation of such an average will be lower than that computed using all individual test results (Section 5.3.2.1). Standard deviation of an average is calculated by dividing the standard deviation (Section 5.3.2.2) of individual test results by the square root of the number of tests (n) in each average, in the form of Eq. (5-2) in Table 5.3.

The value of n typically specified is 3. This value should not be confused with the number of strength test results used to estimate the mean or standard deviation of the record. Table 5.4 provides values of z for various percentages of tests falling between the mean $\pm z\sigma$ and the probability a test will fall below the mean minus $z\sigma$. Examples are shown in

5:

يمكن حساب الحد الأدنى fcr' باستخدام الجدول 5.2 أو بتطبيق المعادلات (5-1) حتى (5-4)، حسبما يكون مناسباً مع المعايير المدرجة في الجدول 5.3. عندما تتطلب مواصفة ما مجموعة من متواسط عدد الاختبارات، مثل متواسط ثلاثة اختبارات متتالية، فإن الانحراف المعياري أو معامل الاختلاف لمثل هذا المتواسط سيكون أقل من ذلك المحسوب باستخدام جميع نتائج الاختبارات الفردية (القسم 5.3.2.1). يتم حساب الانحراف المعياري للمتوسط عن طريق قسمة الانحراف المعياري (القسم 5.3.2.2) لنتائج الاختبارات الفردية على الجذر التربيعي لعدد الاختبارات (n) في كل متواسط، على شكل المعادلة (5-5) في الجدول 5.3. قيمة n المحددة عادة هي 3. لا يجب الخلط بين هذه القيمة وعدد نتائج اختبارات المقاومة المستخدمة لتقدير المتواسط أو الانحراف المعياري للسجل. يقدم الجدول 5.4 قيم z لنسب مئوية مختلفة من الاختبارات التي تقع بين المتواسط $\pm z\sigma$ واحتمالية أن يقع اختبار ما تحت المتواسط ناقص. 5.5 الأمثلة موضحة في القسم 5.3.2.

الشرح للفقرة 5:

هذه الفقرة هي فقرة توجيهية وتحذيرية في غاية الأهمية. هي بتلخص لنا خريطة الطريق وبتبيننا لخطاً شائع جداً.

أ- خريطة الطريق لحساب fcr' :

الفقرة بتبدأ وتقول: يا جماعة عشان تحسبيوا المقاومة المتوسطة المطلوبة (fcr') عندكم طريقيين: إما تستخدمو الجدول 5.2 لو معندوكوش بيانات كافية أو تستخدمو المعادلات من 5-1 إلى 5-4 لو عندكم بيانات تاريخية وده ملخص لكل اللي جاي.

٢-فلسفة متوسط الاختبارات المتتالية:

هنا بتدخل في نقطة إحصائية دقيقة: لما بتأخذ متوسط مجموعة من النتائج زي متوسط ٣ اختبارات التشتت بتاع المتواسط ده بيكون أقل من تشتت النتائج الفردية.

لأن المتواسط بطبعته بيلغي القيم المتطرفة ولو عندك نتيجة عالية جداً ونتيجة منخفضة جداً المتواسط بتاعهم هيكون قريب من النص.

إزاى بنحسب التشتت الجديد ده؟ الفقرة بتدينا القانون الذهبي:

الانحراف المعياري للمتوسط = الانحراف المعياري الأصلي / جذر n حيث n هو عدد الاختبارات في المتواسط.

هذا القانون هو أساس المعادلة (٥-٢) اللي هنسخدمها لحساب fcr' بناءً على شرط المتواسط المتحرك.

٣-التحذير الأهم: الفرق بين n و N

هنا الفقرة بتدعوس فرامل وبتحط علامة تحذير كبيرة. بتقول: انتبهوا n اللي بنتكلم عنها هنا اللي غالباً بتكون ٣ هي رقم ثابت بنسخدمه في شرط المتواسط المتحرك و إوعوا تلخبطوا بينها وبين عدد الاختبارات الكلية في السجل التاريخي بتاعكم.

N الكبيرة: Number of tests in the record اللي عندك في تاريخك مثلاً ٣٠ أو ١٠٠ اختبار دي بنسخدمها عشان تحسب fcr' الانحراف المعياري للإنتاج.

n الصغيرة: number of tests in each average : ده رقم ثابت غالباً ٣) بنسخدمه في مكانين:

في معادلة حساب fcr' الخاصة بالمعيار الثاني لما بنقسم على n و أتناء تقييم النتائج اليومية لما بنحسب متواسط آخر ٣ نتائج.

الخلط بين المفهومين دول خطأ شائع جداً وبيؤدي لنتائج حسابية خاطئة تماماً.

٤-التوجيه الأخير: استخدام جدول جدول 5.4

الفقرة بتختم بتوجيهنا للجدول 5.4، وبتقول إنه القاموس اللي بيترجم درجة المخاطرة اللي إنت عايزها إلى معامل z المناسبة z بتقول إن الجدول ده هيساعدك تعرف z المناسبة لـ fcr' فشل بمستهدفها مثلاً ١ في ١,٠٠ في ٥٠٠، وهكذا.

بتشير إلى أن الأمثلة العملية على استخدام الجدول ده هتتيجي في القسم 5.3.2.

الزونة النهائية: هذه الفقرة هي بمثابة "المرشد" في بداية رحلة الحسابات. هي بتقولك:

١. هذه هي الأدوات التي ستسخدمها (الجدول والمعادلات).

٢. هذه هي القاعدة الإحصائية التي سنبني عليها (الانحراف المعياري للمتوسط).

٣. هذا هو الخطأ الشائع الذي يجب أن تتجنبه (الخلط بين n و N).

٤. هذا هو القاموس الذي ستعود إليه (z-table) هي فقرة تمهدية بتجهزك نفسياً وعلمياً للتعامل مع المعادلات والأمثلة القادمة.

مثال عملي شامل على الفقرة:

تخيل أن لديك سجل بيانات مكون من 35 نتيجة اختبار (n الكبيرة = 35).

استخدام n الكبيرة (n=35):

ستستخدم كل الـ 35 نتيجة لحساب الانحراف المعياري الكلي للسجل، ولتكن $s = 4.0$ = ميجا باسكال.

هذه القيمة ($s=4.0$) هي التي ستستخدمها في معادلات حساب f_{cr} .

استخدام n الصغيرة (n=3):

أثناء تقييمك للنتائج اليومية، ستأخذ كل 3 نتائج متتالية وتحسب متوسطها.

متوسط (النتيجة 1, 2, 3)

متوسط (النتيجة 2, 3, 4)

متوسط (النتيجة 3, 4, 5) ... وهكذا.

ستقارن كل متوسط من هذه المتوسطات بـ f_{cr} للتأكد من أنه لا يقل عنها. هذا شرط قبول منفصل ومختلف تماماً عن حساب f_{cr} .

الرقم $n=3$ هنا لا يدخل إطلاقاً في حساب s الكلية للسجل.

استخدام جدول 5.4:

لنفترض أنك تريد حساب f_{cr} بحيث لا يفشل أكثر من 1 من كل 500 اختبار.

ستذهب إلى جدول 5.4 وتحث عن قيمة z التي تقابل نسبة فشل 1% في 500 (أو 2%).

ستجد أن $z \approx 2.88$.

ستستخدم هذه القيمة ($z=2.88$) مع الانحراف المعياري الذي حسبته من الـ 35 نتيجة ($s=4.0$) لحساب f_{cr} .

الزتونة من المثال:

المثال يوضح بوضوح الفرق بين $n=35$ (التي نستخدمها لتقدير أداء المحطة وحساب s) و $n=3$ (التي نستخدمها لتقدير النتائج اليومية). كما يوضح كيف نستخدم جدول 5.4 للحصول على عامل الأمان z الذي نحتاجه.

The amount by which f_{cr}' exceeds f_{cr} depends on the acceptance criteria specified for the particular project. The examples that follow show how different criteria may be used to determine f_{cr}' for various specifications or elements of specifications. Numerical examples are presented in both inch-pound and SI units in a parallel format that has been hard converted; thus, they reflect the values commonly used in the respective unit system. ACI 318 contains variations of these equations.

الترجمة تكميلة الفقرة 5.1:

تعتمد الكمية التي تتجاوز بها f_{cr}' المقاومة المتوسطة المطلوبة f_{cr} المقاومة التصميمية على معايير القبول المحددة للمشروع المعنى. توضح الأمثلة التالية كيف يمكن استخدام معايير مختلفة لتحديد f_{cr}' لمواصفات مختلفة أو لعناصر من المواصفات. يتم تقديم الأمثلة العددية بكل من وحدات البوصة - رطل والوحدات الدولية (SI) في شكل متوازي تم تحويله تحويلاً مباشراً hard converted وبالتالي، فإنها تعكس القيم الشائعة الاستخدام في كل نظام وحدات على حدة. يحتوي كود ACI 318 على صيغ مختلفة قليلاً من هذه المعادلات.

الشرح للفقرة

هذه الفقرة هي مجرد إعلان تشويقي أو مقدمة للأمثلة التي هندخل عليها هي بتقولنا 3 حاجات بسيطة:

1-الهامش فش ثابت:

الفقرة بتبدأ بأهم فكرة: هامش الأمان اللي بنحطه فوق f_{cr} عشان نوصل لـ f_{cr}' فش رقم ثابت.

قيمتة بتعتمد على شروط النجاح والرسوب معايير القبول اللي محظوظة في مواصفات مشروعك.

يعني لو مواصفاتك صارمة جداً هامش الأمان هيكون كبير ولو مواصفاتك متساهلة هامش هيكون أصغر.

2-الأمثلة هتووضح كل حاجة:

بتقول إن الأمثلة اللي جاية هتوريك عملياً إزاى بنحسب f_{cr}' ببنيان على معايير قبول مختلفة.

هتووضح إزاى كل شرط من شروط الكود بيترجم لمعادلة مختلفة، وبالتالي قيمة f_{cr}' مختلفة.

3-ملاحظات فنية على الأمثلة:

الوحدات: الأمثلة هتكون مكتوبة بالوحدتين: النظام الأمريكي بوصة- رطل أو psi والنظام الدولي SI أو MPa.

التحويل: (Hard Converted) دي نقطة مهمة. معناها إن الأرقام هش مجرد تحويل رياضي دقيق. مثلاً، لو المقاومة بالأمريكي 4000 psi، التحويل الرياضي الدقيق ممكن يطلع 27,58 ميجا باسكال. لكن في الممارسة العملية، بنستخدم أرقام "مدوره" زي 28 ميجا باسكال. الأمثلة هتسخدم هذه الأرقام العملية الشائعة في كل نظام

لاختلاف عن: **ACI 318** بتتبهك إن المعادلات اللي هتشوفها في الدليل ده معنون تكون مكتوبة بصيغة مختلفة شوية عن اللي موجودة في كود **ACI 318** نفسه لكنها بتؤدي نفس الفرض زي ما شفنا في مثال $n=7$ اللي الكود بيختصرها في رقم واحد زي ١٣٤

الزتونة النهائية: الفقرة دي بتقولك: "ستعد الأمثلة العملية جاية في الطريق هي هتوريك إزاى تطبق كل الكلام النظري اللي فات ومتكون مكتوبة بالوحدتين اللي بتستخدمهم في شغلك مع العلم إن شكل المعادلات ممكن يختلف شوية عن الكود الرئيسي لكن المضمون واحد.

مثال عملي على فكرة الفقرة:

تخيل أنت تعمل على مشروعين مختلفين، كلهمما يتطلب خرسانة $f'_c = 30$ ميجا باسكال.

المشروع (أ) - مبني سكني عادي:

معايير القبول: معايير القبول القياسية للكود **ACI 318** f'_{cr} : بعد تطبيق المعادلات، تجد أنت تحتاج إلى $f'_{cr} = 36.5$ ميجا باسكال.

المشروع (ب) - عنصر حرج في محطة نووية:

معايير القبول: يقرر المهندس الاستشاري للمشروع، نظراً لخطورة العنصر، فرض معايير قبول "أكثر صرامة" من الحد الأدنى للكود **ACI** و يقرر أنه يريد نسبة فشل لا تزيد عن ١ في ١٠٠٠٠ (بدلاً من ١ في ١٠٠).

النتيجة: هذا الشرط الأكثر صرامة سيؤدي إلى استخدام قيمة z أعلى بكثير. بعد تطبيق المعادلات، ستتجد أنت تحتاج إلى $f'_{cr} = 42.0$ ميجا باسكال.

الزتونة من المثال:

المثال يوضح النقطة الأولى في الفقرة: نفس المقاومة المطلوبة ($f'_{cr} = 30$) أدت إلى قيم f'_{cr} مختلفة تماماً (٣٦.٥ مقابل ٤٢.٠) فقط لأن "معايير القبول" للمشروعين كانت مختلفة. الفقرات القادمة ستشرح بالتفصيل كيف نقوم بهذه الحسابات.

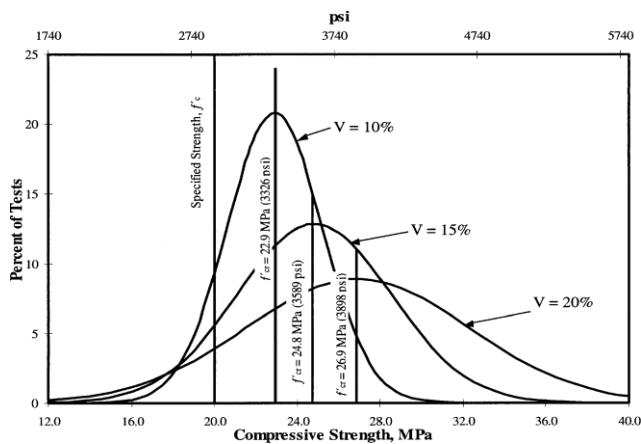


Fig. 5.1—Normal frequency curves for coefficients of variation of 10, 15, and 20%.

شكل ١٥ - منحنيات التوزيع الطبيعي لمعاملات اختلاف ١٠، ١٥، و ٢٠٪.

الشرح للشكل ١٥:

هذا الشكل يوضح لنا كيف يؤثر مستوى التحكم في الخرسانة (الممثل بمعامل الاختلاف V) على المقاومة المتوسطة المطلوبة (f'_{cr}) لتحقيق نفس المقاومة التصميمية (f'_c).

هتفصصها ما في الصورة:

١- الخط الرأسي الثابت (f'_c):

نلاحظ وجود خط رأسي ثابت عند مقاومة ٣٠ ميجا باسكال و هو الهدف التصميمي (f'_c) الذي لا يتغير و كل الحالات الثلاث تهدف إلى تحقيق نفس هذه الهدف.

٢- المنحنيات الثلاثة (مستويات التحكم المختلفة):

لدينا ثلاثة منحنيات جرس مختلفة كل واحد يمثل محطة خلط أو مستوى تحكم مختلف:

المنحنى الضيق والطويل ($V = 10\%$): هذا يمثل محطة ذات تحكم ممتاز و النتائج متجمعة جداً حول المتوسط والتشتت قليل.

المنحنى المتوسط ($V = 15\%$): هذا يمثل محطة ذات تحكم جيد/مقبول و التشتت زاد قليلاً والمنحنى أصبح أعرض.

المنحنى الواسع والمفلطح ($V = 20\%$): هذا يمثل محطة ذات تحكم ضعيف و النتائج ملتبطة و مبعثرة جداً والتشتت كبير.

٣-المتوسط المطلوب لكل حالة (fcr):

هنا الزونة: لكي تضمن كل محطة أن نسبة قليلة فقط من نتائجها ستقع تحت الخط الأحمر ($fc = 20$) يجب على كل منها أن تستهدف متوسطاً مختلفاً: المحطة الممتازة ($V=10\%$): تحتاج فقط إلى استهداف متوسط $fcr' = 22.9$ ميجا باسكال و هامش الأمان هنا هو 2.9 ميجا فقط.

المحطة الجيدة ($V=15\%$): تحتاج إلى استهداف متوسط أعلى $fcr' = 24.8$ ميجا باسكال. هامش الأمان زاد إلى 4.8 ميجا.

المحطة الضعيفة ($V=20\%$): تحتاج إلى استهداف متوسط عالٍ جداً، $fcr' = 26.9$ ميجا باسكال. هامش الأمان قفز إلى 6.9 ميجا.

الزونة النهائية من الشكل:

هذا الشكل هو أفضل دليل مرئي على أن الجودة توفر المال و المحطة ذات التحكم الممتاز ($V=10\%$) يمكنها أن تبيع خرساناً تحقق مقاومة 20 ميجا باسكال باستخدام خلطة أرخص لأن متوسطها 22.9 فقط بينما المحطة ذات التحكم الضعيف ($V=20\%$) مضطربة لاستخدام خلطة أغلى بكثير لأن متوسطها 26.9 لكي تبيع نفس المنتج خرساناً 20 ميجا باسكال.

هو يوضح أن هامش الأمان ($fcr' - fc$) ليس عقوبة عشوائية بل هو ضرورة إحصائية لتعويض التشتت أو عدم اليقين في عملية الإنتاج و كلما زاد التشتت، زاد هامش الأمان المطلوب.

Table 5.3—Equations to determine minimum required average strength

	Criterion 1	Criterion 2	Criterion 3*	Criterion 4†
	Maximum percent of individual tests $< f'_c$	Maximum percent of moving average of n consecutive tests $< f'_c$	Maximum percent of individual tests $< (f'_c - k)$	Maximum percent of individual tests $< (k\% \text{ of } f'_c)$
Coefficient of variation formula Equation number	$f'_c r = f'_c / (1 - zV)$ (5-1a)	$f'_c r = f'_c / (1 - zV / \sqrt{n})$ (5-2a)	$f'_c r = (f'_c - k) / (1 - zV)$ (5-3a)	$f'_c r = k f'_c / (1 - zV)$ (5-4a)
Standard deviation formula Equation number	$f'_c r = f'_c + z\sigma$ (5-1b)	$f'_c r = f'_c + (z\sigma / \sqrt{n})$ (5-2b)	$f'_c r = (f'_c - k) + z\sigma$ (5-3b)	$f'_c r = k f'_c + z\sigma$ (5-4b)

*Criterion 3 is for $f'_c \leq 5000$ psi (35 MPa).

†Criterion 4 is for $f'_c > 5000$ psi (35 MPa).

جدول ٥,٣ - معادلات تحديد الحد الأدنى للمقاومة المتوسطة المطلوبة

	المعيار ١	المعيار ٢	المعيار ٣	المعيار ٤
الشرط	أقصى نسبة مئوية $< f'_c$ للختبارات الفردية	أقصى نسبة مئوية للمتوسط المتحرك r في اختبارات متتالية $< f'_c$	أقصى نسبة مئوية للختبارات الفردية $(f'_c - k) <$	أقصى نسبة مئوية للختبارات الفردية $(f'_c - k) < \text{من } (f'_c)$
صيغة معامل الاختلاف				
رقم المعادلة	$f'_c r = f'_c / (1 - zV)$ (5-1a)	$f'_c r = f'_c / (1 - zV / \sqrt{n})$ (5-2a)	$f'_c r = (f'_c - k) / (1 - zV)$ (5-3a)	$f'_c r = k f'_c / (1 - zV)$ (5-4a)
صيغة الانحراف المعياري				
رقم المعادلة	$f'_c r = f'_c + z\sigma$ (5-1b)	$f'_c r = f'_c + (z\sigma / \sqrt{n})$ (5-2b)	$f'_c r = (f'_c - k) + z\sigma$ (5-3b)	$f'_c r = k f'_c + z\sigma$ (5-4b)

المعيار ٣ هو للخرسانة ذات $f'_c \leq 5000$ رطل/بوصة^٢ (٣٥ ميجا باسكال).

المعيار ٤ هو للخرسانة ذات $f'_c > 5000$ رطل/بوصة^٢ (٣٥ ميجا باسكال).

الشرح للجدول ٥,٣ :

هذا الجدول هو عبارة عن مصفوفة (Matrix) قوية جداً والأعمدة تمثل شروط القبول المختلفة (Criteria) والصفوف تمثل طريقة الحساب باستخدام معامل الاختلاف V أو الانحراف المعياري σ و بتقطيع العمود مع الصفر تحصل على المعادلة الصحيحة التي يجب استخدامها.

دعنا نفصص الجدول جزءاً جزءاً:

أولاً: الصفوف (طريقة الحساب)

صف معامل الاختلاف (V): يحتوي على المعادلات التي نستخدمها عندما يكون لدينا معامل الاختلاف (V) و هذه المعادلات شكلها معقد قليلاً (فيها قسمة).

صف الانحراف المعياري (σ): يحتوي على المعادلات التي نستخدمها عندما يكون لدينا الانحراف المعياري (σ) و هذه المعادلات أبسط وأكثر مباشرة (فيها جمع).

العلاقة بينهما: كما ذكرنا سابقاً، استخدام أي من الصفيتين لنفس الحالة سيعطي نفس النتيجة النهائية $r = f'_c$.

هنا يمكن قلب الجدول و كل عمود يمثل شرط قبول مختلف قد يفرضه الكود أو الاستشاري.

العمود ١: شرط النتائج الفردية Criterion 1

الشرط: يجب ألا تزيد نسبة النتائج الفردية التي تقل عن fc' عن نسبة معينة (مثلاً ١%).

المعادلات: $fcr' = fc' + zs$ أو المعادلة المكافئة بـ ٧.

الشرح: هذا هو الشرط الأساسي والأكثر شيوعاً و هو يركز على التحكم في عدد النتائج "الضعيفة" بشكل عام.

العمود ٢: شرط متوسط n نتائج Criterion 2

الشرط: يجب ألا تزيد نسبة متوسط كل n نتائج متتالية عادة n=3 التي تقل عن fc' عن نسبة معينة.

المعادلات: $fcr' = fc' + (zs / \sqrt{n})$ أو المعادلة المكافئة بـ ٧.

الشرح: هذا الشرط أقل صرامة من الأول لأنه يسمح بوجود نتيجة فردية ضعيفة طالما أن النتيجتين المجاورتين لها قويتان بما يكفي لرفع المتوسط فوق fc' و لاحظ كيف أن هامش الأمان هنا (zs) يتم قسمته على \sqrt{n} ، مما يقلل من قيمته بشكل كبير.

العمود ٣: شرط الخرسانة العادية في ACI 318

الشرط: يجب ألا تزيد نسبة النتائج الفردية التي تقل عن $(k - fc')$ عن نسبة معينة". (هذا الشرط خاص بالخرسانات حتى ٣٥ ميجا باسكال).

المعادلات: $fcr' = (fc' - k) + zs$

الشرح: هذا شرط غريب ومهم جداً في كود ACI 318 هو يقول: أنا لا أمانع في وجود بعض النتائج أقل من fc' ، لكنني أرفض تماماً وجود أي نتائج أقل من fc' بمسافة كبيرة هو يضع خطأ أحمر عند $fc' - k$ حيث $k = 3.5$ ميجا باسكال في ACI 318 ويطلب منا تصميم الخلطة بحيث لا تقترب النتائج من هذا الخط الأحمر.

العمود ٤: شرط الخرسانة عالية المقاومة في ACI 318

الشرط: يجب ألا تزيد نسبة النتائج الفردية التي تقل عن $(k \times fc')$ عن نسبة معينة و هذا الشرط خاص بالخرسانات أعلى من ٣٥ ميجا باسكال.

المعادلات: $fcr' = (k \times fc') + zs$

الشرح: هذا هو نفس منطق الشرط الثالث، لكن "الخط الأحمر" هنا ليس قيمة ثابتة بل هو نسبة مئوية (حيث $k = 0.90$ في ACI 318 من fc'). هذا أكثر منطقية للخرسانات عالية المقاومة.

الزتونة النهائية للجدول:

هذا الجدول هو قائمة الطعام التي تختار منها المعايرة المناسبة.
أولاًً تحدد شرط القبول الذي تعمال عليه أي عمود.

ثانياً تختار طريقة الحساب التي تفضلها ي صف و بتنقاطع اختياركتحصل على المعايرة الصحيحة و في التطبيق العملي لكود ACI 318، نحن لا نستخدم شرطاً واحداً، بل نستخدم مزيجاً من شرطين عادة الشرط ١ مع الشرط ٣ أو ٤ ونحسب f_{cr}' لكل منهما ثم نأخذ القيمة الأكبر منهما وهذا ما سنراه في القسم ٥.

مثال عملي ونطبق عليه كل الشروط الأربع لنرى كيف تتغير قيمة f_{cr}' المطلوبة.

المعطيات الأساسية للمثال:

المقاومة التصميمية المطلوبة: $f_c' = 30$ ميجا باسكال.

الانحراف المعياري المحسوب من سجل بيانات كبير (أكثر من ٣٠ نتيجة): $s = 4.0$ ميجا باسكال.

لنفترض أن كل شروط القبول تتطلب نسبة فشل لا تزيد عن ١ من كل ١٠٠ (١%). من جدول ٥، هذا يعطينا عامل موثوقية $z = 2.33$

التطبيق العملي على كل معيار (Criterion):

١-تطبيق المعيار الأول (التحكم في النتائج الفردية)

الشرط: يجب ألا تقل أكثر من ١% من النتائج الفردية عن ٣٠ ميجا باسكال.

المعادلة المستخدمة (من العمود ١): $f_{cr}' = f_c' + z s$

الحساب: $f_{cr}' = 30 + (2.33 \times 4.0) f_{cr}' = 30 + 9.32 = 39.32$ ميجا باسكال.

القرار: بناءً على هذا الشرط، يجب على المحطة أن تصمم خلطة متوسط مقاومتها ٣٩,٣٢ ميجا باسكال.

٢-تطبيق المعيار الثاني (التحكم في متوسط ٣ نتائج)

الشرط: يجب ألا يقل متوسط كل ٣ نتائج متتالية عن ٣٠ ميجا باسكال سنفترض نفس نسبة الفشل ١%.

المعادلة المستخدمة (من العمود ٢): $f_{cr}' = f_c' + (z s / \sqrt{n})$ (حيث $n=3$)

الحساب: $f_{cr}' = 30 + ((2.33 \times 4.0) / \sqrt{3}) f_{cr}' = 30 + (9.32 / 1.732) f_{cr}' = 30 + 5.38 = 35.38$ ميجا باسكال.

القرار: هذا الشرط أقل صرامة بكثير. هو يتطلب فقط خلطة متوسطها ٣٥,٣٨ ميجا باسكال.

٣-تطبيق المعيار الثالث (شرط الخط الأحمر للخرسانة العادي)

الشرط: يجب ألا تقل أكثر من ١% من النتائج الفردية عن $(30 - 3.5) = 26.5$ ميجا باسكال.

$$\text{المعادلة المستخدمة (من العمود ٣): } f_{cr'} = (fc' - k) + zs \quad (\text{حيث } k=3.5)$$

$$\text{الحساب: } f_{cr'} = (30 - 3.5) + (2.33 \times 4.0) \quad f_{cr'} = 26.5 + 9.32 = 35.82 \text{ ميجا باسكال.}$$

القرار: هذا الشرط أيضاً أقل صرامة من الأول، ويطلب خلطة متوسطها ٣٥,٨٢ ميجا باسكال.

٤-تطبيق المعيار الرابع شرط الخط الأحمر للخرسانة عالية المقاومة

المثال دة للتوضيح فقط لأن خرسانة ٣٠ ميجا لا تعتبر عالية المقاومة لكن لنطبقها على المعادلة

الشرط: يجب ألا تقل أكثر من ١% من النتائج الفردية عن $(30 \times 0.90) = 27$ ميجا باسكال.

$$\text{المعادلة المستخدمة (من العمود ٤): } f_{cr'} = (k \times fc') + zs \quad (\text{حيث } k=0.90)$$

$$\text{الحساب: } f_{cr'} = (0.90 \times 30) + (2.33 \times 4.0) \quad f_{cr'} = 27 + 9.32 = 36.32 \text{ ميجا باسكال.}$$

القرار: هذا الشرط أكثر صرامة من الشرطين ٢ و ٣، ولكنه لا يزال أقل صرامة من الشرط الأول.

الزونة النهائية من المثال:

المثال يوضح كيف أن نفس البيانات الأولية ($fc'=30, s=4.0, z=2.33$) أدت إلى أربع قيم مختلفة تماماً لـ $f_{cr'}$:

المعيار ١: ٣٩,٣٢ ميجا باسكال (الأكثر صرامة)

المعيار ٢: ٣٥,٣٨ ميجا باسكال (الأقل صرامة)

المعيار ٣: ٣٥,٨٢ ميجا باسكال

المعيار ٤: ٣٦,٣٢ ميجا باسكال

هذا يثبت أن شرط القبول هو الذي يحدد كل شيء وكما ذكرنا كود ACI 318 لا يستخدم شرطاً واحداً بل يطلب هنا حساب $f_{cr'}$ بناءً على المعيار وبناءً على المعيار ٣ (أو ٤) ثم نأخذ القيمة الأكبر منهما. في مثالتنا هذا ستكون القيمة الحاكمة هي ٣٦,٣٢ ميجا باسكال.

Table 5.4—Probabilities associated with values of z

Percentages of tests within $\pm z\sigma$	Chances of falling below $f_c' - z\sigma$	z
40	3 in 10 (30%)	0.52
50	2.5 in 10 (25%)	0.67
60	2 in 10 (20%)	0.84
68.27	1 in 6.3 (15.9%)	1.00
70	1.5 in 10 (15%)	1.04
80*	1 in 10 (10%)*	1.28*
90	1 in 20 (5%)	1.65
95	1 in 40 (2.5%)	1.96
95.45	1 in 44 (2.3%)	2.00
98*	1 in 100 (1%)*	2.33*
99	1 in 200 (0.5%)	2.58
99.73	1 in 741 (0.13%)	3.00

*Commonly used values.

جدول ٥.٤ - الاحتماليات المرتبطة بقيمة z

$z\sigma$	النسبة المئوية للختارات \pm الواقعه ضمن المتوسط	فرصة الواقعه تحت $z - z\sigma$	z
40%	٣٣٠%	٣٣ في ١٠	0.52
50%	٣٥%	٢.٥ في ١٠	0.67
60%	٣٠%	٢ في ١٠	0.84
68.27%	١٥.٩%	٦.٣ في ١٠	1.00
70%	١٥%	١.٥ في ١٠	1.04
80%*	١٠%	١ في ١٠*	1.28*
90%	٥%	٢٠ في ١	1.65
95%	٢.٥%	٤٠ في ١	1.96
95.45%	٢.٣%	٤٤ في ١	2.00
98%*	١%	١٠٠ في ١	2.33*
99%	٠.٥%	٢٠٠ في ١	2.58
99.73%	٠.١٣%	٧٤١ في ١	3.00

القيم شائعة الاستخدام.

الشرح لجدول ٥.٤ :

الجدول ده عبارة عن آلة حاسبة إحصائية جاهزة لانه بيربط بين ٣ حاجات مهمة جداً:

- z (العمود الأخير): ده عامل الموثوقية أو عامل الأمان الإحصائي و كل ما الرقم ده كبر كل ما زاد الأمان اللي بتتصمم عليه.
- احتمال الفشل (العمود الأوسط): ده أهم عمود في الجدول و هو بيترجم قيمة z لسؤال عملي جداً: يا هندسة انت مستعد تقبل كام اسطوانة يفشل من كل ١٠٠ أو ١٠٠٠ اسطوانة؟. ده هو قرار المخاطرة اللي بيأخذه المصمم.
- نسبة النتائج حول المتوسط (العمود الأول): ده عمود

نظري شويه بيقولك لو عندك قيمة z معينة فده معناه إن كام في المية من نتائجك هتبقى محصورة في نطاق $z\sigma \pm$ المتوسط

إزاى نقرأ الجدول ده صح؟

انسى العمود الأول دلوقتي خالص وركز على العمودين الثاني والثالث لأن دول اللي بنستخدمهم في الشغل و العلاقة بينهم عكسية:

ولو عايز أمان عالي جداً يعني احتمال فشل قليل:

هتقول أنا مش هقبل بأكتر من اسطوانة واحد فاشل كل ١٠٠ اسطوانة

هتروح للعمود الأوسط وتدور على ١ في ١٠٠

هتلاقى إن القيمة دي بتقابل $z = 2.33$ و دي قيمة z اللي هتستخدمها في معادلاتك.

لو عايز أمان أقل شوية يعني مقبول في بعض الحالات:

هتقول: أنا ممكن أقبل بفشل اسطوانة كل ١٠ اسطوانات.

هتروح للعمود الأوسط وتدور على ١ في ١٠

هتلاقى إن القيمة دي بتقابل $z = 1.28$ و دي قيمة z اللي هتستخدمها.

القيم اللي عليها نجمة (*) هي الزتونة: الكود معلمتك على ٣ قيم وبيكولك لأن دي أشهر القيم اللي هتقابلها في حياتك العملية:

$z = 1.28$ (احتمال فشل ١ في ١٠): دي درجة مخاطرة عالية نسبياً، ممكن تتقبل في عناصر مش حرجه أوي.

$z = 2.33$ (احتمال فشل ١ في ١٠٠): دي أشهر قيمة على الإطلاق، وهي اللي كود AC 318 بيبني عليها معظم حساباته للخرسانة التقليدية. دي تعتبر درجة أمان ممتازة ومقبولة عالمياً.

$z = 1.00$ (احتمال فشل ١ في ٦.٣): دي بتوضح المفهوم الإحصائي الأساسي اللي بيقول إن حوالي ٦٨% من النتائج تقع في نطاق $\pm 1\sigma$ من المتوسط.

مثال عملي شامل على الجدول:

أنت مهندس مصمم لمشروعين مختلفين وفي الحالتين
الانحراف المعياري للمحطة هو $s = 4.0$ ميجا باسكال
والمقاومة المطلوبة $fc' = 30$ ميجا باسكال.

المشروع (أ) - مبني سكني عادي:

قرارك كمصمم: سأتابع متطلبات كود ACI 318 القياسية التي تسمح باحتتمال فشل نتيجة فردية بنسبة 1 من كل 100.

استخدام الجدول: تذهب للعمود الأوسط تبحث عن 1 في 100
تجد أن $z = 2.33$.

$$fcr' = fcr' = fc' + zs = 30 + (2.33 \times 4.0) = 30 + 9.32 = 39.32 \text{ ميجا باسكال.}$$

المشروع (ب) - خزان مياه غير مسلح أو عنصر معماري:

قرارك كمصمم: "خطورة انهيار هذا العنصر منخفضة، ويعكّني قبول درجة مخاطرة أعلى لتوفير التكلفة. سأقبل باحتتمال فشل 1 من كل 10."

استخدام الجدول: تذهب للعمود الأوسط، تبحث عن 1 في 10
تجد أن $z = 1.28$.

$$fcr' = fcr' = fc' + zs = 30 + (1.28 \times 4.0) = 30 + 5.12 = 35.12 \text{ ميجا باسكال.}$$

الز-tone من المثال: المثال يوضح كيف أن قرار المصمم بشأن درجة المخاطرة المقبولة (1 في 100 مقابل 1 في 10) هو الذي يحدد قيمة z من الجدول. وهذا بدوره يؤثر بشكل مباشر وضخم على المقاومة المستهدفة المطلوبة من محطة الخلط (35,12 مقابل 39,32)، وبالتالي يؤثر على تكلفة الخرسانة.

5.3.1 Criterion No. 1—The engineer may specify a maximum percentage of individual, random strength test results permitted to fall below the fc' . This is the form of many international specifications, which tend to use a reliability factor of 1.65, implying acceptance of only a 5% failure rate. This criterion is no longer used in ACI 318, but may occur in situations where the average strength is a fundamental part of the design methodology, such as in some pavement specifications. A typical requirement permits no more than 10% strength tests to fall below fc' . Specified strength in these situations generally ranges from 3000 to 5000 psi (21 to 35 MPa).

الترجمة:

٥.٣.١ المعيار رقم ١ - قد يحدد المهندس نسبة مئوية قصوى لنتائج اختبارات المقاومة الفردية العشوائية المسموح لها بالانخفاض عن fc' . هذا هو الشكل الذي تتخذه العديد من المواصفات الدولية، والتي تميل إلى استخدام عامل موثوقية قدره ١,٦٥، مما يعني ضمنياً قبول معدل فشل ٥% فقط. لم يعد هذا المعيار مستخدماً في كود ACI 318، ولكنه قد يظهر في الحالات التي تكون فيها المقاومة المتوسطة جزءاً أساسياً من منهجية الترسض، كما هو الحال في بعض مواصفات طبقات الرصف. من المختبرات الشائعة السماح بما لا يزيد عن ١٠% من اختبارات المقاومة بالانخفاض عن fc' . تتراوح المقاومة المحددة في هذه الحالات بشكل عام من ٣٠٠ إلى ٥٠٠ رطل/بوصة٢ (٢١ إلى ٣٥ ميجا باسكال).

الشرح للفقرة ٥.٣.١ :

الفقرة دي بتشرح أول وأبسط طريقة ممكن المهندس يفكر فيها عشان يحدد المقاومة المطلوبة و الفكرة بسيطة ومبشرة جداً:

١. الفكرة الأساسية: المهندس بيحط شرط واحد بس: يا محطة الخلط أنا هقبل منك الخرسانة بس بشرط إن عدد الأسطوانات اللي نتيجتها تيجي أقل من المقاومة اللي أنا عايزها (fc') ميزيدش عن نسبة معينة.

٢. مثال عالمي: الفقرة بتدينا مثال و بتقول إن مواصفات عالمية كتير زي الأوروبية مثلًّا بتحب تستخدم الشرط ده. بيقولوا: نحن نقبل بفشل ٥% من النتائج ولو بصينا في جدول ٥,٤ هنلاقي إن نسبة فشل ٥% (أو ١ في ٢٠) دي بتنقابلها قيمة $z = 1.65$.

٣. موقفه من كود ACI 318: هنا بتيجي معلومة مهمة جداً. الفقرة بتقول: انتبه! كود ACI 318 الأمريكي للمباني لم يعد يستخدم هذا المعيار لوحده. زمان كان بيستخدمه لكن دلوقتي بيستخدم نظام أكثر تعقيداً وأماناً (هنسوفه لاحقاً).

٤. استخداماته الحالية: على الرغم من إن ACI 318 بطل

يستخدمه، إلا إنه لسه موجود في أنواع تانية من المشاريع زي مواصفات الطرق والكباري و في المشاريع دي بيكون شائع جداً إنهم يطلبوا شرط زي: يجب ألا تقل أكثر من ١٠% من نتائج الاختبارات عن f_{cr}' و لو بصينا في جدول ٥.٤ هنلقي إن نسبة فشل ١٠% (أو ١٠ في ١٠) دي بتقابلها قيمة $z = 1.28$.

٥. سياق الاستخدام: الفقرة بتختم بمعلومة عملية مفيدة جداً بتقول إن النوع ده من الشروط المعيار الأول غالباً ما يستخدم مع الخرسانات ذات المقاومة المتوسطة اللي بتتراوح من ٢٥ إلى ٣٥ ميجا باسكال و ده منطقي لأن دي هي المقاومات الشائعة في طبقات الرصف والعناصر الخرسانية الكتالية اللي مش بتتعرض لأحمال تصميمية حرجة زي الأعمدة في المبني العالية.

الز-tone من الفقرة: المعيار الأول هو الأثب الروحي لكل المعايير، فكرته بسيطة: تحديد نسبة فشل مسموح بيه تحت f_{cr}' وخلال و الكود الأمريكي للمبني (ACI 318) تطور عنه وبق يستخدم معايير أدق لكن الفكرة الأساسية دي لسه عايشة في مواصفات دولية تانية وفي قطاعات زي الطرق وبتكون مناسبة للخرسانات متوسطة القوة.

مثال عمل شامل على الفقرة:

أنت مهندس تعمل في مشروع رصف طريق سريع والمواصفات الفنية للمشروع ليست ACI 318 تتنص على الآتي: بالنسبة لطبقة الأساس الخرسانية المقاومة المطلوبة f_{cr}' هي ٢٨ ميجا باسكال قيمة تقع في النطاق المذكور ٢٥-٣٥. يسمح بما لا يزيد عن ١٠% من نتائج اختبارات المقاومة بالانخفاض عن هذه القيمة.

المعطيات:

$$f_{cr}' = 28 \text{ ميجا باسكال.}$$

$$z = 4.0.$$

شرط القبول: ١٠% من النتائج مسموح لها بالفشل.

خطوات الحساب:

١. تحديد z : تذهب إلى جدول ٥.٤ وتباحث عن احتمال فشل ١٠% (أو ١٠ في ١٠). تجد أن القيمة المقابلة هي $z = 1.28$.

٢. تطبيق المعادلة: تستخدم معادلة المعيار الأول (b1-٥):

$$f_{cr}' = f_{cr}' + z s$$

٣. الحساب: $f_{cr}' = 28 + (1.28 \times 4.0) f_{cr}' = 28 + 5.12 = 33.12$ ميجا باسكال.

القرار: يجب عليك أن تطلب من محطة الخلط تصميم خلطة خرسانية يكون متوسط مقاومتها المستهدف هو ٣٣.٢ ميجا باسكال (بالتقريب) لكي تضمن تحقيق شرط المواصفات.

5.3.1.1 *Coefficient of variation method*—Assume sufficient data exist for which a coefficient of variation of 10.5% has been calculated for a concrete mixture with an f_{cr}' of 4000 psi (28 MPa). From Table 5.3, 10% of the normal probability distribution is more than 1.28 standard deviations below the

mean. Using Eq. (5-1a) from Table 5.3

$$f_{cr}' = f_{cr}' / (1 - zV)$$

$$f_{cr}' = 4000 / (1 - 1.28 \times 0.105) = 4620 \text{ psi}$$

$$[f_{cr}' = 28 / (1 - 1.28 \times 0.105) = 32.3 \text{ MPa}]$$

Therefore, for an f_{cr}' of 4000 psi (28 MPa), proportion the concrete mixture for an average strength no less than 4620 psi (32.3 MPa) so that, on average, no more than 10% of the results fall below f_{cr}' .

الترجمة : ٥.٣.١.١

٥.٣.١.١ طريقة معامل الاختلاف - افترض وجود بيانات كافية تم من خلالها حساب معامل اختلاف قدره ١٠.٥% لخلطة خرسانية ذات مقاومة محددة f_{cr}' تبلغ ٤٠٠٠ رطل/بوصة^٢ (٢٨ ميجا باسكال). من جدول ٥.٤، فإن ١٠% من توزيع الاحتمال الطبيعي تقع على بعد أكثر من ١.٢٨، أي انتحراف معياري تحت المتوسط. باستخدام المعادلة (٥-١a) من جدول ٥.٣:

$$f_{cr}' = f_{cr}' / (1 - zV)$$

$$\text{رطل/بوصة}^2 = 4000 / (1 - 1.28 \times 0.105) = 4620 \text{ رطل/بوصة}^2$$

$$\text{ميجا باسكال} = 28 / (1 - 1.28 \times 0.105) = 32.3 \text{ ميجا باسكال}$$

لذلك من أجل مقاومة محددة f_{cr}' تبلغ ٤٠٠٠ رطل/بوصة^٢ (٢٨ ميجا باسكال)، قم بتصميم نسب الخلطة الخرسانية لتحقيق مقاومة متوسطة لا تقل عن ٤١٢٠ رطل/بوصة^٢ (٣٢.٣ ميجا باسكال) بحيث، في المتوسط، لا تزيد نسبة النتائج التي تقل عن f_{cr}' عن ١٠%.

الشرح للفقرة : ٥.٣.١.١

الفقرة دي بتتمسك الكلام النظري اللي فات وتحوله لمثال هي بالأرقام. هي بتورينا إزاى المهندس بيعمل حساباته خطوة بخطوة.

هناشح سيناريو المثال:

المطلوب: خرسانة مقاومتها التصميمية ٢٨ = f_{cr}' ميجا باسكال.

البيانات المتاحة: عندنا سجل بيانات كبير للمحطة، ومنه حسبنا ولقينا إن معامل الاختلاف ($V = 10.5\%$) (أو ٠.١٠٥ كرقم عشري). ده مستوى تحكم "ممتاز".

شرط القبول: المهندس قرر (أو المواصفات قررت) إنه هيقبل بفشل ١٠% من النتائج (يعني مكعب من كل ١٠ مكعبات مسموح له يجيب أقل من ٢٨ ميجا).

خطوات الحل اللي الكود عملها:

٥.٤ ترجمة شرط القبول إلى z : الكود راح باصص في جدول ٥.٤ على شرط فشل 10% ولقي إن ده بيقابلle قيمة $z = 1.28$.

٥.٣ اختيار المعادلة الصحيحة: الكود راح باصص في جدول ٥.٣ اللي هو جدول المعادلات هو عايز يطبق المعيار الأول التحكم في النتائج الفردية وعنه معامل الاختلاف V وتقاطع العمود الأول مع الصف الأول في الجدول بيديله المعادلة (٥-٥): $f_{cr'} = f_{c'} / (1 - zV)$

٣. التعويض في المعادلة: الكود حط الأرقام في المعادلة:

$$f_{c'} = 28$$

$$z = 1.28$$

$V = 0.105$ لازم نستخدمها كرقم عشري مش نسبة مئوية

$$f_{cr'} = 28 / (1 - 1.28 \times 0.105)$$

$$f_{cr'} = 28 / (1 - 0.1344)$$

$$f_{cr'} = 28 / 0.8656 = 32.3$$

٤. الخلاصة ان القرار الهندسي: الكود بيقولك تمام كده الحسابات خلصت و النتيجة هي إنك لازم تروح للمحطة وقولهم: يا جماعة أنا عايز خلطة خرسانية $f_{c'}$ بتاعتها 28 بس لازم تصميموها وتنتجوها بحيث يكون متوسط مقاومتها 32.3 ميجا باسكال.

الزونة من المثال: المثال ده هو أول تطبيق عملي مباشر. هو بيورينا إزاي بنحول ٣ معطيات (المقاومة المطلوبة $f_{c'}$ ومستوى التحكم في الجودة V ودرجة المخاطرة المقبولة z) إلى رقم واحد ملموس وهو "المقاومة المتوسطة المستهدفة $f_{cr'}$ " اللي المحطة لازم تشتفل عليها. هامش الأهمان هنا طبعاً $4.3 = 28 - 32.3$ ميجا باسكال.

٥.٣.١.٢ *Standard deviation method*—Assume sufficient data exist for which a standard deviation of 519 psi (3.58 MPa) has been calculated for a concrete mixture with an $f_{c'}$ of 4000 psi (28 MPa). According to Table 5.4, 10% of the normal probability distribution is more than 1.28 standard deviations below the mean. Using Eq. (5-1b) from Table 5.3

$$f_{cr'} = f_{c'} + zs$$

$$f_{cr'} = 4000 \text{ psi} + 1.28 \times 519 \text{ psi} = 4660 \text{ psi}$$

$$[f_{cr'} = 28 \text{ MPa} + 1.28 \times (3.58) \text{ MPa} = 32.6 \text{ MPa}]$$

To produce a concrete mixture with $f_{c'}$ of 4000 psi (28 MPa) that is expected, on average, to have no more than 10% of the test results fall below $f_{c'}$, the concrete mixture should be proportioned to produce an average strength of no less than 4660 psi (32.6 MPa).

الترجمة:

١٢ طريقة الانحراف المعياري - افترض وجود بيانات كافية تم من خلالها حساب انحراف معياري قدره ٥٩ رطل/بوصة^٢ (٣,٥٨ ميجا باسكال) لخلطة خرسانية ذات مقاومة محددة $f_{c'}$ تبلغ ٤٠٠٠ رطل/بوصة^٢ (٢٨ ميجا باسكال). وفقاً لجدول ٥.٤، فإن ١٠% من توزيع الاحتمال الطبيعي تقع على بعد أكثر من ١,٢٨ انحراف معياري تحت المتوسط. باستخدام المعادلة (٥-٥) من جدول ٥.٣:

$$f_{cr'} = f_{c'} + zs$$

$$4660 = 28 + 1.28 \times 59 \text{ رطل/بوصة}^2$$

$$28 = 28 + 1.28 \times 3.58 \text{ ميجا باسكال} = 32.6 \text{ ميجا باسكال}$$

لإنتاج خلطة خرسانية ذات مقاومة محددة $f_{c'}$ تبلغ ٤٠٠٠ رطل/بوصة^٢ (٢٨ ميجا باسكال) يتوقع، في المتوسط، ألا تزيد نسبة نتائج اختباراتها التي تقل عن $f_{c'}$ عن ١٠%، يجب تصميم نسب الخلطة الخرسانية لإنتاج مقاومة متوسطة لا تقل عن ٤٦٦ رطل/بوصة^٢ (٣٢.٦ ميجا باسكال).

الشرح للفقرة ٥.٣.١.٢ :

الفقرة دي بتقول: فاكرين المثال اللي فات؟ تعالوا نحله تاني بس المرة دي هنتخيل إن المعلومة اللي عندنا هي الانحراف المعياري (s) مش معامل الاختلاف (V).

سيناريو المثال نفس السيناريو مع تغيير بسيط: المطلوب: خرسانة مقاومتها التصميمية $28 = f_{c'}$ ميجا باسكال.

البيانات المتاحة: عندنا سجل بيانات كبير للمحطة، ومنه حسبنا ولقينا إن الانحراف المعياري $(s) = 3.58$ ميجا باسكال. شرط القبول: نفس الشرط، المهندس هيقبل بفشل ١٠% من النتائج.

ملحوظة جانبية سريعة: لو حسبت معامل الاختلاف من الانحراف المعياري ده هتلاقيه $3.58 / 32.6 \approx 11\%$ وده قريب جداً من الـ 10.5% في المثال اللي فات الكود بيستخدم أرقام متقاربة عشان يثبت الفكرة.

خطوات الحل اللي الكود عملها:

أ. ترجمة شرط القبول إلى z : نفس الخطوة اللي فاتت. الكود بصن في جدول ٥.٤ على شرط "فشل 10% ", ولقي إن ده بيكابله قيمة $z = 1.28$.

ب. اختيار المعادلة الصحيحة: المرة دي الكود راح لجدول ٥.٣ وهو بيدور على معادلة "المعيار الأول" بس باستخدام "الانحراف المعياري s ". تقاطع العمود الأول مع الصفر الثاني في الجدول بيديله المعادلة (٥-١a)، وهي المعادلة الأبسط والأشهر: $f_{cr}' = f_{c}' + z s$

٣. التعويض في المعادلة: الكود حط الأرقام في المعادلة:

$$\begin{aligned} f_{c}' &= 28 \\ Z &= 1.28 \\ S &= 3.58 \end{aligned}$$

$$f_{cr}' = 28 + (1.28 \times 3.58)$$

$$f_{cr}' = 28 + 4.58 = 32.6$$

٤. الخلاصة (القرار الهندسي): نفس الخلاصة اللي فاتت. النتيجة هي إنك لازم تروح للمحطة وتقولهم: يا جماعة، صمموا الخلطة بحيث يكون متوسط مقاومتها 32.6 ميجا باسكال.

الز-tone من المثال: المثال ده بيثبت لنا حاجة مهمة جداً:

في المثال الأول (باستخدام ٧) طلعت النتيجة 32.3 ميجا باسكال.

في المثال الثاني (باستخدام s) طلعت النتيجة 32.1 ميجا باسكال.

النتيجةين شبه بعض تماماً (فرق 1% بس وده بسبب تقرير الأرقام في المثال). ده بيأكيد إن سواء استخدمت طريقة معامل الاختلاف أو طريقة الانحراف المعياري، هتوصل لنفس القرار الهندسي في الآخر. المعادلة الثانية ($f_{cr}' = f_{c}' + z s$) أسهل في الحساب والفهم، وعشان كده هي الأكثر استخداماً في الشغل اليومي.

5.3.2 Criterion No. 2—The engineer can specify a probability that an average of n consecutive strength tests will fall below f_{c}' . For example, ACI 318, Section 5.6.3.3, stipulates that the average of any three consecutive strength test results should equal or exceed f_{c}' . The f_{c}' should be established where failure to meet f_{c}' is anticipated at no more than 1 in 100 times (0.01).

الترجمة:

٢.٣.٢ المعيار رقم ٢ - يمكن للمهندس تحديد احتمالية أن ينخفض متوسط n من اختبارات المقاومة المتتالية عن f_{c}' . على سبيل المثال، ينص كود ACI 318، في القسم ٥.٦.٣.٣، على أن متوسط أي ثلاثة نتائج اختبار مقاومة متتالية يجب أن يساوي أو يتجاوز f_{c}' . يجب تأسيس قيمة f_{c}' بحيث يكون الفشل في تحقيق هذا الشرط متوقعاً بما لا يزيد عن مرة واحدة كل ١٠٠ مرة (٠.٠١).

الشرح للفقرة ٥.٣.٢:

الفقرة دي بتشرح لنا شرط قبول مختلف تماماً وبدل ما نركز على كل نتائج اختبار لوحدها الشرط ده بيركز على المتوسط المتحرك "Moving Average" لمجموعة من النتائج.

أ. الفكرة الأساسية: المهندس هنا بيقول: أنا ممكن أسامح في وجود نتائج فردية ضعيفة شوية بس بشرط إن النتائج اللي قبلها وبعدها تكون قوية كفاية بحيث إن متوسطهم مع بعض ميقلايش عن المطلوبة f_{c}' .

ب. مثال كود ACI 318: الفقرة بتديينا المثال الأشهر والأهم وهو شرط كود ACI 318. الكود بيقول: يجب أن يكون متوسط أي ٣ نتائج اختبار متتالية أكبر من أو يساوي f_{c}' .

يعني إيه؟ يعني هتاخد النتيجة ١، ٢، ٣ وتحسب متوسطهم. بعدين تاخد النتيجة ٢، ٣، ٤ وتحسب متوسطهم و بعدين النتيجة ٣، ٤، ٥ وهكذا... كل متوسط من دول لازم يكون أكبر من f_{c}' .

٣. درجة المخاطرة: الفقرة بتحدد درجة المخاطرة المطلوبة ل لتحقيق هذا الشرط. بتقول إننا لازم نصمم الخلطة (f_{cr}') بحيث إن احتمالية فشل "متوسط الثلاث نتائج" ده تكون نادرة جداً، لا تزيد عن ١ في كل ١٠٠ مرة.

ترجمة لـ z : لو رحنا لجدول ٥.٤ هنلاقي إن احتمالية ١ في ١٠٠ دي بتقابلها قيمة $z = 2.33$.

الشرط ده منطقي جداً من الناحية الإنسانية و الخرسانة في العبن بتشتغل ككتلة واحدة و لو عندك منطقة صغيرة ضعيفة مماثلة بنتيجة اختبار واحدة منخفضة و المناطق القوية اللي حواليها هتقدر تتشيل عنها وتساعدتها و عشان كده الكود بيحتم بمتوسط الأداء في منطقة معينة مماثلة بـ ٣ نتائج متتالية أكثر من اهتمامه ب نقطة ضعف فردية معزولة.

هو شرط أكثر تسامحاً من المعيار الأول لأنّه يسمح بوجود تذبذب طبيعي في النتائجطالما أنّ الأداء العام حول المتوسط يظل قوياً.

مثال عملي على الفقرة:

تخيل أن f_c المطلوبة هي ٣٠ ميجا باسكال وظهرت لك النتائج الممتالية التالية:

النتيجة: ٣٥ ميجا باسكال (قوية)

النتيجة ١١: ٢٩ ميجا باسكال (ضعف قليلاً، أقل من 10^6)

النتيجة ١٢: ٣٤ ميجا باسكال (قوية)

وبحسب المعيار الأول لوحدة النتيجة لا تعتبر فاشرلة لأنها أقل من ٣٠٪.

حسب المعيار الثاني متوسط ٣ نتائج:

نحسب متوسط النتيجة = $\frac{٣٤ + ٣٩ + ٣٥}{٣} = ٣٧$ ميغا باسكال.

بما أن المتوسط $(32,7)$ أكبر من (30) 'fc' إذن هذا الشرط تحقق بنجاح و النتيجتان القويتان شالوا النتيجة الضعيفة.

5.3.2.1 Coefficient of variation method—Assume sufficient data exist for which a 10.5% coefficient of variation has been calculated for a concrete mixture with an f'_c of 4000 psi (28 MPa). From Table 5.4, 1% of the normal probability distribution is more than 2.33 standard deviations below the mean. Using Eq. (5-2a) from Table 5.3

$$f\zeta r' = f\zeta' / [1 - (zV / \sqrt{n})]$$

$$fc'r \equiv 4000 \text{ psi} / [1 - (2.33 \times 0.105 / \sqrt{3})] \equiv 4660 \text{ psi}$$

$$[fc'r = 28 \text{ MPa} / [1 - (2.33 \times 10.5 / 100 / \sqrt{3})] = 32.6 \text{ MPa}]$$

Therefore, for a 4000 psi (28 MPa) mixture, proportion for an average strength no less than 4660 psi (32.6 MPa) so that, on average, no more than 1% of the moving average of three consecutive strength-test results fall below f_c' .

الترجمة:

١٠٣ طريقة معامل الاختلاف - افترض وجود بيانات كافية تم من خلالها حساب معامل اختلاف قدره ١٠,٥ % لخلطة خرسانية ذات مقاومة محددة f_c' تبلغ ٤٠٠ رطل/بوصة^٢ (٢٨ ميجا باسكال). من جدول ٥,٤ فإن % من توزيع الاحتمال الطبيعي تقع على بعد أكثر من ٢,٣٣ انحراف معياري تحت المتوسط. باستخدام المعادلة (٥-٥) من جدول ٥,٣:

$$\text{fcr}' = \text{fc}' / [1 - (zV / \sqrt{n})] \quad \text{fcr}' = 4000 / [1 - (2.33 \times 0.105 / \sqrt{3})]$$

$$\text{fcr}' = 28 / [1 - (2.33 \times 0.105 / \sqrt{3})] = 32.6 \quad \text{رطل/بوصة}^2$$

ميكا باسكال]

لذلك، لخلطة ذات مقاومة محددة f_c تبلغ ٤٠٠٠ رطل/بوصة^٢ (٢٨ ميجا باسكال)، قم بتصميم نسب الخلطة لتحقيق مقاومة متوسطة لا تقل عن ٤١٦٠ رطل/بوصة^٢ (٣٢,٦ ميجا باسكال) بحيث، في المتوسط، لا تزيد نسبة فشل المتوسط المتحرك لثلاث نتائج اختبار مقاومة متتالية عن ١٪ في الواقع تحت f_c .

الشرح للفقرة ١,٢,٣,٤

الفرقة دي هي تطبيق عملي مباشر للمعيار الثاني 2
اللي لسه متكلمين عنه باستخدام طريقة معامل الاختلاف
(٧).

سيناريو المثال:

المطلوب: خرسانة مقاومتها التصميمية $f_c' = 28$ ميجا باسكال.

البيانات المتاحة: عندنا سجل بيانات قوي للمحطة، ومنه حسبنا ولقينا إن معامل الاختلاف = $10.5\% = 7$ (أو ٧٠٥٠ كرقم عشري)، دو مستوي تحكم "ممتاز".

شرط القبول: الشرط هنا مركب شووية: متوسط أي ٣ نتائج متتالية يجب أن يكون أكبر من $5c$ ودرجة المخاطرة المسموحة بها لفشل الشبطة هو 1% .

خطوات الحل الى الكود عملها بالتفصيل:

١-تحديد z : الكود ينص على درجة المخاطة المطلوبة (%)، وراح **لجدول ٥.٤** ولقي إن احتمالية فشل "١" في "١٠٠" هي بتناسبها $z = 2.33$ قيمة z .

٢-تحديد n : الكود ينص على شرط القبول ولقي كلمة متوسط ثلاثة نتائج متتالية فعرف إن $n = 3$.

٣-اختيار المعادلة الصحيحة: الكود راح **لجدول ٥.٣** جدول المعادلات هو عايز يطبق المعيار الثاني العمود الثاني في الجدول وعنه معامل الاختلاف "٧" (الصف الأول في الجدول) تقاطع العمود مع الصف ده بيديله المعادلة رقم (٥-٥):

$$f_{cr}' = f_{c'}' / [1 - (z\sqrt{n} / \sqrt{3})]$$

٤-التعويض في المعادلة (خطوة بخطوة):

$$f_{cr}' = 28 / [1 - (2.33 \times 0.105 / \sqrt{3})]$$

أولاً، نحسب اللي جوه القوس: $0.105 \times \sqrt{3} = 0.14125$

$$n: \sqrt{3} = 1.732$$

ثانية، نقسم نتائج الخطوة الأولى على الثانية: $0.14125 / 0.14125 = 1$

$$رابعاً، نطرح من ١: ١ - 0.14125 = 0.85875$$

أخيراً، نقسم $f_{c'}'$ على الناتج النهائي: $28 / 0.85875 = 32.60$ ميجا باسكال.

الكود قربها إلى ٣٢.٦ ميجا باسكال.

٥-الخلاصة (القرار الهندسي): الفقرة بتختتم وبتقولك "الخلاصة يا هندسة، عشان تحقق الشرط ده، لازم تطلب من محطة الخلط تعملك خلطة يكون متوسط مقاومتها المستهدفة هو ٣٢.٦ ميجا باسكال".

الز-tone من المثال: المثال ده بيوضح لنا إزاى هامش الأمان بيقل لها بنستخدم شرط المتوسط بدل شرط النتيجة الفردية و هامش الأمان هنا هو $32.6 - 32.6 = 0.6$ ميجا باسكال و لو كنا طبقنا المعيار الأول بنفس درجة المخاطرة ($z=2.33$) كان هامش الأمان هيبقى أعلى بكثير و ده لأن شرط المتوسط بطيئته أقل صرامة و بيستفيد من فكرة إن الخرسانة بتشتغل ككتلة واحدة.

٣.٣.٢.٢ *Standard deviation method*—Assume sufficient data exist for which a standard deviation of 519 psi (3.58 MPa) has been calculated for a concrete mixture with an $f_{c'}'$ of 4000 psi (28 MPa). From Table 5.4, 1% of the normal probability distribution is more than 2.33 standard deviations

below the mean. Using Eq. (5-2b) from Table 5.3

$$f_{cr}' = f_{c'}' + z\sigma/\sqrt{n}$$

$$f_{cr}' = 4000 \text{ psi} + [(2.33 \times 519 \text{ psi}) / \sqrt{3}] = 4700 \text{ psi}$$

$$f_{cr}' = 28 \text{ MPa} + [(2.33 \times 3.58 \text{ MPa}) / \sqrt{3}] = 32.8 \text{ MPa}$$

Therefore, for an $f_{c'}'$ of 4000 psi (28 MPa), proportion the concrete mixture for an average strength no less than 4700 psi (32.8 MPa) so that, on average, no more than 1% of the moving average of three strength-test results falls below $f_{c'}'$. Equation (5-2b) from Table 5.3 is presented in different form than Eq. (5-1), Table 5.3.2.1 in ACI 318. The value 1.34 in ACI 318 is equivalent to $z = 2.33 = 1.34$, because both z and n are already specified.

الترجمة:

طريقة الانحراف المعياري - افترض وجود بيانات كافية تم من خلالها حساب انحراف معياري قدره ٥١٩ رطل/بوصة^٢ ٣,٥٨ ميجا باسكال) لخلطة خرسانية ذات مقاومة $f_{c'}'$ تبلغ ٤٠٠٠ رطل/بوصة^٢ (٢٨ ميجا باسكال). وفقاً لجدول ٥.٤ لجدول ٣١٨، فإن ١% من توزيع الاحتمال الطبيعي تقع على بعد أكثر من ٣,٣٣ رطل/بوصة^٢ (٣٢.٨ ميجا باسكال) عن المعياري تحت المتوسط. باستخدام المعادلة (٥-٥) من جدول ٥.٣:

$$f_{cr}' = f_{c'}' + z\sigma/\sqrt{n}$$

$$f_{cr}' = 4000 + [(2.33 \times 519) / \sqrt{3}] = 4700$$

$$f_{cr}' = 28 + [(2.33 \times 3.58) / \sqrt{3}] = 32.8$$

بذلك، لخلطة ذات مقاومة $f_{c'}'$ تبلغ ٤٠٠٠ رطل/بوصة^٢ (٢٨ ميجا باسكال)، يجب تصميم نسب الخلطة لإنجاح مقاومة متوسطة لا تقل عن ٤٧٠٠ رطل/بوصة^٢ (٣٢.٨ ميجا باسكال) بحيث، في المتوسط، لا تزيد نسبة فشل المتحرك لثلاث نتائج اختبار عن ١% في الواقع تحت $f_{c'}'$.

المعادلة (٥-٥) من جدول ٥.٣ معروضة بشكل مختلف عن المعادلة (١-١) في **جدول ١** من كود ٣١٨ ACI. القيمة ١.٣٤ في كود ٣١٨ ACI تكافئ $z = 2.33 / \sqrt{3} = 1.34$ ، لأن كلّاً من z و n محددةان مسبقاً في الكود.

الشرح ::

هذه الفقرة هي توأم الفقرة السابقة، ولكنها تستخدم المعادلة الأسهل والأكثر شيوعاً.

الجزء الأول: حل المثال بطريقة الانحراف المعياري (٥). المعطيات: نفس السيناريو، ولكن المعلومة المتاحة هي الانحراف المعياري ($\sigma = 3.58$ ميجا باسكال).

شرط القبول: نفسه، متوسط ٣ نتائج متتالية لا يقل عن f_c' ، مع نسبة فشل ١٪.
خطوات الحل:

١. تحديد z و n : كما في السابق، $n = 3$ و $z = 2.33$.
٢. اختيار المعادلة: من جدول ٣، نختار معادلة المعيار الثاني (عمود ٢) بطريقة ١ (صف ٢)، وهي المعادلة ($f_{cr}' = f_c' + zs/\sqrt{n}$):
٣. التعويض في المعادلة:

$$f_{cr}' = 28 + (2.33 \times 3.58) / \sqrt{3}$$

$$f_{cr}' = 28 + (8.34) / 1.732$$

$$f_{cr}' = 28 + 4.81 = 32.81$$
٤. القرار: النتيجة هي ٣٢.٨ ميجا باسكال، وهي عملياً نفس نتيجة الطريقة السابقة (٣٢.٦ ميجا). هذا يؤكد أن الطريقتين تؤديان لنفس القرار الهندسي.

الجزء الثاني: كشف سر كود ACI 318 (الزتونة الحقيقية)
هذا هو الجزء الأهم في الفقرة كلها. هو يجيب على سؤال محتمل: "أنا فتحت كود ACI 318 ولم أجد المعادلة $f_{cr}' = f_c' + zs/\sqrt{n}$. بدلاً منها، وجدت معادلة أبسط شكلها $f_{cr}' = f_c' + 1.34s$. من أين أتي هذا الرقم؟"

الفقرة تشرح السر ببراعة: كود ACI 318 هو كود تطبيقي، يهدف للتيسير على المهندس في الموقع.

هو يعلم أن شرط "متوسط النتائج" لديه دائمًا يعتمد على $n=3$ (متوسط ثلاث نتائج). ويعلم أن درجة المخاطرة التي يطلبها لهذا الشرط دائمًا هي ١٠٠، والتي تعني $z=2.33$.

لذلك، فإن الجزء z/\sqrt{n} من المعادلة يمكن تبسيطه لأن $z = 2.33$ ثابتان.

$$\text{دعا نحسب الجزء الثابت: } z/\sqrt{n} = 2.33 / \sqrt{3} = 2.33 / 1.732 = 1.34$$

إذن، الرقم ١.٣٤ في كود ACI 318 ليس رقماً سحرياً، بل هو ببساطة القيمة المحسوبة مسبقاً لـ z/\sqrt{n} لتسهيل الحياة على المهندسين.

$$\text{المعادلة الأصلية: } f_{cr}' = f_c' + (z/\sqrt{n}) \times s$$

$$\text{المعادلة المبسطة في ACI 318: } f_{cr}' = f_c' + (1.34) \times s$$

الخلاصة النهائية:

هذا الدليل (ACI 214) يشرح لك "النظرية" و"لماذا" نفعل الأشياء. أما كود ACI فيعطيك "الخلاصة" و"كيف" تطبقها مباشرة. فهمنك لهذه الفقرة يجعلك مهندساً فاهماً لـ "روح الكود" وليس مجرد مطبق للمعادلات.

5.3.3 Criteria No. 3 and 4—The engineer may specify a certain probability that a random individual strength test result will be no more than a certain amount below f_c' . For example, Criterion No. 3 is used in ACI 318 by stipulating that no individual strength test result falls below f_c' by more than 500 psi (3.5 MPa). An alternative Criterion No. 4 is appropriate for concrete with $f_c' > 5000$ psi (35 MPa), requires that no individual strength test result falls below 90% of f_c' . These two criteria are equivalent at 5000 psi (35 MPa). The minimum value of f_{cr}' is established so that nonconformance of an individual, random test is anticipated no more often than 1 in 100 times in either case.

الترجمة

٥،٣،٣ المعيار رقم ٣ و ٤ - قد يحدد المهندس احتمالية معينة لا تقل نتائج اختبار مقاومة فردية عشوائية عن f_c' بأكثر من قيمة معينة. على سبيل المثال، يُستخدم المعيار رقم ٣ في كود ACI 318 بالنص على لا تتفاوت نتائج اختبار مقاومة فردية عن f_c' بأكثر من ٥٠٠ رطل/بوصة٢ (٣،٥ ميجا باسكال). وهناك معيار بديل رقم ٤ مناسب للخرسانة ذات مقاومة f_c' أكبر من ٥٠٠٠ رطل/بوصة٢ (٣٥ ميجا باسكال)، والذي يتطلب لا تتفاوت نتائج اختبار مقاومة فردية عن ٩٠٪ من f_c' . هذان المعياران متكافئان عند مقاومة ٥٠٠٠ رطل/بوصة٢ (٣٥ ميجا باسكال). يتم تأسيس القيمة الدنيا f_{cr}' بحيث يكون عدم المطابقة لاختبار فردي عشوائي متوقعاً بما لا يزيد عن مرة واحدة كل ١٠٠ مرة في كلتا الحالتين.

الشرح الفقرة ٥،٣،٣ هذه الفقرة تقدم لنا فلسفة جديدة ومهمة جداً. الكود هنا يقول أنا أعلم أنه من الطبيعي أن تأتي بعض النتائج أقل من f_c' ، وهذا مقبول إلى حد ما. لكن ما هو غير مقبول على الإطلاق هو أن تأتي نتائج ضعيفة جداً أو منهارة. لذلك، سأضع خطأ أحمر تحت f_c' ، وأطلب منك أن تصمم خلائقك بحيث لا تقرب نتائجك من هذا الخط الأحمر.

الفقرة تشرح لنا أن هذا الخط الأحمر له شكلان، وهذا هو أساس المعيارين ٣ و ٤:

١. المعيار رقم ٣ للخرسانة العادية: $f_c' \leq 35$ ميجا باسكال)
الشرط: يجب لا تقل أي نتائج اختبار فردية عن (٣.٥ ميجا باسكال)

الخط الأحمر: هو خط ثابت على بعد ٣.٥ ميجا باسكال تحت f_c' مثلاً: لو $f_c' = 30$ ميجا، فالخط الأحمر عند ٢٦.٥ ميجا. لو $f_c' = 25$ ميجا، فالخط الأحمر عند ٢١.٥ ميجا

٢. المعيار رقم ٤ للخرسانة عالية المقاومة: $f_c' > 35$ ميجا باسكال)
الشرط: يجب لا تقل أي نتائج اختبار فردية عن ($f_c' \times 0.90$)

الخط الأحمر: هو خط نسبي، يمثل ٩٠٪ من قيمة f_c'
مثال: لو $f_c' = 60$ ميجا، فالخط الأحمر عند ٤٤ ميجا. لو $f_c' = 80$ ميجا، فالخط الأحمر عند ٧٣ ميجا

لماذا التفرقة بين النوعين؟ لأن خصم ٣.٥ ميجا بascal من خرسانة ٨٠ ميجا بascal لا يمثل شيئاً (أقل من ٥٪ من قيمتها)، وهذا لا يوفر أماناً كافياً. لذلك، كان من المنطقي استخدام نسبة مئوية للخرسانات عالية المقاومة.

نقطة التلاقي: الفقرة تذكر معلومة ذكية: هذان المعياران متكافئان عند ٣٥ ميجا بascal

لتحسبيها:

حسب المعيار ٣: الخط الأحمر = $35 - 3.5 = 31.5$ ميجا بascal

حسب المعيار ٤: الخط الأحمر = $35 \times 0.90 = 31.5$ ميجا بascal

النتيجة: عند ٣٥ ميجا بascal بالضبط، لا يهم أي معيار تستخدم، فكلاهما يعطي نفس الخط الأحمر

درجة المخاطرة: الفقرة تحدد درجة المخاطرة المطلوبة بوضوح شديد. يجب تصميم الخلطة (f_{cr}) بحيث تكون فرصة أن تكسر إحدى النتائج هذا الخط الأحمر نادرة جداً، لا تزيد عن مرة واحدة كل ١٠٠ مرة

ترجمة $z = 2.33$: هذا يعني أننا سنستخدم قيمة $2.33 = z$ عند تطبيق معادلات هذين المعيارين

الزتونة النهائية: المعياران ٣ و ٤ هما شرطاً الحد الأدنى المطلوب للأمان. هما لا يهتمان بالمتوسط بقدر ما يهتمان بمنع النتائج الكارثية. في التطبيق العملي لковود ACI 318، يجب على المهندس أن يحسب f_{cr} مرتين: مرة بناءً على شرط متوسط ٣ نتائج (المعيار ٢)، ومرة أخرى بناءً على شرط الخط الأحمر (المعيار ٣ أو ٤)، ثم يأخذ القيمة الأكبر من الحسابين ليضمن تحقيق كل شروط الأمان.

32.4 MPa]

Therefore, for an f_c' of 4000 psi (28 MPa), proportion the concrete mixture for an average strength no less than 4630 psi (32.4 MPa) so that, on average, no more than 1% of the individual strength test results fall below f_c' by more than 500 psi (3.5 MPa).

الترجمة:

١.٣.٣.٥ طريقة معامل الاختلاف، $5000 \leq f_c' \leq 4000$ رطل/بوصة^٢ (٣٥ ميجا بascal) - افترض وجود بيانات كافية تم من خلالها حساب معامل اختلاف قدره ١٠.٥٪ لخلطة خرسانية ذات مقاومة f_c' تبلغ ٤٠٠٠ رطل/بوصة^٢ (٢٨ ميجا بascal). من جدول ٥.٤، فإن ١٪ من توزيع الاحتمال الطبيعي تقع على بعد أكثر من ٣.٣٣ انحراف معياري تحت المتوسط. باستخدام المعادلة (٥-٥) من جدول ٥.٣، مع ضبط قيمة k على ٥٠٠ رطل/بوصة^٢ (٣.٥ ميجا بascal):

$$F_{cr}' = (f_c' - k) / (1 - zV)$$

$$\text{رطل/بوصة}^2 = 4630 / [1 - (2.33 \times 0.105)] = 4630$$

$$[f_{cr}' = (28 - 3.5) / [1 - (2.33 \times 0.105)] = 32.4]$$

لذلك، لخرسانة ذات مقاومة f_c' تبلغ ٤٠٠٠ رطل/بوصة^٢ (٢٨ ميجا بascal)، قم بتصميم نسب الخلطة لتحقيق مقاومة متوسطة لا تقل عن ٤٦٣٠ رطل/بوصة^٢ (٣٢.٤ ميجا بascal) بحيث، في المتوسط، لا تزيد نسبة نتائج اختبارات المقاومة الفردية التي تقل عن f_c' بأكثر من ٥٠٠ رطل/بوصة^٢ (٣.٥ ميجا بascal) عن ١٪.

الشرح للفقرة ١.٣.٣.١ :

هذا المثال هو تطبيق مباشر للمعيار الثالث الذي يضع خطأ أحمر ثابتًا تحت f_c' .

سيناريو المثال:

المطلوب: خرسانة مقاومتها التصميمية $28 = f_c'$ ميجا بascal. (وهي أقل من ٣٥ ميجا، إذن ينطبق عليها المعيار الثالث)

البيانات المتاحة: معامل الاختلاف $10.5\% = 0.105 = V$ (أو $10.5\% = 0.105 = V$)
شرط القبول: يجب ألا تقل أي نتائج فردية عن $(3.5 - 3.5) = 0 = f_c'$ ميجا بascal)، مع درجة مخاطرة ١٪

خطوات الحل اللي الكود عملها:

١. تحديد الخط الأحمر: الخط الأحمر هو $f_c' - k = 28 - 3.5 = 24.5$ ميجا بascal. هذا هو الرقم المرجع الذي لا يجب أن تقترب منه النتائج.

٢. تحديد z : درجة المخاطرة المطلوبة هي ١٪ (لا يزيد عن ١ من كل ١٠٠ نتائج تكسر الخط الأحمر). من جدول ٥.٤، هذا يعطينا $z = 2.33$.

5.3.3.1 Coefficient of variation method, $f_c' = 5000 \text{ psi}$ (35 MPa)—Assume sufficient data exist for which a coefficient of variation of 10.5% has been calculated for a concrete mixture with an f_c' of 4000 psi (28 MPa). From Table 5.4, 1% of the normal probability distribution is more than 2.33 standard deviations below the mean. Using Eq. (5-3a), with k set to 500 psi (3.5 MPa), from Table 5.3
 $f_{cr}' = (f_c' - k) / (1 - zV)$
 $f_{cr}' = (4000 \text{ psi} - 500 \text{ psi}) / [1 - (2.33 \times 0.105)] = 4630 \text{ psi}$
 $f_{cr}' = (28 \text{ MPa} - 3.5 \text{ MPa}) / [1 - (2.33 \times 10.5/100)] =$

٣. اختيار المعادلة الصحيحة: من جدول ٥.٣، نختار معادلة المعيار الثالث (العمود الثالث) بطريقة معامل الاختلاف ٧ (الصف الأول). المعادلة هي (٥-٥):

$$F_{cr'} = (f_{c'} - k) / (1 - zV)$$

٤. التعويض في المعادلة:

$$F_{cr'} = (28 - 3.5) / [1 - (2.33 \times 0.105)]$$

$$24.5 = 28 - 3.5$$

$$\text{ثانيًا} \quad \text{نحسب المقام: } 1 - (2.33 \times 0.105) = 1 - (0.105 \times 2.33) = 1 - 0.24465 = 0.75535$$

أخيرًا، نقسم البسط على المقام: $24.5 / 0.75535 = 32.413$ ميجا باسكال.

الكود قريباً إلى ٣٢.٤ ميجا باسكال.

٥. الخلاصة (القرار الهندسي): لكي تضمن أن نتائجك لن تقترب من الخط الأحمر (٣٤.٥ ميجا باسكال)، يجب أن تستهدف مقاومة متوسطة لا تقل عن ٣٢.٤ ميجا باسكال.

الز-tone من المثال:

هذا المثال يوضح كيف نحسب هامش الأمان المطلوب لحماية الحد الأدنى المطلوب لمقاومة. لاحظ أن القيمة المطلوبة هنا (٣٢.٤ ميجا) قريبة جداً من القيمة المطلوبة لتحقيق شرط متوسط ٣ نتائج (٣٢.٦ ميجا في المثال السابق). هذا يعني أن الشرطين في هذه الحالة متقاربان في الصراوة. في التطبيق العملي، سنحسب كليهما ونأخذ القيمة الأكبر لضمان تحقيق الشرطين معًا.

strength no less than 4710 psi (32.8 MPa) so that, on average, no more than 1% of the individual strength test results fall below $f_{c'}$ by more than 500 psi (3.5 MPa).

الترجمة:

٣٥ طريقة الانحراف المعياري، $f_{c'} \leq 5000$ رطل/بوصة^٢ ميجا باسكال) - افترض وجود بيانات كافية تم من خلالها حساب انحراف معياري قدره ٥٠٩ رطل/بوصة^٢ (٣٥٨ ميجا باسكال) لخلطة خرسانية ذات مقاومة f_c' تبلغ ٤٠٠٠ رطل/بوصة^٢ (٢٨ ميجا باسكال). من جدول ٥.٤، فإن ١% من توزيع الاحتمال الطبيعي تقع على بعد أكثر من ٣٣٣ رطل/بوصة^٢ (٥٣٣ ميجا باسكال) من جدول ٥.٣ مع ضبط قيمة k على ٥٠٠ رطل/بوصة^٢ (٣٥ ميجا باسكال):

$$F_{cr'} = (f_{c'} - k) + zS$$

$$\text{رطل/بوصة}^2 = 4710^2$$

$$[f_{cr'} = (28 - 3.5) + (2.33 \times 3.58) = 32.8]$$

لذلك، لمقاومة ضغط محددة تبلغ ٤٠٠٠ رطل/بوصة^٢ (٣٨ ميجا باسكال)، قم بتصميم نسب الخلطة الخرسانية لتحقيق مقاومة متوسطة لا تقل عن ٤٧٠ رطل/بوصة^٢ (٣٣٨ ميجا باسكال) بحيث، في المتوسط، لا تزيد نسبة نتائج اختبارات المقاومة الفردية التي تقل عن f_c' بأكثر من ٥٠٠ رطل/بوصة^٢ (٣٥ ميجا باسكال) عن ١%.

الشرح للفقرة ٥.٣.٣.٢ :

هذا المثال هو تكرار للمثال السابق ولكن باستخدام المعادلة الأبسط.

سيناريو المثال:

المطلوب: خرسانة $f_c' = 28$ ميجا باسكال
البيانات المتوفرة: الانحراف المعياري $3.58 = s$ ميجا باسكال
شرط القبول: يجب ألا تقل أي نتيجة فردية عن $f_c' - 3.5$ ميجا باسكال)، مع درجة مخاطرة 1%

خطوات الحل اللي الكود عملها:

$$f_{c'} - k = 28 - 3.5 = 24.5 \text{ ميجا باسكال}$$

$$z = 2.33 \quad \text{درجة المخاطرة 1% تعني}$$

٣. اختيار المعادلة الصحيحة: من جدول ٥.٣، نختار معادلة المعيار الثالث (العمود الثالث) بطريقة الانحراف المعياري s (الصف الثاني). المعادلة هي (٥-٥):

5.3.3.2 Standard deviation method, $f_{c'} = 5000$ psi (35 MPa)—Assume sufficient data exist for which a standard deviation of 519 psi (3.58 MPa) has been calculated for a concrete mixture with an $f_{c'}$ of 4000 psi (28 MPa). From Table 5.4, 1% of the normal probability distribution is more than 2.33 standard deviations below the mean. Using Eq. (5-3b) from Table 5.3 with k set equal to 500 psi (3.5 MPa)

$$f_{cr'} = (f_{c'} - k) + zS$$

$$f_{cr'} = (4000 \text{ psi} - 500 \text{ psi}) + (2.33 \times 519 \text{ psi}) = 4710 \text{ psi}$$

$$[f_{cr'} = (28 \text{ MPa} - 3.5 \text{ MPa}) + (2.33 \times 3.58 \text{ MPa}) =$$

$$32.8 \text{ MPa}]$$

Therefore, for a specified compressive strength of 4000 psi (28 MPa), proportion the concrete mixture for an average

$$Fcr' = (fc' - k) + zs$$

٤. التعويض في المعادلة:

$$Fcr' = (28 - 3.5) + (2.33 \times 3.58)$$

أولاًً، نحسب القوس الأول: $28 - 3.5 = 24.5$

ثانياً، نحسب القوس الثاني (هامش الأثمان): $2.33 \times 2.33 = 5.41$

8.34

أخيراً، نجمعهم: $24.5 + 8.34 = 32.84$ ميجا باسكال

الكود قربها إلى 32.8 ميجا باسكال

٥. الخلاصة (القرار الهندسي): النتيجة هي 32.8 ميجا باسكال، وهي عملياً نفس نتيجة الطريقة السابقة (٤٣٢،٤ ميجا). الفروق الطفيفة ناتجة عن تقريب الأرقام في الأمثلة.

الزونة من المثال: هذا المثال يؤكد مرة أخرى أن استخدام طريقة zs أسهل وأكثر مباشرة. المعادلة $Fcr' = (fc' - k) + zs$ يمكن قراءتها كالتالي: المقاومة المتوسطة المطلوبة (Fcr') تساوي الخط الأحمر ($fc' - k$) مضافةً إليه هامش أثمان (zs) كافٍ لضمان أن النتائج لن تقترب من هذا الخط الأحمر

هذا التفسير يجعل فهم المعادلة منطقياً وبديهياً جداً

5.3.3.3 Coefficient of variation method, $fc' > 5000$ psi (35 MPa)—Assume sufficient data exist for which a coefficient of variation of 8.2% has been calculated for a concrete mixture with an fc' of 9000 psi (62 MPa). From Table 5.4, 1% of the normal probability distribution is more than 2.33 standard deviations below the mean. Using Eq. (5-4a) with k set equal to 0.90 from Table 5.3.

$$fcr' = 0.90 \times fc' / (1 - zV)$$

$$fcr' = (0.90 \times 9000 \text{ psi}) / [1 - (2.33 \times 0.082)] = 10,010 \text{ psi}$$

$$[fcr' = (0.90 \times 62 \text{ MPa}) / [1 - (2.33 \times 8.2/100)] = 69 \text{ MPa}]$$

Therefore, for an fc' strength of 9000 psi (62 MPa), proportion the concrete mixture for an average strength no less than

10,010 psi (69 MPa) so that, on average, no more than 1% of the individual strength test results fall below $0.90fcr'$.

الترجمة:

٣٥ طريقة معامل الاختلاف، $fc' > 5000$ رطل/بوصة^٢ (٣٥ ميجا باسكال) - افترض وجود بيانات كافية تم من خلالها حساب معامل اختلاف قدره ٨٪ لخلطة خرسانية ذات مقاومة fc' تبلغ ٩٠٠٠ رطل/بوصة^٢ (٦٢ ميجا باسكال). من جدول ٥.٤، فإن ١٪ من توزيع الاحتمال الطبيعي تقع على بعد أكثر من ٢.٣٣ انحراف معياري تحت المتوسط. باستخدام المعادلة (٥-٤-٥) من جدول ٥.٣، مع ضبط قيمة k على ٠.٩٠،

$$Fcr' = (0.90 \times fc') / (1 - zV)$$

$$Fcr' = (0.90 \times 9000) / [1 - (2.33 \times 0.082)] = 10,010$$

رطل/بوصة^٢

$$fcr' = (0.90 \times 62) / [1 - (2.33 \times 0.082)] = 69 \text{ ميجا باسكال}$$

لذلك، لمقاومة fc' تبلغ ٩٠٠٠ رطل/بوصة^٢ (٦٢ ميجا باسكال)، قم بتصميم نسب الخلطة لتحقيق مقاومة متوسطة لا تقل عن ١٠,٠١٠ رطل/بوصة^٢ (٦٩ ميجا باسكال) بحيث، في المتوسط، لا تزيد نسبة نتائج اختبارات المقاومة الفردية التي تقل عن fcr' عن ١٪.

الشرح للفقرة ٥.٣.٣:

هذا المثال هو تطبيق مباشر للمعيار الرابع الذي يضع خطأ أحمر نسبياً للخرسانات القوية.

سيناريو المثال:

المطلوب: خرسانة عالية المقاومة، $62 = fc'$ ميجا باسكال.

وهي أكبر من ٣٥ ميجا، إذن ينطبق عليها المعيار الرابع (البيانات المغذاة: لدينا سجل بيانات يوضح أن معامل الاختلاف $V = 8.2\%$ أو ٨.٢٪). لاحظ أن معامل الاختلاف هنا أقل من الأمثلة السابقة (١٠.٥٪)، وهذا طبيعي ومنطقي، لأن

محطات الخرسانة التي تنتج خرسانات عالية المقاومة يكون لديها عادةً مستوى تحكم في الجودة أعلى بكثير

شرط القبول: يجب ألا تقل أي نتائج فردية عن $0.90 \times 62 = 55.8$ رطل/بوصة^٢ (٦٣ ميجا باسكال).

خطوات الحل اللي الكود عملها:

أ. تحديد الخط الأحمر: الخط الأحمر هنا نسبي. الخط الأحمر $fc' = 0.90 \times 62 = 55.8 = 0.90 \times 62 = 55.8$ ميجا باسكال. هذا هو الرقم الحرج الذي لا يجب أن تقترب منه النتائج.

ب. تحديد z : درجة المخاطرة المطلوبة هي ١٪ وهذا يعطينا $z = 2.33$

ج. اختيار المعادلة الصحيحة: من جدول ٥.٣، نختار معادلة المعيار الرابع (العمود الرابع) بطريقة معامل الاختلاف ٧ (الصف الأول). المعادلة هي (٥-٤-٥):

$$Fcr' = (k \times fc') / (1 - zV)$$

حيث k هنا هي النسبة ٠.٩٠.

٤. التعويض في المعادلة:

$$Fcr' = (0.90 \times 62) / [1 - (2.33 \times 0.082)]$$

أولاًً نحسب البسط: $62 \times 0.90 = 55.8$ (وهو الخط الأحمر نفسه)

ثانياً نحسب المقام: $1 - (2.33 \times 0.082) = 1 - 0.1916 = 0.80894$

أخيراً نقسم البسط على المقام: $55.8 / 0.80894 = 68.98$ ميجا باسكال

الكود قربها إلى 69 ميجا باسكال

٥. الخلاصة (القرار الهندسي): لكي تضمن أن نتائجك لن تقترب من الخط الأحمر (69 ميجا باسكال)، يجب أن تستهدف مقاومة متواسطة لا تقل عن 69 ميجا باسكال

الزتونة من المثال:

هذا المثال يوضح كيف يتم تطبيق نفس فلسفة الخط الأحمر على الخرسانات عالية المقاومة، ولكن باستخدام نسبة مئوية بدلاً من قيمة ثابتة. هامش الأمان المطلوب هنا هو $(69 - 62) / 62 = 0.090$ ميجا باسكال. هذا الهامش يضمن أن منحنى توزيع النتائج بالكامل سيكون مزاحماً بعيداً بما فيه الكفاية عن الخط الأحمر

الخرج

5.3.3.4 Standard deviation method, $fc' > 5000 \text{ psi}$ (35 MPa) — Assume a standard deviation of 814 psi (5.61 MPa) has been calculated for a concrete mixture with an fc' of 9000 psi (62 MPa). From Table 5.4, 1% of the normal probability distribution is more than 2.33 standard deviations below the mean. Using Eq. (5-4b) with k set equal to 0.90 from Table 5.3

$$fcr' = 0.90 \times fc' + zs$$

$$fcr' = 0.90 \times 9000 \text{ psi} + 2.33 \times 814 \text{ psi} = 10,000 \text{ psi}$$

$$[fcr' = (0.90 \times 62 \text{ MPa}) + (2.33 \times 5.61 \text{ MPa}) = 68.9 \text{ MPa}]$$

Therefore, for an fc' of 9000 psi (62 MPa), proportion the concrete mixture for an average strength no less than 10,000 psi (68.9 MPa) so that, on average, no more than 1% of the

individual strength-test results fall below $0.90fc'$.

الترجمة:

٤٤ طريقة الانحراف المعياري، $5000 < fc' < 62$ رطل/بوصة^٢ ميجا باسكال) — افترض أنه تم حساب انحراف معياري قدره ٨١٤ رطل/بوصة^٢ (٥.٦١ ميجا باسكال) لخلطة خرسانية ذات مقاومة fc' تبلغ ٩٠٠٠ رطل/بوصة^٢ (٦٢ ميجا باسكال). من جدول ٥.٤، فإن ١% من توزيع الاحتمال الطبيعي تقع على بعد أكثر من ٢.٣٣ انحراف معياري تحت المتوسط. باستخدام المعادلة (٥-٤-٥) من جدول ٥.٣ مع ضبط قيمة k على ٠.٩٠:

$$Fcr' = (0.90 \times fc') + zs$$

$$Fcr' = (0.90 \times 9000) + (2.33 \times 814) = 10,000 \text{ psi}$$

$$fcr' = (0.90 \times 62) + (2.33 \times 5.61) = 68.9 \text{ MPa}$$

لذلك، لمقاومة fc' تبلغ ٩٠٠٠ رطل/بوصة^٢ (٦٢ ميجا باسكال)، قم بتصنيع نسب الخلطة لتحقيق مقاومة متواسطة لا تقل عن ١٠,٠٠٠ رطل/بوصة^٢ (٦٨.٩ ميجا باسكال) بحيث، في المتوسط، لا تزيد نسبة نتائج اختبارات المقاومة الفردية التي تقل عن $0.90fc'$ عن ١%.

الشرح المترابط للفقرة : ٥.٣.٣.٤

هذا المثال هو تكرار للمثال السابق، ولكن باستخدام المعادلة الأبسط والأكثر منطقية في الفهم.

سيناريو المثال:

المطلوب: خرسانة عالية المقاومة، $62 = fc'$ ميجا باسكال

البيانات المتاحة: الانحراف المعياري $5.61 = zs$ ميجا باسكال

شرط القبول: يجب ألا تقل أي نتيجة فردية عن $0.90 \times fc'$ ، مع درجة مخاطرة ١% خطوات الحل اللي الكود عملها:

١. تحديد الخط الأحمر: $fc' = 0.90 \times 62 = 55.8$ ميجا باسكال

٢. تحديد zs : درجة المخاطرة ١% تعني $z = 2.33$

٣. اختيار المعادلة الصحيحة: من جدول ٥.٣، نختار معادلة المعيار الرابع (العمود الرابع) بطريقة الانحراف المعياري zs (الصف الثاني). المعادلة هي (٥-٤-٥):

$$k = 0.90 \text{ حيث } Fcr' = (k \times fc') + zs$$

٤. التعويض في المعادلة:

$$Fcr' = (0.90 \times 62) + (2.33 \times 5.61)$$

أولاًً، نحسب الجزء الأول (الخط الأحمر): $62 \times 0.90 = 55.8$

ثانياً، نحسب الجزء الثاني (هامش الأمان): $2.33 \times 5.61 = 13.07$

أخيراً، نجمعهم: $55.8 + 13.07 = 68.87$ ميجا باسكال

الكود قربها إلى 69 ميجا باسكال

٥. الخلاصة (القرار الهندسي): النتيجة هي ٦٨.٩ ميجا باسكال، وهي نفس نتيجة الطريقة السابقة تماماً

الزتونة من المثال (فلسفة المعادلة):

هذا المثال يؤكد مرة أخرى أن استخدام طريقة zs أسهل وأكثر مباشرة. المعادلة $Fcr' = (0.90 \times fc') + zs$ يمكن قراءتها كالتالي:

المقاومة المتوسطة المطلوبة (Fcr') تساوي الخط الأحمر $(0.90 \times fc')$ مضافاً إليه هامش أمان (zs) كافٍ لضمان أن النتائج لن تقترب من هذا الخط الأحمر. هذا التفسير يجعل فهم المعادلة منطقياً وبديهياً جداً، وهو يمثل خلاصة الفكر الإحصائي في تصميم الخلطات الخرسانية

٤- شرط الأمان المطلوب (المعيار ٣ أو ٤): يجب ألا تحدث كوارث. يجب ألا تقل أي نتيجة فردية عن الخط الأحمر (سواء ٣.٥ - $f_{c'} > 3.5$ أو $f_{c'} > 3.0$). هذا يمنع وجود نقاط ضعف فردية خطيرة

القاعدة الذهبية:
بما أنك يجب أن تحقق الشرطين، فمن المنطقي أن تصمم خلطتك على أساس الشرط الأكثر صرامة (الذي يتطلب $f_{c'} > 3.0$). لأنك لو حققت الشرط الصعب، فمن المؤكد أنك ستتحقق الشرط الأسهل تلقائياً

المثال العملي الذي يوضح القاعدة الذهبية:
المطلوب: خرسانة عالية المقاومة، $60 = f_{c'}'$ ميجا باسكال
البيانات المقدمة: الانحراف المعياري $s = 3.0$ ميجا باسكال
درجة المخاطرة: كود ACI 318 يتطلب دائمًا نسبة فشل ١٪، إذن $z = 2.33$

الآن، سنقوم بحساب $f_{c'}$ مرتين، مرة لكل شرط الخطوة ١: حساب $f_{c'}$ بناءً على شرط الخط الأحمر (المعيار الرابع)

$$f_{c'}' = (0.90 \times f_{c'}) + z s$$

$$f_{c'}' = (0.90 \times 60) + (2.33 \times 3.0)$$

$$f_{c'}' = 54 + 6.99 = 60.99$$
 ميجا باسكال

الكود في المثال الأصلي حصل على ٦٦.٨ ميجا باسكال، وهذا يعني أنه استخدم انحرافاً معيارياً مختلفاً، لكن الفكرة تظل واحدة

الخطوة ٢: حساب $f_{c'}$ بناءً على شرط متوسط ٣ نتائج (المعيار الثاني)

$$f_{c'}' + 1.34s \text{ أو } f_{c'}' = f_{c'}' + z s / \sqrt{3}$$

$$f_{c'}' = 60 + (2.33 \times 3.0) / \sqrt{3}$$

$$f_{c'}' = 60 + 6.99 / 1.732$$

$$f_{c'}' = 60 + 4.04 = 64.04$$
 ميجا باسكال

الكود في المثال الأصلي حصل على ٦٧.٤ ميجا باسكال

الخطوة ٣: اتخاذ القرار الهندسي (الزتونة النهائية)

$$\text{الحساب الأول أعطى } f_{c'}' = 61.0 \text{ ميجا باسكال}$$

$$\text{الحساب الثاني أعطى } f_{c'}' = 64.0 \text{ ميجا باسكال}$$

القاعدة تقول: خذ القيمة الأكبر

إذن، القيمة التي تحكم التصميم هي ٦٤.٠ ميجا باسكال

القرار النهائي: يجب أن تطلب من محطة الخلط تصميم خلطة يكون متوسط مقاومتها المستهدفة هو ٦٤.٠ ميجا باسكال.

لو فعلت ذلك، ستكون قد ضمنت تحقيق كلا الشرطين: شرط المتوسط المترافق (لأنه الشرط الحاسم)، وشرط الخط الأحمر (لأنك استهدفت مقاومة أعلى من التي يتطلبها)

5.3.4 Multiple criteria—In many instances, multiple criteria are specified. ACI 318 requires that concrete strengths conform to both individual test criteria and the moving average of three test criteria. Because both criteria are in effect, the required $f_{c'}$ should meet or exceed all requirements; that is, $f_{c'}$ should be the highest strength calculated using all relevant criteria. For example, assume sufficient data exist for which an 8.2% coefficient of variation has been calculated for a concrete mixture with an $f_{c'}$ of 8700 psi (60 MPa). The required average strength for this concrete mixture should meet both of these criteria:

- Individual strength criterion (5.3.3.4): $f_{c'}$ = $0.90 \times f_{c'}$ / (1 - $2.33V$) = 9690 psi (66.8 MPa); and
 - Moving average of three strength tests criterion (5.3.2.2): $f_{c'}$ = $f_{c'}$ / (1 - $2.33V$) = 9780 psi (67.4 MPa).
- Moving average criterion governs, because it produces the largest $f_{c'}$, that is, $9780 \text{ psi} > 9690 \text{ psi} (67.4 \text{ MPa} > 66.8 \text{ MPa})$, and $f_{c'}$ should be the larger strength calculated for the two criteria.

الترجمة:

٤- المعايير المتعددة - في كثير من الحالات، يتم تحديد معايير متعددة. يتطلب كود ACI أن تتوافق مقاومة الخرسانة مع كل من معيار الاختبارات الفردية ومعايير المتوسط المتحرك لثلاثة اختبارات. ولأن كلا المعايير ساريان، يجب أن تتحقق المقاومة المتوسطة المطلوبة أو $f_{c'}$ تتجاوز جميع المتطلبات؛ أي، يجب أن تكون $f_{c'}$ هي أعلى مقاومة محسوبة باستخدام جميع المعايير ذات الصلة. على سبيل المثال، افترض وجود بيانات كافية تم من خلالها حساب انحراف معياري لخلطة خرسانية ذات مقاومة $f_{c'}$ تبلغ ٨٧٠٠ رطل/بوصة^٢ (٦٠ ميجا باسكال). يجب أن تتحقق المقاومة المتوسطة المطلوبة لهذه الخلطة كلا المعايير التاليين:

أ- معيار المقاومة الفردية (المعيار الرابع):
 $f_{c'}$ = $(0.90 \times f_{c'}) + z s = 66.8$ ميجا باسكال

ب- معيار المتوسط المتحرك لثلاثة اختبارات (المعيار الثاني):
 $f_{c'}$ = $f_{c'} + z s / \sqrt{3} = 67.4$ ميجا باسكال
 إن معيار المتوسط المتحرك هو الذي يحكم، لأنه ينتج القيمة الأكبر لـ $f_{c'}$ ، أي أن 67.4 ميجا باسكال > 60 ميجا باسكال، ويجب أن تكون $f_{c'}$ هي المقاومة الأكبر المحسوبة للمعايير الشرح للفقرة ٥.٣.٤:

هذه الفقرة هي خلاصة القول. هي تشرح لك كيف يفكر كود ACI 318 لضمان أقصى درجات الأمان. الكود لا يكتفي بشرط واحد، بل يفرض عليك شرطين في نفس الوقت، ويطلب منك أن تتحقق الأصعب بينهما.

فلسفة الكود (الشرطان الحاكمان):
 كود ACI 318 يقول: لكي أقبل خرسانتك، يجب أن تتحقق شرطين للأمان معاً

أ- شرط الأمان العام (المعيار الثاني): يجب أن يكون أداؤك العام جيداً. متوسط أي ٣ نتائج متتالية يجب ألا يقل عن $f_{c'}$. هذا يضمن عدم وجود ضعف متمرّك في منطقة كبيرة

الفقرة تحدد ثلاثة أهداف رئيسية لعملية التقييم

ا-اعتماد الخلطات Mixture Submittal

قبل أن يبدأ المشروع، تقدم محطة الخلط تصميم خلطة للاستشاري لاعتمادها. التقييم هنا يهدف للإجابة على سؤال: هل هذه الخلطة، بناءً على بياناتها التاريخية، قادرة على تحقيق المقاومة المطلوبة بأمان؟ هذا هو بالضبط ما كان نفعله في الفصل الخامس حساب $f_{c,r}$

٢-تقييم مستوى التحكم Level of Control

هذا التقييم يهدف للحكم على أداء محطة الخلط نفسها. هل هي محطة ممتازة نتائجها ثابتة انحراف معياري منخفض، أم محطة ضعيفة نتائجها متذبذبة انحراف معياري مرتفع؟ هذا التقييم يساعد في تحديد مدى الثقة في المنتج وتحديد هامش الأمان المطلوب

٣-التحقق من المطابقة للمواصفات Compliance with Specifications

أثناء سير المشروع، تأتي نتائج الاختبارات يوماً بعد يوم. التقييم هنا يجيب على سؤال مباشر: هل الخرسانة التي تم صبها بالأمس ناجحة أم فاشلة؟ هل هي مطابقة لشروط العقد والمواصفات؟

رسائل مهمة أخرى في الفقرة:

الهدف هو التصرف نحو لا نقوم بالتقدير من أجل التقييم نفسه، بل لنتمكن من تحديد الانحرافات واتخاذ الإجراء المناسب. هل هناك مشكلة في المواد؟ هل هناك خطأ في المحطة؟ هل النتيجة الحالية مقبولة أم مرفوضة

البيانات هي الملك فائدة أي تقييم تعتمد على شيئين كمية البيانات كلما زادت، زادت الثقة ودقة التحليل الإحصائي الأدوات مشتركة الأدوات التي نستخدمها للتقييم أداء المحطة هي نفسها التي نستخدمها للحكم على نجاح أو فشل الخرسانة اليومية

إحالة للفصل الخامس الفقرة تذكرنا بأن الفصل الخامس قد غطى بالفعل جزءاً كبيراً من هذه التطبيقات، خاصة فيما يتعلق باعتماد الخلطات

الزونة من الفقرة:

الفصل السادس سيأخذنا من عالم التصميم النظري للخلطة إلى عالم مراقبة الجودة اليومية في الموقع. سنتعلم كيف نستخدم الأدوات الإحصائية للحكم على النتائج الفعلية، وكيف نقرر ما إذا كانت هناك مشكلة، وكيف نتعامل مع النتائج الشاذة أو المشكوك فيها

It is useful to determine the likelihood of various outcomes when there is, at most, a 1% probability of a test less than $f_{c,r}'$ by more than 500 psi (3.5 MPa) and, at most, a 1% probability that the moving average of three consecutive tests will be less than $f_{c,r}'$. The maximum probability that at least one event will occur in n independent tests may be estimated using Eq. (6-1) (Leming 1999)

CHAPTER 6—EVALUATION OF DATA

الفصل السادس - تقييم البيانات

6.1—General

٦.١ - عام

The evaluation of strength data is required in many situations. Three commonly required applications are:

1. Evaluation for mixture submittal purposes;
2. Evaluation of level of control; and
3. Evaluation to determine compliance with specifications.

These evaluations are important for identifying departures from desired target values and, where possible, assisting with formulating an appropriate response. In all cases, usefulness of the evaluation is a function of the amount of test data and the statistical rigor of the analysis. Applications for routine quality control and compliance overlap considerably. Many evaluation tools or techniques used in one application are appropriate for use in another.

Chapter 5, which reviews techniques appropriate for concrete mixture submittal evaluation, discusses techniques for routine quality control and compliance applications. Criteria for rejecting doubtful results, determining testing frequency, and guidelines for additional test procedures are also discussed.

الترجمة ٦.١ :

إن تقييم بيانات المقاومة مطلوب في العديد من المواقف. وهناك ثلاثة تطبيقات شائعة مطلوبة هي:

١-التقييم لأغراض تقديم تصميم الخلطات للاعتماد
٢-تقييم مستوى التحكم في الجودة

٣-التقييم لتحديد مدى التوافق مع المواصفات

تعتبر هذه التقييمات مهمة لتحديد الانحرافات عن القيم المستهدفة المرغوبة، والمساعدة، حيثما أمكن، في صياغة الاستجابة المناسبة. في جميع الحالات، تعتمد فائدة التقييم على كمية بيانات الاختبار والدقة الإحصائية للتحليل. تتداخل تطبيقات ضبط الجودة الروتيني وتطبيقات التحقق من المطابقة بشكل كبير. فالعديد من أدوات أو تقنيات التقييم المستخدمة في أحد التطبيقات تكون مناسبة للاستخدام في تطبيق آخر يناقش الفصل الخامس، الذي يستعرض التقنيات المناسبة للتقييم تقديم الخلطات الخرسانية، تقنيات لتطبيقات ضبط الجودة الروتيني والتحقق من المطابقة. كما تتم مناقشة معايير رفض النتائج المشكوك فيها، وتحديد وتيرة الاختبار، والمبادئ التوجيهية لإجراءات الاختبار الإضافية

الشرح للفقرة ٦.١ :

هذه الفقرة هي المقدمة وخريطة الطريق للفصل السادس. هي تخبرنا لماذا نقوم بكل هذا التحليل الإحصائي وما هي الأهداف التي نريد تحقيقها لماذا نقوم بتقييم البيانات؟

$$Pr\{\text{at least 1 event} \mid n \text{ tests}\} = 1 - (1 - p)^n \quad (6-1)$$

where p is the probability of a single event.

When evaluating concrete tests, p is the single event probability of noncompliance with the strength criteria in ACI 318. Because p includes both possible cases of f'_c by more than 500 psi (3.5 MPa) and the moving average of three consecutive tests falling to less than f'_c , p lies between 1.0 and 2.0%. Without more details, assume the probability of a single test failing to meet the strength criteria of ACI 318 to be 1.5%. Table 6.1 provides probabilities of at least one occurrence of a noncompliant result given various numbers of independent tests n when the single event probability p equals 1.5% (a test does not meet ACI 318 strength criteria) and 10% (a test falls below f'_c).

The probability for noncompliance is not trivial, even for relatively small projects. For example, there is approximately a 10% probability of having at least one noncompliant test 500 psi (3.5 MPa) below f'_c , and a greater than 50% probability that at least one test falls below f'_c for a project with only seven tests. There is a high probability of such an occurrence on most projects, and it is a near certainty on large projects, even if variation is due exclusively to random effects and minimum average strength was determined using statistically valid methods. Probabilities are reduced somewhat for larger projects due to the effects of interference; however, the probabilities are still appreciable (Leming 1999).

الترجمة: الفقرة ٦.١ تابع - احتمالية حدوث نتائج غير مطابقة

من المفيد تحديد احتمالية النتائج المختلفة عندما تكون هناك، على الأكثـر، احتمالية ١٪ لنـتيـجة اختـبار تـقلـعـ عن f'_c باكـثـرـ من ٥٠٠ رـطـلـ/بـوـصـةـ^٢ ٣.٥ مـيـجاـ باـسـكـالـ، وـعـلـىـ الأـكـثـرـ، اـحـتـمـالـيـةـ ١ـ٪ـ أـنـ يـكـونـ المـعـتـرـكـ المـتـحـرـكـ لـلـثـلـاثـةـ اـخـتـبـارـاتـ مـتـنـيـالـيـةـ أـقـلـ مـنـ f'_c . يمكن تقدير الـاحـتـمـالـيـةـ الـقـصـوـيـ لـحـدـوـثـ حدـثـ وـاـحـدـ عـلـىـ الأـقـلـ فـيـ n مـنـ الـاـخـتـبـارـاتـ الـمـسـتـقـلـةـ باـسـتـخـادـ المـعـادـلـةـ ٦ـ١ـ Leming 1999

$$Pr\{n \text{ حدث واحد على الأقل} \mid n \text{ اختبار}\} = 1 - (1 - p)^n$$

حيث p هي احتمالية وقوع الحـدـثـ الـواـحـدـ عند تقييم اختـبارـاتـ الـخـرـسانـةـ، p هي اـحـتـمـالـيـةـ عـدـمـ الـمـطـابـقـةـ لـمـعـايـرـ الـمـقاـوـمـةـ فيـ كـوـدـ ACI 318 لـحـدـثـ وـاـحـدـ. وـلـأـنـ p تـشـمـلـ كـلـتـيـنـ الـمـمـكـنـيـنـ نـتـيـجـةـ أـقـلـ مـنـ f'_c باـكـثـرـ من ٣.٥ مـيـجاـ باـسـكـالـ، والمـعـتـرـكـ المـتـحـرـكـ لـلـثـلـاثـةـ نـتـائـجـ أـقـلـ مـنـ f'_c ، فـإـنـ قـيـمـةـ p تـقـعـ بـيـنـ ١.٠ـ٪ـ وـ٢.٠ـ٪ـ. بـدـوـنـ مـزـيـدـ مـنـ التـفـاصـيـلـ، اـفـتـرـضـ أـنـ اـحـتـمـالـيـةـ فـشـلـ اـخـتـبارـ وـاـحـدـ فـيـ تـلـيـيـةـ مـعـايـرـ الـمـقاـوـمـةـ لـACI 318 هي ١.٥ـ٪ـ. يـقـدـمـ الجـدـولـ ٦ـ١ـ اـحـتـمـالـاتـ حـدـوـثـ نـتـيـجـةـ وـاـحـدـةـ غـيـرـ مـطـابـقـةـ عـلـىـ الأـقـلـ لـعـدـدـ مـخـتـفـيـنـ الـاـخـتـبـارـاتـ الـمـسـتـقـلـةـ n عـنـدـمـ اـحـتـمـالـيـةـ الـحـدـثـ الـواـحـدـ p تـسـاـوـيـ ١.٥ـ٪ـ اـخـتـبارـ لـاـ يـفـيـ بـمـعـايـرـ الـمـقاـوـمـةـ ACI 318 وـ ١٠ـ٪ـ اـخـتـبارـ يـقـلـ عـنـ f'_c .

إن اـحـتـمـالـيـةـ عـدـمـ الـمـطـابـقـةـ لـيـسـ تـافـهـةـ، حـتـىـ فيـ

المـشـارـيـعـ الصـفـيـرـةـ نـسـبـيـاـ. عـلـىـ سـبـيلـ المـثـالـ، هـنـاكـ اـحـتـمـالـيـةـ تـقـارـبـ ١٠ـ٪ـ لـوـجـوـدـ اـخـتـبارـ وـاـحـدـ عـلـىـ الأـقـلـ غـيـرـ مـطـابـقـ أـقـلـ مـنـ f'_c بـ ٣.٥ مـيـجاـ باـسـكـالـ، وـاـحـتـمـالـيـةـ تـزـيدـ عـنـ ٥٠ـ٪ـ لـوـجـوـدـ اـخـتـبارـ وـاـحـدـ عـلـىـ الأـقـلـ يـقـلـ عـنـ f'_c لـمـشـرـوـعـ بـ سـبـعـةـ اـخـتـبـارـاتـ فـقـطـ. هـنـاكـ اـحـتـمـالـيـةـ عـالـيـةـ لـحـدـوـثـ مـثـلـ هـذـاـ الـأـهـرـ فـيـ مـعـظـمـ الـمـشـارـيـعـ، وـهـوـ شـبـهـ مـؤـكـدـ فـيـ الـمـشـارـيـعـ الـكـبـيـرـةـ، حـتـىـ لوـ كـانـ التـشـتـتـ نـاتـجـاـ حـصـرـيـاـ عـنـ التـأـثـيرـاتـ الـعـشـوـائـيـةـ وـتـمـ تـحـدـيـدـ الـحدـ الـأـدـنـيـ لـلـمـقاـوـمـةـ الـمـتوـسـطـ بـاـسـتـخـادـ طـرـقـ إـحـصـائـيـةـ سـلـيـمـةـ. تـنـخـفـضـ الـاـحـتـمـالـاتـ إـلـىـ حدـ مـاـ فـيـ الـمـشـارـيـعـ الـأـكـبـرـ بـسـبـبـ تـأـثـيرـاتـ الـتـدـاخـلـ؛ وـعـذـلـ، تـنـظـلـ الـاـحـتـمـالـاتـ

Leming 1999

شرح الفقرة ٦ـ١ـ تـابـعـ - اـحـتـمـالـيـةـ حـدـوـثـ نـتـائـجـ غـيـرـ مـطـابـقـةـ

هـذـهـ الـفـقـرـةـ هـيـ مـنـ أـهـمـ الـفـقـرـاتـ لـفـهـمـ فـلـسـفـةـ الـجـوـدـةـ فـيـ الـمـشـارـيـعـ. هـيـ تـجـبـ عـلـىـ سـؤـالـ مـحـبـرـ: لـقـدـ صـمـمـنـاـ الـخـلـطـةـ عـلـىـ أـسـاسـ أـنـ نـسـبـةـ الـفـشـلـ ١ـ٪ـ فـقـطـ، فـلـمـاـ نـرـىـ نـتـائـجـ فـاـشـلـةـ فـيـ مـشـارـيـعـنـاـ؟ـ هـلـ هـذـاـ يـعـنـيـ أـنـ الـمـحـطـةـ سـيـئـةـ؟ـ

الـفـقـرـةـ تـقـوـلـ: لـيـسـ بـالـفـرـوـرـةـ!ـ وـتـشـرـحـ السـبـبـ باـسـتـخـادـ نـظـرـيـةـ الـاـحـتـمـالـاتـ

الـفـكـرـةـ الـأـسـاسـيـةـ الـمـفـارـقـةـ إـلـيـحـصـائـيـةـ:

اـحـتـمـالـيـةـ فـشـلـ اـخـتـبارـ وـاـحـدـ هـيـ ١ـ٪ـ صـفـيـرـ جـداـ لـكـنـ اـحـتـمـالـيـةـ فـشـلـ اـخـتـبارـ وـاـحـدـ عـلـىـ الأـقـلـ خـلـالـ مـشـرـوـعـ كـامـلـ يـحـتـوـيـ عـلـىـ عـشـرـاتـ أوـ مـئـاتـ الـاـخـتـبـارـاتـ هـيـ كـبـيـرـةـ جـداـ

هـذـاـ مـثـلـ الـيـاـنـصـيـبـ. اـحـتـمـالـيـةـ فـوـزـكـ أـنـتـ شـخـصـيـاـ ضـئـيـلـةـ. لـكـنـ اـحـتـمـالـيـةـ أـنـ يـفـوـزـ شـخـصـ ماـ فـيـ الـبـلـدـ كـلـهـ هـيـ ١٠٠ـ٪ـ

الـمـعـادـلـةـ ٦ـ١ـ آـلـةـ حـسـابـ الـحـظـ السـيـئـ

الـمـعـادـلـةـ ١ـ - (١ـ - p)^n تـحـسـبـ لـكـ بـالـضـبـطـ اـحـتـمـالـيـةـ

أـنـ تـرـىـ فـشـلـاـ وـاـحـدـاـ عـلـىـ الأـقـلـ ٠ـ٠ـ١ـ٥ـ ١ـ٥ـ٪ـ

N: عـدـدـ الـاـخـتـبـارـاتـ إـلـيـجـمـالـيـ فيـ الـمـشـرـوـعـ

مـثـ

الـعـمـلـيـ تـوـضـيـحـيـ:

لـنـفـتـرـضـ أـنـ لـدـيـنـاـ مـشـرـوـعـاـ صـفـيـرـاـ بـهـ ٢٠ـ اـخـتـبارـ خـرـسانـةـ فـقـطـ ٢٠ـ n وـاـحـتـمـالـيـةـ فـشـلـ الـاـخـتـبـارـ الـواـحـدـ هـيـ ٠ـ٠ـ١ـ٥ـ ١ـ٥ـ٪ـ

مـاـ هـيـ اـحـتـمـالـيـةـ أـنـ تـرـىـ فـشـلـاـ وـاـحـدـاـ عـلـىـ الأـقـلـ خـلـالـ ٢٠ـ اـخـتـبـارـاـ؟ـ

نـطـبـقـ الـمـعـادـلـةـ:

$$\begin{aligned}
 \text{احتمالية النجاح للختبار الواحد} &= 1 - 0.015 = 0.985 \\
 \text{احتمالية نجاح كل ٢٠ اختباراً معاً} &= 0.985^{20} = 0.739 \\
 \text{إذن، احتمالية حدوث فشل واحد على الأقل} &= 1 - 0.739 = 0.261
 \end{aligned}$$

النتيجة: هناك احتمالية ٢٦% أن ترى نتيجة فاشلة واحدة على الأقل في هذا المشروع الصغير، على الرغم من أن كل شيء تم تصميمه بشكل صحيح لماذا م تتراوح بين ١% و ٤%؟

لأن كود ACI 318 لديه شرطان للفشل، وكل منهما احتماليته ١%

١- فشل شرط المتوسط المتحرك احتماليته ١%

٢- فشل شرط الخط الأحمر احتماليته ١%

لأن الشرطين ليسا مستقلين تماماً مرتبطان بعضهما، فإن الاحتمالية الإجمالية للفشل م تكون بين ١% و ٤% الكود هنا يقترح استخدام قيمة متوسطة وهي ١.٥% للحسابات التقريرية

الزتونة النهائية من الفقرة:

هذه الفقرة هي رسالة للمهندسين ليكونوا واقعيين. هي تقول لهم:

١- توقعوا النتائج غير المطابقة رؤية نتيجة فاشلة لا يعني بالضرورة وجود كارثة أو أن المحطة سيئة إنه أمر متوقع إحصائياً خاصة في المشاريع الكبيرة

٢- استعدوا للإجراءات بما أن الفشل متوقع، يجب أن يكون لديكم خطة واضحة ومبكرة للتعامل معه عند حدوثه إعادة تقييم، اختبارات إضافية، الخ

٣- لا داعي للذعر لا تتخذ قرارات متسرعة برفض كل الخرسانة لمجرد ظهور نتيجة فاشلة واحدة قم بالتحليل بهدوء فهذا جزء طبيعي من اللعبة الإحصائية

هذه الفقرة تغير طريقة تفكير المهندس من السعي للمثالية المستحيلة صفر فشل إلى إدارة المخاطر والتعامل مع الانحرافات المتوقعة.

operations provides an excellent opportunity for control and accurate estimates of the mean and standard deviation with minimum testing. Once operations are progressing smoothly, tests taken each day or shift, depending on the volume of concrete produced, can be sufficient to obtain data that reflect the variations of the concrete as delivered. The engineer can reduce the number of tests required by the project specifications as the levels of control of the producer, laboratory, and contractor are established. To avoid bias, all sampling for acceptance testing should be conducted using randomly selected batches of concrete.

الترجمة ٦.٢ :

لمشروع معين، يجب إجراء عدد كافٍ من الاختبارات لضمان التمثيل الدقيق للخرسانة. يعرف كود ACI 318 اختبار المقاومة بأنه متوسط مقاومة عينتين أو أكثر من نفس العمر، تم تصنيعهما من عينة مأخوذة من خلطة خرسانية واحدة. يمكن تحديد و Tiria الاختبار على أساس الوقت المنقضي أو الحجم المقصوب. يجب على المهندس أن يؤسس العدد المطلوب من الاختبارات بناءً على ظروف العمل إن المشروع الذي يشرف فيه المهندس واحد على جميع عمليات الخرسانة يوفر فرصة ممتازة للتحكم وللحصول على تقديرات دقيقة للمتوسط والانحراف المعياري بأقل عدد من الاختبارات. بمجرد أن تسير العمليات بسلامة، يمكن أن تكون الاختبارات المطلوبة كل يوم أو كل ورديه، اعتماداً على حجم الخرسانة المنتجة، كافية للحصول على بيانات تعكس تباينات الخرسانة عند تسلیمها. يمكن للمهندس تقليل عدد الاختبارات المطلوبة في مواصفات المشروع مع استقرار مستويات التحكم لدى المنتج محطة الخلط والمخبر والمقاول. لتجنب التحيز، يجب إجراء جميع عمليات أخذ العينات لاختبارات القبول باستخدام خلطات خرسانية يتم اختيارها عشوائياً

الشرح للفقرة ٦.٢:

هذه الفقرة بتجاوب على سؤال عملي جداً: "نعمل كام اختبار كل قد إيه؟". الإجابة مش رقم ثابت، لكنها مجموعة من المبادئ التوجيهية

تعريف الاختبار الواحد:

أولاً، الفقرة بتفكرنا بتعريف مهم من كود ACI 318: الاختبار الواحد مش مكعب واحد. الاختبار هو متوسط نتيجة مكعبين أو ثلاثة حسب المواصفات متاخدين من نفس عربية الخرسانة. يعني لو عندك ٣ مكعبات من عربية واحدة وكسرتهم، متوسط قراعتهم الثلاثة هو اللي بيمثل نتيجة اختبار واحدة

6.2—Numbers of tests

٦.٢ - عدد الاختبارات

For a particular project, a sufficient number of tests should be made to ensure accurate representation of the concrete. ACI 318 defines a strength test as the average strength of two or more specimens of the same age fabricated from a sample taken from a single batch of concrete. Testing frequency can be established on the basis of time elapsed or volume placed. The engineer should base the required number of tests on job conditions. A project where one engineer supervises all concrete

٢- أساس تحديد عدد الاختبارات:
الفقرة بتقول إن و Tiria الاختبارات ممكن تتحدد بطريقتين:
بالزمن: نأخذ عينة كل يوم، أو كل ورديه
بالحجم: نأخذ عينة كل ٥٠ متر مكعب، أو كل ١٠٠ متر مكعب
والمهندس الشاطر هو اللي بيحدد الطريقة والعدد المناسبين بناءً على ظروف الموقف.

٣- متى يمكن تقليل عدد الاختبارات؟ الزتونة

هنا الفقرة بتدينا معلومة ذهبية. بتقول إن عدد الاختبارات مش لازم يظل ثابت طول المشروع. ممكن نقلله في حالة مهمة:

عندما تستقر الأمور: لو المشروع ماشي بسلامة، والمهندس المشرف مسيطر على كل العمليات، ومحطة الخلط أثبتت إنها كويسة، والمختبر نتائجه موثوقة، والمقاول شفله نظيف، في الحالة دي، ممكن المهندس يقرر تقليل عدد الاختبارات المطلوبة

المنطق: في البداية، بنعمل اختبارات كتير عشان نتعلم ونقيم أداء كل الأطراف. بعد ما نطمئن إن السيستم كله مستقر وموثوق، ممكن نكتفي بعدد أقل من الاختبارات للمراقبة فقط، لأننا خلاص بنينا ثقة في المنتج.

٤-شرط العشوائية أهم شرط على الإطلاق:

الفقرة بتختتم بتحذير مهم جداً: لتجنب التحيز، يجب أن يكون اختيار عربات الخرسانة اللي هتاخذ منها العينات عشوائياً تماماً

يعني إيه؟ يعني مينفعش تقول أنا هاخد عينة من أول عربية وآخر عربية كل يوم. ومينفعش السوق يقولك خد من العربية دي يا باشمهندس دي خلطتها مطبوعة

ليه؟ لأنك لو معملتش كده، العينات بتاعتكم مش هتمثل الواقع الحقيقي. لازم كل عربية خرسانة داخلة الموقع يكون عندها نفس الفرصة إنها تختبر. ممكن تستخدم براماج كمبيوتر، أو حتى تسحب أرقام عشوائية من قاعدة، عشان تحدد العربية رقم كام اللي هتختبرها النهاردة. بدون عشوائية، كل التحليلات الإحصائية اللي بنعملها دي ملهاش أي قيمة الخلاصة النهائية:

عدد الاختبارات هو قرار هندسي مرن. يبدأ كثيفاً في بداية المشروع، ويمكن أن يقل مع استقرار الجودة. لكن المبدأ غير القابل للتفاوض هو العشوائية التامة في اختيار العينات لضمان أن البيانات تمثل الواقع بدون أي تحيز

10	14.0%	65.1%
20	26.1%	87.8%
50	53.0%	99.5%
100	77.9%	100% تقريباً

الشرح للجدول ٦.١ :

هذا الجدول هو آلة حاسبة للمستقبل و هو بيجاوب على سؤالين مهمين جداً للمهندس في الموقع:

١-السؤال الأول العمود الأوسط: لو أنا عملت كل حاجة صح، وصمتت الخلطة عشان تفشل بنسبة ١,٥% بس حسب شروط ACI 318، إيه هي احتمالية إني أشوف نتيجة فاشلة واحدة على الأقل في مشروع؟

٢-السؤال الثاني العمود الأيسر: لو أنا عندي مواصفة أسهل شوية، وبتسمح بـ ١٠% من النتائج تيجي تحت f_c ، إيه هي احتمالية إني أشوف نتيجة واحدة على الأقل تحت f_c في مشروع؟

نفصص الجدول ونفهم معناه:

N عدد الاختبارات: ده عدد الاختبارات الإجمالي اللي هتعمله في مشروعك

العمود الأوسط احتمالية الفشل ١,٥% سيناريو ACI 318 الصارم:

عند $n=1$ اختبار واحد بس: احتمالية إنه يفشل هي ١,٥%. منطقي

عند $n=7$ مشروع صغير جداً: احتمالية إنك تشوف فشل واحد على الأقل هي ١٠%. يعني كل ١٠ مشارييع صغيرة زي دي، فيه مشروع منهم هيظهر فيه نتيجة فاشلة، حتى لو الشفلي كله تمام

عند $n=20$ اختبار متوسط: الاحتمال بتتفز إلى ٦٧,٩% أكثر من الربع

عند $n=50$ مشروع كبير: الاحتمال بتبقى ٥٣% شبه مؤكد زي رمي العملاة إنك هتشوف نتيجة فاشلة واحدة على الأقل

عند $n=100$ اختبار ضخم: الاحتمال بتبقى ٧٧,٩% يعني شبه مستحيل إن المشروع يخلص من غير ما تظهر نتيجة فاشلة واحدة على الأقل

العمود الأيسر احتمالية الفشل ١٠% سيناريو أقل صرامة:

هنا بنتكلم عن حدث أسهل في الحدوث نتيجة أقل من f_c بس

Table 6.1—Probability of at least one event in n
Table 6.1—Probability of at least one event in n tests for selected single-event probabilities

n	Single event probability = 1.5%	Single event probability = 10%
1	1.5%	10.0%
5	7.3%	41.0%
7	10.0%	54.3%
10	14.0%	65.1%
20	26.1%	87.8%
50	53.0%	99.5%
100	77.9%	Approximately 100%

جدول ٦.١- احتمالية وقوع حدث واحد على الأقل في عدد n من الاختبارات لاحتمالات فردية مختارة

العدد المطلوب (n)	احتمال الحدث الواحد	احتمال الحدث الواحد = ١٠%
1	1.5%	10.0%
5	7.3%	41.0%
7	10.0%	54.3%

ميشن أقل من الخط الأحمر

عند $n=5$: احتمالية إنك تشوفر نتيجة تحت fc' هي ٤١٪
عند $n=7$: الاحتمالية بتعدى النص وتبقى ٥٤,٣٪
عند $n=20$: الاحتمالية بتبقى ٨٧,٨٪ شبه مؤكدة
عند $n=50$: الاحتمالية بتبقى ٩٩,٥٪ مؤكدة تماماً

الزنونة النهائية من الجدول:
هذا الجدول هو أقوى دليل على أن النتائج غير المطابقة هي جزء طبيعي ومتوقع من أي مشروع إنشاءات، وليس بالضرورة دليلاً على وجود خطأ فادح

للمهندسين: لا داعي للذعر عند رؤية أول نتائج فاشلة. هذا أمر متوقع إحصائياً. المهم هو أن يكون لديك خطة للتعامل معها تحليل، اختبارات إضافية، الخ

للمالك: يجب أن يفهم أن طلب صفر نتائج فاشلة هو طلب غير واقعي ومستحيل إحصائياً. الهدف هو إدارة الجودة والتحكم في الانحرافات، وليس منعها تماماً

للمقاول ومحطة الخلط: يجب أن يكونوا مستعدين للدفاع عن جودة عملهم وأن يفهموا أن ظهور نتائج فاشلة لا يعني تلقائياً أنهم مخطئون طالما أن الأداء العام المتوسط والانحراف المعياري جيد

وبعدة الجدول ده يغير طريقة التفكير من منع الفشل إلى إدارة الفشل المتوقع

for routine testing requirements.

٢.٦ تكملة- عدد الاختبارات تابع - متطلبات كود ACI 318

الترجمة:
للمبنيان الإنسانية الروتينية، يتطلب كود ACI 318 اختباراً واحداً على الأقل يومياً. يجب إجراء اختبار واحد لكل ١٥ متر مربع من الخرسانة المصبوبة، أو اختبار واحد لكل ٤٠ متر مربع من مساحة سطح البلاطات والجدران؛ لكن كود ACI 318 يسمح للمهندس بالتنازل عن الاختبار للكميات التي تقل عن ٤٠ متر مكعب. يجب أن تفي وتيرة الاختبار بكل معيار. تؤدي وتيرة الاختبار هذه بشكل عام إلى اختبار عربة واحدة من كل ١٠ إلى ٢٠ عربة. الاختبار بوتيرة أعلى من ذلك يمكن أن يبيّن عملية البناء نادراً ما يكون اختبار كل حمولة خرسانة مسلمة للمقاومة المحتملة مطلوباً. بالنسبة للعناصر التي يكون أداؤها الإنسائي حساساً لمقاومة الضغط، قد يكون من المناسب إجراء اختبار واحد لكل ٨٠ متر مكعب. أما اختبار واحد لكل ٤٠ متر مكعب فيكون مناسباً فقط للتطبيقات الأكثر حرجاً. يجب تحديد الاختبارات المتكررة جداً فقط لأسباب قاهرة، مثل التطبيقات المتخصصة أو العناصر الحرجة. يجب تمثيل كل فئة مختلفة من الخرسانة المصبوبة خلال أي يوم باختبار واحد على الأقل. يجب إجراء خمسة اختبارات على الأقل لكل فئة خرسانة في مشروع معين. ارجع إلى ACI 301 و ASTM C94/C94M و ACI 318 لمتطلبات الاختبار الروتينية

الشرح تكملة الفقرة : ٦.٢

هذه الفقرة هي قائمة المتطلبات اللي لازم تلتزم بيها في أي مشروع. هي بتقصص لك كلام الفقرة اللي فاتت بالأرقام

١-الثلاث شروط الأساسية لازم تتحققهم كلهم:
كود ACI 318 بيقولك لازم تأخذ عينات بناءً على ٣ شروط وتطبق الأكثر صرامة فيهم:

شرط الزمن: لازم تأخذ عينة واحدة على الأقل كل يوم فيه صب. يعني لو صببتي ١٠ متر بس النهاردة، لازم تأخذ عينة

شرط الحجم: لازم تأخذ عينة لكل ١٥ متر مكعب. يعني لو صببتي ٣٠٠ متر النهاردة، لازم تأخذ $300 / 15 = 20$ عينات

شرط المساحة: لازم تأخذ عينة لكل ٤٠ متر مربع من مسطحات البلاطات والحوائط. مفید في المشاريع اللي فيها مسطحات كبيرة وسمك قليل

مثال عملي: لو صببتي النهاردة سقف مساحته ١٠٠٠ متر مربع، وكمية الخرسانة كانت ٥٠٠ متر مكعب

حسب شرط الزمن: تحتاج عينة واحدة

حسب شرط المساحة: $500 / 40 = 12.5 \approx 13$ عينات

حسب شرط الحجم: $500 / 15 = 33.3 \approx 34$ عينات

القرار: لازم تأخذ ٣ عينات النهاردة عشان تحقق الشرط الأكثر صرامة

For routine building construction, ACI 318 requires at least one test per day. There should be one test for every 150 yd³ (115 m³) of concrete placed, or one test for every 5000 ft² (460 m²) of the surface area of slabs and walls; but ACI 318 permits the engineer to waive testing on quantities less than 50 yd³ (40 m³). Testing frequency should satisfy each criterion. These testing frequencies generally result in testing concrete in one out of 10 to 20 trucks. Testing more frequently than this can slow the construction process.

Testing each load of delivered concrete for potential strength is rarely required. For members where structural performance is sensitive to compressive strength, testing once for every 100 yd³ (80 m³) may be appropriate. One test for every 50 yd³ (40 m³) would be appropriate only for the most critical applications. Very frequent testing should be specified only for compelling reasons, such as specialized or critical member applications.

Each different class of concrete placed during any one day will be represented by at least one test. At least five tests should be conducted for each class of concrete on a given project. Refer to ACI 301, ACI 318, and ASTM C94/C94M

٢.٦ تكميلة - رفض العينات المشكوك فيها

لا يوصى بالرفض الاعتباطي للنتائج اختبارات المقاومة التي تبدو بعيدة جدًا عن المألف لأن التوزيع الطبيعي يتوقع إمكانية ظهور مثل هذه النتائج. إن التخلص من نتائج الاختبارات بشكل عشوائي يمكن أن يشوه توزيع المقاومة بشكل خطير، مما يجعل تحليل النتائج غير موثوق به. في بعض الأحيان، تتحرف مقاومة أسطوانة واحدة من مجموعة مصنوعة من عينة واحدة بعيدًا عن الآخريات لدرجة أنه يعتبر أمرًا غير محتمل إلى حد كبير. إذا لوحظت اختلافات مشكوك فيها أثناء تصنیع العينة أو معالجتها أو اختبارها، فيجب رفض عينة الأسطوانة الواحدة على هذا الأساس.

توفر مواصفة **ASTM E178** معايير لرفض نتائج اختبار عينة واحدة في مجموعة من العينات. بشكل عام، يمكن استبعاد نتائج عينة واحدة في مجموعة من ثلاثة أضعاف الانحراف المعياري داخل الخلطة الواحدة الذي تم تحديده مسبقًا. يجب التحقيق في النتيجة إذا كان انحرافها أكبر من ضعفي الانحراف المعياري داخل الخلطة. يجب حساب متوسط الاختبار من العينات المتبقية. لا ينفي رفض الاختبار - أي متوسط جميع عينات العينة الواحدة التي تم اختبارها في نفس العمر - ما لم يكن من المحتمل أن العينات كانت معيية. يمثل الاختبار أفضل تقدير متاح لمقاومة العينة.

الشرح تكميلة ٦.٢:

هذه الفقرة بتحطط قواعد صارمة لمنع اللعب في النتائج. هي بتقولك: إيدك متتمدش على نتيجة عشان تلغيها إلا بدليل قاطع

١-المبدأ الأساسي: لا للرفض الاعتباطي
الفقرة بتحذر: إوعي ترفض نتائج لمجرد شكلها غريب أو بعيد عن باقي النتائج

ليه؟ التوزيع الطبيعي يتوقع ظهور نتائج متطرفة أحياناً. ده مش خطأ، ده طبيعي إحصائيًّا

الخطر: لو كل مهندس كان بيلاقي النتيجة اللي مش عاجبه
البيانات هتشوه وهنفقد القدرة على تقييم الجودة الحقيقية للخرسانة

٢-متن يمكن رفض أسطوانة واحد من مجموعة؟
الحالات المسموح بيها:

الحالة الأولى: الدليل المادي
لو شفت حاجة غلط أثناء الصب المعالجة أو التكسير زي تعشيش و جفاف زائد و خلل في الماكينة
القرار: تقدر تلغي المكعب ده و تكتب سبب الإلغاء

الحالة الثانية: الدليل الإحصائي (ASTM E178)

احسب الانحراف المعياري داخل الخلطة من بياناتك التاريخية
قاعدة التحقيق: لو أسطوانة بعيد عن متوسط باقي
الاسطوانات بمسافة أكبر من 3σ ، النتيجة مشبوهة ولازم تتحقق

٢-الاستثناءات والتنبيهات:

الكميات الصغيرة: لو عندك صبة صغيرة أقل من ٤٠ متر مكعب، الكود بيسمح للمهندس إنه يتنازل عن الاختبار لو شايف إن الموضوع مش مستاهل

لا تبالغ في الاختبار: الفقرة بتتبهك إن المعدلات دي بتخليلك تختبر عربية من كل ١٠ أو ٢٠ عربية. لو زودت عن كده، هتعطل الشغل وتهبطأ عملية الصب

الحالات الحرجية: اختبار كل عربية ده شيء نادر جدًا. لكن لو عندك عنصر إنشائي حساس جداً زي كمرة طويلة جداً أو عمود شايل أحعمال ضخمة، ممكن تزود وتيرة الاختبار وتخليلها مثلًا عينة كل ٨٠ متر أو حتى كل ٤٠ متر في الحالات القصوى

٣-شرطان لا يمكن التنازل عنهم الحد الأدنى المطلوب:
الفقرة بتختبر بشرطين مهمين جداً:
لكل نوع خرسانة: لو صبيت النهاردة خرسانة عادية للأساسات وخرسانة مقاومة للكبريتات للأعمدة، لازم تأخذ عينة واحدة على الأقل من كل نوع، حتى لو كميتهن قليلة
لكل المشروع: أي نوع خرسانة هتسخدمه في المشروع، لازم يكون ليه اختبارات على الأقل على مدار المشروع كله. ليه؟ عشان تقدر تحسب له انحراف معياري و يكون ليه معنى إحصائي. أقل من ه نتائج يعتبر غير كافي إحصائيًّا

الزنونة النهائية:

هذه الفقرة هي الدليل العملي لتحديد عدد الاختبارات. هي بتديلك الحد الأدنى اللي لازم تلتزم بيها، وبتديلك المرونة عشان تزود الاختبارات في الأماكن الحرجية، وبتبهك إنك متزودهاش أوي عشان متعطلش الشغل. وأهم حاجة، بتضمن إن كل نوع خرسانة يكون ليه عدد كافي من الاختبارات عشان نقدر حكم عليه إحصائيًّا

6.3—Rejection of doubtful specimens

Arbitrarily rejecting strength test results that appear too far out of line is not recommended because normal distribution anticipates the possibility of such results. Discarding test results indiscriminately can seriously distort the strength distribution, making analysis of results unreliable. Occasionally, the strength of one cylinder from a group made from a sample deviates so far from the others that it is considered highly improbable. If questionable variations are observed during fabrication, curing, or testing of a specimen, the single cylinder specimen should be rejected on that basis. **ASTM E178** provides criteria for rejecting the test result for one specimen in a set of specimens. Generally, the result from a single specimen in a set of three or more specimens can be discarded if its deviation from a test mean is greater than three times the previously established within-batch standard deviation (Chapter 4). The result should be investigated if its deviation is greater than two times the within-batch standard deviation. The test average should be computed from the remaining specimens. A test, that is, the average of all specimens of a single sample tested at the same age, should not be rejected unless it is likely that the specimens are faulty. The test represents the best available estimate for the sample strength.

قاعدة الرفض: لو المكعب بعيد عن المتوسط بمسافة أكبر من 3 cm ، يمكنك رفضه إحصائياً

٣- هل يمكن رفض الاختبار كله؟

لا، لا يجوز رفض متوسط الاختبار بالكامل إلا لو عندك دليل قاطع أن كل العينات فاسدة

متوسط الاسطوانات المتاحة هو أفضل تقدير متاح لمقاومة الخرسانة

الزنونة النهائية:

الأصل هو القبول: كل النتائج مقبولة ما لم يثبت العكس

رفض الاسطوانة الواحدة: فقط بدليل مادي واضح أو إحصائي قوي جداً أبعد من 3 انحرافات معيارية.

رفض الاختبار كله: ممنوع لأنه يمثل أفضل تقدير متاح للحقيقة

وتشكيلاً لها ومعالجتها معالجة قياسية وفقاً لـ **ASTM C31/C31M** حتى عمر الاختبار المحدد، والذي يكون عادةً 28 يوماً. يجب أن يكون قطر أسطوانة الاختبار ثلاثة أضعاف على الأقل حجم المقاس الاعتيادي الأكبر للركام في الخلطة. قد توفر عينات الخرسانة المصنوعة أو المعالجة في ظروف غير قياسية معلومات إضافية، ولكن يجب تحليلها والإبلاغ عنها أو بشكل منفصل. قد لا تعكس العينات التي لم يتم إنتاجها أو معالجتها أو اختبارها في ظل الظروف القياسية مقاومة الخرسانة الكامنة بدقة. يجب تدوين التناقضات والانحرافات عن ظروف الاختبار القياسية في تقارير اختبار المقاومة. قد يكون اختبار مقاومة الخرسانة في أعمار لاحقة، مثل 56 أو 91 أو 182 يوماً، أكثر أهمية من مقاومة 28 يوماً، خاصة عند استخدام بوزولان، أو أسمنت منخفض الحرارة، أو أسمنت بطيء في اكتساب المقاومة. بعض العناصر الإنسانية أو المنتجات لن يتم تحميلها إلا بعد أن تنجذب الخرسانة لفترة أطول من 28 يوماً ويمكن الاستفادة من هذا الكسب في المقاومة. إذا كان التصميم يعتمد على مقاومات الأعمار اللاحقة، فقد يكون من الضروري ربطها بمقاييس 28 يوماً لأنه ليس من العملي دائمًا استخدام عينات الأعمار اللاحقة لقبول الخرسانة. يجب إنشاء هذه العلاقة الارتباطية عن طريق اختبارات حقلية أو عملية قبل بدء البناء. يمكن لمحطات خلط الخرسانة إنشاء هذه العلاقة مسبقاً للرجوع إليها لاحقاً، حتى لو لم تكن الخرسانة ذات العمر اللاحق مطلوبة على الفور، يجب فحصها من حين لآخر، وفي النهاية، التتحقق منها مقابل الخرسانة الفعلية المستخدمة

الشرح للفقرة ٦.٤ :

هذه الفقرة بتجاوب على سؤالين مهمين: إزاي أضمن إن الاختبار بتاعي صح و هل لازم أكسر كل الاسطوانات عند 28 يوم؟

الجزء الأول: أهمية الالتزام بالظروف القياسية
القاعدة الأساسية: كل الكلام اللي قلناه عن الإحصاء وتقييم الجودة مبني على أساس واحد: إنك بتختبر "المقاومة الكامنة" للخرسانة. عشان تعمل كده لازم كل خطواتك تكون قياسية وموحدة حسب مواصفة **ASTM C31/C31M**

المعالجة القياسية: يعني الاسطوانات بتتحظ في أحواض هياب درجة حرارتها مطبوطة في المعمل و ده بيورينا أقصى مقاومة ممكن الخلطة دي توصلها لو الظروف مثالية

حجم الاسطوانة : لازم قطر الاسطوانة أو ضلع المكعب يكون 3 أضعاف أكبر مقاس للزلط على الأقل عشان الزلط الكبير يتأثرش على نتيجة التكسير

ماذا عن العينات غير القياسية؟ أحياناً بنسيب مكعبات جنب العمود اللي اتصب عشان نشوف مقاومتها في "ظروف الموضع الحقيقية" و دي بتديينا معلومات إضافية مفيدة، لكن إوعي تخلط نتائجها مع نتائج المعالجة القياسية. لازم يتم تحليلها وتقديمها في تقرير منفصل

ترجمة

٦.٤ - متطلبات الاختبار الإضافية

عادةً، تستند مقاومة الضغط الكامنة للخرسانة وتشتتها إلى نتائج اختبار باستخدام أسطوانات تمأخذ عينات منها

ليه؟ لأنها بتقييس حاجة تانية و المعالجة القياسية بتقييس جودة الخلطة نفسها أما المعالجة في الموقع فبتقييس جودة الخلطة + جودة المعالجة في الموقع

الجزء الثاني: الاختبار عند أعمار أكبر من ٢٨ يوم

ليه ممكن نعمل كده؟ الفقرة بتقول إن مقاومة الـ ٢٨ يوم مش دايماً هي الأهم. في حالات كتير، مقاومة الـ ٥٠ أو ٩٠ يوم بتكون أهم خصوصاً لو الخلطة فيها:

مواد بوزولانية زي الـ Fly Ash أو Silica Fume، المواد دي بطيئة وتأثيرها الكبير بيظهر بعد الـ ٢٨ يوم وأسمنت بطيء اكتساب المقاومة زي بعض أنواع الأسمنت المقاوم للكبريتات أو منخفض الحرارة

المنطق الإنساني: لو عندك عنصر إنشائي زي كوبري أو خزان مش هيتحمل بكمال طاقته إلا بعد ٣ شهور، ليه تصمم على مقاومة ٢٨ يوم وتخسر الزيادة الكبيرة في المقاومة اللي هتحصل بعد كده؟ الاستفادة من مقاومة الأعمار المتأخرة ممكن يوفر كتير في تكلفة الخرسانة

المشكلة العملية والحل

المشكلة: مش من العملي إنك تستنى ٩٠ يوم عشان تقرر إذا كانت خرسانة النهاردة مقبولة ولا مرفوضة. المشروع هيقول الحل (Correlation): لازم نعمل علاقة ارتباط بين مقاومة الـ ٢٨ يوم مقاومة الـ ٩٠ يوم

قبل المشروع: نعمل خلطات تجريبية في المعمل ونكسر اسطوانات عند ٧ و ٢٨ و ٥٠ و ٩٠ يوم

نرسم العلاقة: نطلع بمعادلة أو منحنى بيقول مثلاً " مقاومة الـ ٩٠ يوم = ١,٢٥ × مقاومة الـ ٢٨ يوم "

أثناء المشروع: نستخدم مقاومة الـ ٢٨ يوم عشان نقبل أو نرفض الخرسانة بشكل مبدئي وسرريع، لأننا خلاص بقينا قادرين ننتبه بمقاؤتها النهائية عند ٩٠ يوم

نصيحة للمحطات: الفقرة بتقترح إن محطات الخلط الشاطر تعمل كتالوج علاقات الارتباط ده لخلطاتها المختلفة عشان تكون جاهزة لأي مشروع

الزنونة النهائية

الالتزام بالظروف القياسية عشان تحكم على جودة الخلطة، وأي اختبار غير قياسي لازم يتفصل لوحده

مقاومة الـ ٢٨ يوم مش مقدسة. ممكن ويُفضل استخدام مقاومة الأعمار المتأخرة في التصميم لتوفير التكلفة، بشرط إنك تعمل علاقة ارتباط موثوقة عشان تقدر قبل الخرسانة في وقت معقول

سيناريو عملي: تصميم خزان مياه ضخم

مهندس استشاري شاطر بيصمم خزان مياه ضخم. هو عارف إن الخزان ده مش هيتملي بالمياه ويبدأ يشتغل بكمال طاقته إلا بعد ٤ شهور حوالي ١٢٠ يوم من انتهاء الصب.

المهندس ده بيستخدم خلطة خرسانية فيها نسبة عالية من الـ Fly Ash الرماد المتطاير عشان يحسن من خواص الخرسانة

ويقلل الحرارة ويقاوم الكيماويات. هو عارف إن الـ Fly Ash ده بطيء، والمقاومة الحقيقية للخرسانة دي هتظهر متأخر.

الطريقة التقليدية الغلط لو المهندس ده تقليدي هيقول أنا عايز خرسانة مقاومتها التصميمية $40' = f_c$ ميجا باسكال عند ٢٨ يوم

النتيجة: محطة الخلط هتعمل خلطة غالية جداً، فيها كمية أسمنت كبيرة، عشان توصل للـ ٤٠ ميجا في ٢٨ يوم بس،

بالرغم من وجود الـ Fly Ash الطبيعي. الخلطة دي ممكن توصل مقاومتها لـ ٥٥ ميجا بعد ١٢٠ يوم، بس الـ ١٥ ميجا الزيادة دول مهدررين لأنه مصمم على ٤٠ بس

الطريقة الذكية طريقة الكود - الاستفادة من الأعمار المتأخرة المهندس الشاطر هيقول أنا عايز $40' = f_c$ ميجا باسكال عند ١٢٠ يوم، لأن ده وقت التحميل الفعلي

المشكلة العملية

المقاول ومحطة الخلط هيقولوا: تمام يا باشمهندس، بس إحنا مش هنستنى ١٢٠ يوم عشان نعرف نتيجة صبة النهاردة مقبولة ولا لا! المشروع هيتعطل!

الحل عملية إنشاء علاقة الارتباط - Correlation

الخطوة ١: قبل بدء المشروع في المعمل الاستشاري بيطلب من محطة الخلط تعمل خلطات تجريبية Trial Mixes وتكسر مكعبات عند أعمار مختلفة. النتائج طلعت كالتالي

مقاومة ٧ أيام = ٢٤ ميجا باسكال

مقاومة ٢٨ يوم = ٣٤ ميجا باسكال

مقاومة ٥٦ يوم = ٣٨ ميجا باسكال

مقاومة ٩٠ يوم = ٤١ ميجا باسكال

مقاومة ١٢٠ يوم = ٤٣ ميجا باسكال

الخطوة ٢: استنتاج علاقة الارتباط

المهندس بيبيص على النتائج وبيطبع بعلاقة بسيطة أولاً، حساب معامل الارتباط الفعلي:

المعامل ده هو ببساطة نسبة المقاومة المتأخرة إلى المقاومة المبكرة من الخلطة التجريبية

معامل الارتباط = مقاومة ١٢٠ يوم / مقاومة ٢٨ يوم

معامل الارتباط = $43 / 34 = 1.26$

ده يعني إن مقاومة هذه الخلطة تزيد بنسبة ٦٪ بين عمر ٢٨ يوم و ١٢٠ يوم

ثانياً، تطبيق هامش أمان:

للتسهيل والأمان، المهندس الشاطر مش بيستخدم الرقم ١,٣٥ كما هو، بل بيقلله قليلاً ليكون في الجانب الآمن. لذا،

هيقول سأعتمد معامل ارتباط ١,٢٥

ثالثاً، حساب مقاومة القبول المبكر:

عشان أحقق الـ ٤٠ ميجا المطلوبة عند ١٢٠ يوم، أنا محتاج أحقق كام عند ٢٨ يوم؟

مقاومة ٢٨ يوم المطلوبة = المقاومة النهائية المطلوبة /

معامل الارتباط الآمن

مقاومة ٢٨ يوم المطلوبة = $40 / 1.25 = 32$ ميجا باسكال

الخطوة ٣: التطبيق أثناء المشروع

الآن، مواصفات المشروع بتنكتب كالتالي
المقاومة التصميمية الأساسية: $40 = f'_c$ ميجا باسكال عند ٢٠ يوم
معيار القبول المبكر للتسهيل: سيتم قبول الخرسانة مبدئياً
إذا حققت نتائج اختبار الـ ٢٨ يوم مقاومة لا تقل عن ٣٢ ميجا
باسكال

إذاي الشغل هيمشي في الموضع
المقاول بيصب الخرسانة النهاردة
المعلم بيأخذ عينات ويكسرها بعد ٢٨ يوم
النتيجة طلعت ٣٢ ميجا باسكال
القرار: بما أن ٣٢ أكبر من ٣٢ معيار القبول المبكر، إذن
الخرسانة مقبولة مبدئياً. المهندس مطمئن بنسبة كبيرة إنها
تحقق الـ ٤٠ ميجا المطلوبة عند ٢٠ يوم
للتأكيد، يتم الاحتفاظ ببعض المكعبات وتكسيرها عند
يوم لتأكيد صحة علاقة الارتباط بشكل دوري
النتيجة النهائية

باستخدام هذه الطريقة الم الهندس قدر يستخدم خلطة
خرسانية اقتصادية أكثر لأنّه محتاجة تحقق ٣٢ ميجا بس في ٢٨
يوم مش ٤٠، وفي نفس الوقت ضمن إن المقاومة النهائية
الي هيتحمل عليها المنشأ تكون محققة بالكامل. هو
استفاد من الوقت كعنصر من عناصر التصميم، ووفر فلوس
وحسن من خواص الخرسانة

Many times in the early stages of a job, it is necessary to estimate the strength of concrete being produced before 28-day strength results are available. Concrete cylinders should be made and tested from the same batch at 7 days and, in some instances, even at 3 days. Testing at early ages using accelerated test procedures, such as found in ASTM C684, can also be adopted. The 28-day strength can be estimated on the basis of a previously established correlation for the specific mixture using the method described in ASTM C918/C918M. These early tests provide an indication only of acceptable performance. Tests used for acceptance purposes conducted at 28 days are usually the contractual standard. Field or jobcured specimens (ASTM C31) are sometimes recommended or required in applications such as fast-track construction or post-tensioning, to assure that acceptable in-place strength has been attained, particularly at early ages, so that the member can be safely loaded or stressed as soon as possible. Tests of job-cured specimens can be used to determine the time of form removal, particularly in cold weather, and when establishing the strength of steam-cured concrete or concrete pipe and block. Field-cured cylinders are also acceptable as a way to evaluate curing done by the contractor. Field cured cylinders should not be confused with standard cured cylinders, which are placed under highly controlled conditions within 2days, and tests of which are used for acceptance purposes.

الترجمة تكميلة الفقرة ٦.٤
في كثير من الأحيان في المراحل الأولى من العمل، يكون من
الضروري تقدير مقاومة الخرسانة التي يتم إنتاجها قبل توفر
نتائج مقاومة الـ ٢٨ يوماً. يجب عمل اختبار أسطوانات

خرسانية من نفس الخلطة عند ٧ أيام، وفي بعض الحالات،
حتى عند ٣ أيام. يمكن أيضاً اعتماد الاختبار في الأعمار
المبكرة باستخدام إجراءات الاختبار المعجل، كما هو موجود
في ASTM C684. يمكن تقدير مقاومة الـ ٢٨ يوماً على أساس
علاقة ارتباط تم إنشاؤها مسبقاً للخلطة المحددة باستخدام
الطريقة الموضحة في ASTM C918/C918M. توفر هذه
الاختبارات المبكرة مؤشراً فقط على الأداء المقبول.
الاختبارات المستخدمة لأغراض القبول والتي يتم إجراؤها عند
٢٨ يوماً هي عادةً المعيار التعاقدى. يوصى أحياناً بالعينات
المعالجة في الموضع ASTM C31 أو تكون مطلوبة في تطبيقات
مثل الإنشاءات سريعة التنفيذ أو الخرسانة سابقة الإجهاد،
لضمان تحقيق مقاومة كافية في الموضع، خاصة في الأعمار
المبكرة، بحيث يمكن تحميل العنصر أو إجهاده بأمان في
أقرب وقت ممكن. يمكن استخدام اختبارات العينات المعالجة
في الموضع لتحديد وقت فك الشدات، خاصة في الطقس
البارد، وعند تحديد مقاومة الخرسانة المعالجة بالبخار أو
أنبيب وقتل الخرسانة. تعتبر الأسطوانات المعالجة في
الموضع مقبولة أيضاً كوسيلة لتقدير المعالجة التي يقوم بها
المقاول. لا ينافي الخلط بين الأسطوانات المعالجة في
الموضع والأسطوانات المعالجة قياسياً، والتي توضع في
ظروف شديدة التحكم في غضون يومين، وتستخدم اختباراتها
لأغراض القبول.

٦.٤ الشرح للتوكمة الفقرة
هذه الفقرة بتناقش سيناريوهين عمليين جداً:
أ-أنا قلقان من خرسانة النهاردة وعايز أطمئن بسرعة، مش
عايز أستنى ٢٨ يوم

ب-أنا عايز أعرف إمّت أقدر أفك الشدة أو أشد الكابلات بأمان
السيناريو الأول: التنبؤ بمقاومة ٢٨ يوم عشان نطمئن بدرى
المشكلة: في بداية أي مشروع، بتكون لسه مش واثق ١٠٠%
في أداء محطة الخلط. لو صبيت النهاردة، هتفضل قلقان
لمدة ٢٨ يوم لحد ما تطلع النتيجة.
الحل: نعمل نفس فكرة علاقه الارتباط اللي فاتت، بس
بالعكس

أ-قبل المشروع، نعمل خلطات تجريبية ونكسر الأسطوانات
عند ٣ و ٧ و ٢٨ يوم
ب-نستنتج العلاقة ونطلع بمعادلة زي: مقاومة ٢٨ يوم $\approx 1.5 \times$
مقاومة ٧ أيام
ج-أثناء المشروع، نكسر الأسطوانات إضافية عند ٧ أيام. لو
النتيجة طلعت كويسيّة، بنطمئن بنسبة كبيرة إن نتائج الـ ٢٨
يوم هتبقى كويسيّة

تبّيه مهم جداً: نتائج الـ ٧ أيام مجرد مؤشر عشان تطمئنك،
لكنّها ليست نتائج قبول رسمية. القبول الرسمي في العقد
دائماً على نتائج الـ ٢٨ يوم إلا لو تم الاتفاق على غير ذلك

المعلم

عينة (ب): ٣ اسطوانات للمعالجة في الموضع

هيسيبهم جنب السقف اللي اتصب

السيناريو الأول: حل مشكلة القلق استخدام نتائج ٧ أيام

كمؤشر

قبل المشروع: المهندس طلب من المحطة تعمل علاقة

ارتباط بين مقاومة ٧ أيام و٢٨ يوم لخرسانة الأعمدة ٥٠ ميجا.

المعلم لقى إن مقاومة ٢٨ يوم $\approx 1,4 \times$ مقاومة ٧ أيام

يوم صب أعمدة الدور الخامس:

المعلم أخذ العينة (أ) ووداها المختبر

بعد ٧ أيام: كسر ٣ اسطوانات من العينة (أ). النتيجة

طلعت ٣٨ ميجا باسكال

حسبة التنبؤ: المهندس بيحسب مقاومة المتوقعة عند ٢٨

يوم: $38 = 1,4 \times 53,5$ ميجا باسكال

القرار المبدئي للطمانينة فقط: بما أن النتيجة المتوقعة ٥٣,٥

أعلى من المطلوبة ٥٠، المهندس بيكميل شغل في الدور

السادس وهو مطمئن بنسبة كبيرة إن خرسانة الأعمدة

سليمة

بعد ٢٨ يوم: المعلم بيكسر ال ٣ اسطوانات الباقيين من

العينة (أ). النتيجة الفعلية طلعت ٤٤ ميجا باسكال

القرار الرسمي: الخرسانة مقبولة رسمياً حسب العقد. نتائج

ال ٧ أيام كانت مؤشر ممتاز وصحيح

السيناريو الثاني: حل مشكلة فك الشدة استخدام العينات

المعالجة في الموضع

يوم صب سقف الدور الخامس:

المعلم أخذ العينة (ب) وحط اسطوانات بتاعتها على

السقف اللي لسه مصبوب وغطتها بنفس الخليش المبلول

اللي بيعالجوا بيه السقف

بعد ٤ أيام: الجو كان برد شوية و المهندس شك إن الخرسانة

لسه موصلتش للمقاومة المطلوبة

القرار: طلب من المعلم يكسر اسطوانة واحد من العينة

(ب). النتيجة طلعت ٤٨ ميجا باسكال

النتيجة: لسه بدرى. ال ٤٨ أقل من ال ٥٠ المطلوبة. الشدة مش

هتفتك

بعد ٦ أيام: الجو دفي شوية

القرار: طلب من المعلم يكسر اسطوانة الثاني من العينة

(ب). النتيجة طلعت ٤٧,٥ ميجا باسكال

النتيجة النهائية: بما أن ٤٧,٥ أكبر من ٤٥ المطلوبة، المهندس

يقدر يأخذ قرار فك الشدة الخشبية للسقف بأمان ويفيد يجهز

للدور اللي بعده

الز-tone النهائية من السيناريو:

المهندس استخدم نوعين مختلفين من اسطوانات من

نفس الصبة عشان يحل مشكلتين مختلفتين:

الاسطوانات القياسية Standard Cured: استخدمها عشان

السيناريو الثاني: استخدام العينات المعالجة في الموضع

Field-Cured

هنا بنتكلم عن نوع ثاني خالص من الاسطوانات و دي اسطوانات بنادها من نفس عربية الخرسانة بس بدل ما نوديها المعلم تتحط في فيه بنخلها في الموضع جنب العمود أو السقف اللي اتصب

الهدف: الاسطوانات دي بتتعرض لنفس ظروف الحرارة والرطوبة اللي بيترصلها العنصر الإنسائي الفعلي. إذن مقاومتها بتعكس المقاومة الحقيقية في الموضع مش المقاومة الكامنة المثلالية"

ليه بنعمل كده؟ تطبيقات عملية جداً

ا-فك الشدات عشان تعرف إمكى تقدر تفك الشدة الخشبية بأمان، خصوصاً في الشتا

٢-المشاريع سريعة التنفيذ Fast-Track عشان تعرف إمكى

تقدر تبدأ تحميل العنصر أو تبني الدور اللي فوقية

٣-الخرسانة سابقة الإجهاد Post-Tensioning عشان تعرف إمكى الخرسانة وصلت لمقاومة كافية تقدر تستحمل قوة شد الكابلات بدون ما تتكسر

٤-تقييم جودة معالجة المقاول لو نتائج الاسطوانات المعالجة في الموضع طلعت وحشة جداً ونتائج الاسطوانات المعالجة قياسياً طلعت حلوة ده دليل إن الخلطة كويستة لكن المقاول أهل المعالجة في الموضع

التحذير الأخير والأهم:

الاسطوانات المعالجة قياسياً Standard Cured هدفها قبول الخلطة والحكم على جودة المنتج بتاع محطة الخلط الاسطوانات المعالجة في الموضع Field Cured هدفها اتخاذ قرارات تشغيلية في الموضع زي فك الشدة وتقديم جودة التنفيذ

دي بتقيس حاجة ودي بتقيس حاجة تانية خالص، ونتائجهم لازم تتكتب في تقارير منفصلة

سيناريو عالي: مشروع برج إداري سريع التنفيذ Fast-Track مهندس مقاول شاطر بيبني برج إداري مكون من ٢٠ دور. جدول المشروع مضغوط جداً، Fast-Track، والمطلوب صب سقف كل ١٠ أيام. الأعمدة مصممة على مقاومة $50' = 50$ ميجا باسكال، والأسقف على $35' = 35$ ميجا باسكال.

المهندس ده عنده مشكلتين عمليتين:

ا-مشكلة القلق: هو بيستخدم محطة خلط جديدة لأول مرة، ومش عايز يستنى ٢٨ يوم عشان يكتشف إن خرسانة الأعمدة اللي هي أهم حاجة فيها مشكلة، ويكون ساعتها بنى فوقيتها ٣ أدوار

٢-مشكلة فك الشدة: عشان يلحق يصب السقف كل ١٠ أيام، لازم يفك الشدة الخشبية بتاعة السقف اللي تحته بسرعة.

الاستشاري قاله: ممنوع تفك الشدة إلا لها خرسانة السقف توصل لمقاومة ٥٠ ميجا باسكال على الأقل

الحل: تطبيق الفقرة ٦,٤ بالكامل

المهندس قرر ياخد من كل صبة نوعين من العينات:

عينة (أ): ٦ مكعبات للمعالجة القياسية Standard Cured في

الشرح للفقرة ٦,٥

هذه الفقرة بتقدم لنا أداة بصرية قوية جداً اسمها لوحات التحكم في الجودة. الفكرة ببساطة هي تحويل جداول الأرقام المعملة إلى رسم بياني سهل الفهم، يخليك تلقط المشكلة بالعين قبل ما تكبر.

١-ما هي لوحات التحكم في الجودة؟

هي أداة مستهارة من المصنوعات الكبيرة زي مصانع السيارات.
المصنوع بيبرسم كل يوم أبعاد المنتج اللي بيطلعه على رسم
بياني و لو لق إن المقاسات بدأت تتجه ناحية الحد الأعلى
المسموح به بيفهم إن فيه حاجة غلط في المكنته ومحتجة
تنظيف حتى لو المنتج لسه مطابق للمواصفات.

الهدف: ميش بيس نعرف الناجح من الفاشل الهدف الأهم هو اكتشاف الاتجاهات بدري.

٢-إزاي بتشتغل في الخرسانة؟

بدل ما نبص على كل نتيجة اختبار لوحدتها، بنرسم كل النتائج بالترتيب على رسم بياني.

بنرسم على الرسم ده خطوط مهمة:
خط المقاومة المتوسطة المستهدفة f_{cr} : ده الخط اللي
المفروض النتائج تلف حواليه
خط المقاومة التصميمية f_c : ده خط مهم عشان نشوف كام
نتيجة نزلت تحته

خطوط التحكم Control Limits: هي خطوط إنذار. لو النتيجة عدت الخط ده يبقى فيه إنذار ولازم نتدخل. غالباً تكون هي

نفسمها حدود القبول بتاعة المشروع زي 3.5 - ميجا fc'

٣-إيه فايدتها؟ اكتشاف الاتجاهات

الرسم البياني بيخليلك تشووف حاجات مستحيل تشووفها في جدول أرقام:

الاتجاه الهابط Downward Trend: لو لقيت آخره أو نتائجه كلهم تحت خط المتوسط وعماليين ينزلوا، ده معناه إن فيه

مشكلة بدأت تظهر، حتى لو كل النتائج دي لسه ناجحة. ده إنذار مبكر يخليك تتحرك قبل ما تحصل كارثة وتحبّي نتيجة

زيادة التشتت Increased Variability: لو لقيت النتائج فجأة

بدأت سطح فوق وتحت سفل عييف بعد ما كانت مستقرة، ده معناه إن التحكم في المحطة قل، ولازم تعرف

٤-لوحات التحكم المبسطة للخرسانة **شكل ٦.١**

النحوذم دو هيدم ۲ رسومات ف، رسماة واحدة عيشان نقدا للخرسانة

نقيم كل حاجة في نفس الوقت، غالباً رسمة للمقاومة،
والمتوسط المتحرّك، والانحراف المعياري

الفقرة بتوصي بشدة باستخدام اللوحات دي في المشاريع
الكبيرة اللي فيها صب مستمر لفترة طويلة

الزنونة النهائية

11

٧ أيام عشان يطمّن ويتنبأ بالنتيجة النهائية

٢- الاسطوانات المعالجة في الموقع: Field Cured
عشان يعرف المقاومة الفعلية للعنصر الإنسائي في الموقع،
وبناءً عليها ياخذ قرار تشغيلي فك الشدة بأمان وسرعة
هذا هو بالضبط ما تشرحه الفقرة: كل نوع اختبار له هدف، ولا
يحب الخلط بينهما

6.5—Quality-control charts

Many manufacturing industries use quality-control charts to reduce variability, increase production efficiency, and identify trends as early as practicable. Well-established methods for setting up charts similar to those about to be presented are outlined in **ASTM MNL 7A**. Trends become more apparent based on the pattern of previous results and limits established from **ASTM MNL 7A**. Data falling outside established limits indicate something has affected the control of the process, and action or interference with the existing process variables to bring it back under control is often required. These actions or process interference limit values are generally established using methods like those used by this guide, based on contract specifications or other values at which action should be taken. Frequently, action or interference limits are equal to the acceptance criteria specified for a particular project.

Figure 6.1 presents three simplified charts prepared specifically for concrete control. These charts are combined into one diagram so they can be evaluated simultaneously. These charts may not contain all the features of formal control charts, but they can be useful to the concrete engineer, architect, contractor, and supplier. Control charts of this type are strongly recommended for concrete in continuous production over considerable periods.

٦- لوحات التحكم في الجودة

تستخدم العديد من الصناعات التحويلية لوحات التحكم في الجودة لتقليل التشتيت، وزيادة كفاءة الإنتاج، وتحديد الاتجاهات في أقرب وقت ممكن عملياً. تم توضيح الطرق الرئيسية لإعداد لوحات مشابهة لتلك التي سيتم تقديمها في دليل **ASTM MNL 7A**. تصبح الاتجاهات أكثر وضوحاً بناءً على نمط النتائج السابقة والحدود الموضوعة من **ASTM MNL 7A**.

تشير البيانات التي تقع خارج الحدود الموضوعة إلى أن شيئاً ما قد أثر على التحكم في العملية، وغالباً ما يكون من الضروري اتخاذ إجراء أو التدخل في متغيرات العملية الحالية لإعادتها تحت السيطرة. يتم تحديد قيم حدود الإجراء أو التدخل هذه بشكل عام باستخدام طرق مثل تلك المستخدمة في هذا الدليل، بناءً على مواصفات العقد أو القيم الأخرى التي يجب اتخاذ إجراء عندها. في كثير من الأحيان، تكون حدود الإجراء أو التدخل متساوية لمعايير القبول المحددة لمشروع معين. يقدم **الشكل 6** ثلاث لوحات مبسطة تم إعدادها خصيصاً للتحكم في الخرسانة. تم دمج هذه اللوحات في رسم بياني واحد بحيث يمكن تقييمها في وقت واحد. قد لا تحتوي هذه اللوحات على جميع ميزات لوحات التحكم الرسمية، ولكنها يمكن أن تكون مفيدة لمهندس الخرسانة والمهندس المعماري والمقاول والمورد. يوصى بشدة باستخدام لوحات التحكم من هذا النوع للخرسانة في الانتاج المستمر على مدى

نفس العينة (Within-Test Variation). لو لقيت الفرق ده كبير، ممكن يكون فيه مشكلة في طريقة عمل المكعبات أو في جهاز التكسير نفسه

٢-إيه عيوبها؟ (القيود)

صعوبة اكتشاف الاتجاهات: لأن النتائج بطبيعتها متشتتة وبتتقطط فوق وتحت، ببقي صعب جداً بعينك المجردة تلاحظ لو فيه "اتجاه هابط" بطيء. النقط بتبقى كتير وتتلخص في درجة إنك مش بتشف الصورة الكبيرة

صعوبة اكتشاف التحولات: لو متوسط المقاومة نزل فجأة، ممكن متلاحظيش ده بسهولة وسط كل "الدوشة" بتاعة النقط

الز-tone النهائية:

لوحة المقاومة البسيطة هي "الأساس". هي زي ما تكون بتفرش كل كروت اللعب على الترابية عشان تشفوها كلها. هي خطوة أولى ضرورية ومفيدة عشان تشف كل البيانات، لكنها مش كافية لوحدها. عشان نفهم القصة الحقيقية، هنحتاج الرسومات الثانية زي المتوسط المتحرك اللي "بتتنصف" الدوشة دي وتوりينا الاتجاهات بوضوح.

6.5.2 Moving average strength—Chart (b) in Fig. 6.1 shows the moving average of consecutive tests. This type of chart reduces noise and scatter in the individual test chart. Performance trends are easily identified, and the influence of effects, such as seasonal changes and changes in materials, are shown more effectively. The chart often includes the specified strength when the moving average of three tests is plotted. The more tests used to compute the average, the more powerful the chart is for identifying trends. There is an obvious trade-off with timeliness, however. A trend should be identified as soon as possible so that appropriate corrective actions can be taken. Because the moving average of three consecutive strength tests is one of the compliance criteria of ACI 318, this parameter is frequently tracked on a control chart. Because tracking the moving average of three tests may not provide sufficient analytical power, the moving average of five consecutive strength tests is frequently used. The number of tests averaged for this control chart and the appropriate interference limit can be varied to suit each job. A concrete supplier with a large number of tests for a particular mixture can elect to track the moving average of 10 or 15 tests. A target value can be established based on f_{cr}' . Whereas requiring large amounts of data, any trends detected with this approach will be strong and shifts in average strength can be easily detected. The averages of 10 and 15 tests can also be used in mixture submittal documentation.

6.5.3 مقاومة المتوسط المتحرك – اللوحة (ب) في الشكل ٦,١
تُظهر المتوسط المتحرك للختارات المتتالية. هذا النوع من اللوحات يقلل من "الضوضاء" والتشتت الموجود في لوحة الاختبارات الفردية. يمكن تحديد اتجاهات الأداء بسهولة،

لوحات التحكم في الجودة هي زي شاشة مراقبة نبضات القلب للمشروع. هي مش بش بتقولك المريض "عايش" ولا "ميت"، هي بتوريك لو نبضه بدأ يضعف أو يتلخص عشان تلخصه قبل ما يموت. هي أداة استباقية Proactive بتخليلك تكتشف المشاكل وهي لسه صغيرة، بدل ما تكون مجرد أداة رد فعل Reactive بتكتشف الكوارث بعد ما تحصل.

6.5.1 Simple strength chart—Chart (a) in Fig. 6.1, which shows the results of all individual strength tests plotted in succession based on casting date, shows the variation between a pair of cylinders made from the same concrete sample. The required average strength in Fig. 6.1 was established using Eq. (5-1b), though it could have been established by Eq. (5-1a) or Table 5.2. The chart often also includes the specified strength. This chart is useful because it shows all the available data, but it is limited at identifying trends and shifts in data.

٦,١- لوحة المقاومة البسيطة - اللوحة (أ) في الشكل ٦,١
والتي تظهر نتائج جميع اختبارات المقاومة الفردية مرسومة بالتابع بناءً على تاريخ الصب، تظهر التباين بين زوج من الأسطوانات المصنوعة من نفس عينة الخرسانة. تم تحديد المقاومة المتوسطة المطلوبة في الشكل ٦,١ باستخدام المعادلة (٥-١a)، على الرغم من أنه كان من الممكن تحديدها بالمعادلة (٥-١a) أو الجدول ٥,٢ أو الجدول ٥,٣ غالباً ما تتضمن اللوحة أيضاً المقاومة المحددة f_{cr} . هذه اللوحة مفيدة لأنها تعرض جميع البيانات المتاحة، لكنها محدودة في تحديد الاتجاهات والتحولات في البيانات.

٦,١- الشرح للفقرة

هذه الفقرة بتشرح أول وأبسط رسم بياني في لوحة التحكم وهو لوحة المقاومة البسيطة وتخيلها كأنها السجل الخام لكل نتائج الاختبارات.

١-إيه اللي بيترسم في اللوحة دي؟

المحور الأفقي: الوقت (تاريخ الصب)

المحور الرأسي: قيمة مقاومة الضغط

النقطاط: كل نقطة على الرسم تمثل نتيجة اختبار واحد. يعني لو النهاردة عملت ٣ اختبارات (٣ عينات)، هتحط ٣ نقط على الرسم عند تاريخ النهاردة

الخطوط الأفقيه المهمة:

خط المقاومة المتوسطة المطلوبة f_{cr}' : ده خط الوسط اللي

المفترض النتائج تتوزع حوليه

خط المقاومة التصميمية f_{cr} : ده الخط اللي بنحكم بيه على النجاح والفشل المبدئي

٢-إيه فايدتها؟ (المميزات)

عرض كل البيانات: هي الرسعة الوحيدة اللي بتوريك كل نتيجة لوحدها. مفيش أي تلاعب أو متوسطات. بتوريك "الحقيقة الخام" كما هي

إظهار التشتت داخل العينة: لو كل اختبار عبارة عن تكسير مكعبين، ممكن ترسم النتيجتين دول كنقطتين فوق بعض أو قريبين من بعض. ده بيوريك الفرق بين المكعبات اللي من

ويظهر تأثير عوامل مثل التغيرات الموسمية والتغيرات في المواد بشكل أكثر فعالية. غالباً ما تتضمن اللوحة المقاومة المحددة f_c عند رسم المتوسط المتحرك لثلاثة اختبارات. كلما زاد عدد الاختبارات المستخدمة لحساب المتوسط، زادت قوة اللوحة في تحديد الاتجاهات. ومع ذلك، هناك مقاييس واضحة مع التوقيت المناسب. يجب تحديد الاتجاه في أقرب وقت ممكن حتى يمكن اتخاذ الإجراءات التصحيحية المناسبة. نظراً لأن المتوسط المتحرك لثلاثة اختبارات مقاومة متتالية هو أحد معايير المطابقة في ACI 318، فإنه يتم تبع هذا المؤشر بشكل متكرر على لوحة التحكم. ولأن تتابع المتوسط المتحرك لثلاثة اختبارات قد لا يوفر قوة تحليلية كافية، فإنه يتم استخدام المتوسط المتحرك لخمسة اختبارات مقاومة متتالية بشكل متكرر. يمكن تغيير عدد الاختبارات التي يتم حساب متوسطها في لوحة التحكم هذه وحد التدخل المناسب لبيانات دا، عما ..

يمكن لمورد الخرسانة الذي لديه عدد كبير من الاختبارات لخلطة معينة أن يختار تتبع المتوسط المتحرك لـ ١٠ أو ١٥ اختباراً. يمكن تحديد قيمة مستهدفة بناءً على f_{cr} . على الرغم من أن هذا النهج يتطلب كميات كبيرة من البيانات، فإن أي اتجاهات يتم اكتشافها ستكون قوية ويمكن اكتشاف التحولات في متوسط المقاومة بسهولة. يمكن أيضًا استخدام متوسطات ١٠ و ١٥ اختباراً في مستندات تقديم الخلطات.

الشرح للفقرة ٦,٥,٢
هذه الفقرة بتشرح الأداة السحرية اللي "بتتنضف" الرسم
البياني وتخلينا نشوف الصورة الكبيرة بوضوح. لوحة
المتوسط المتحرك هي "فلتر" بي Shirley الدوشة والتنطيط بتاع
النتائج الفردية.

إيه هو المتوسط المتحرك؟
الفكرة بسيطة جداً و بدل ما ترسم كل نتائجها، بترسم
متوسط آخر // نتائج.
مثال (متوسط متحرك له 3 اختبارات):

- عند الاختبار رقم ٣ بترسم نقطة هي متوسط (الاختبار + ٣ + ٢ + ١)
- عند الاختبار رقم ٤ بترسم نقطة هي متوسط (الاختبار + ٣ + ٢ + ٤)
- عند الاختبار رقم ٥ بترسم نقطة هي متوسط (الاختبار + ٣ + ٤ + ٥) وهكذا...

النتيجة: بتحصل على خط أنعم بكثير من خط النتائج الفردية
إله فايدتها الحسارة؟

تقليل الضوضاء (Noise Reduction): بتلفي التأثير العشوائي للنتائج الفردية العالية والمنخفضة وبتوريك المستوى الحقيقي للخرسانة

بوضوح شديد في خط المتوسط المتحرك وهو نازل تحت حتى
لو النتائج الفردية عمالة تتنطط
إظهار التأثيرات البطئية: بتخليلك تشوّف تأثير حاجات زي تغيير
الجو (الخرسانة في الصيف غير الشتا) أو تغيير مصدر الرمل أو
الأسمدة
كام اختبار نستخدمه في المتوسط؟ المقايسة بين القوة
والسرعة

- ٣ اختبارات: متوسط ميزة: سريع جداً في اكتشاف التغيرات عيبه: لسه فيه شوية دوشة ومش ناعم كفاية استخدامه: مهم جداً لأن الكود ACI 318 بيستخدمه كشرط أساسي للقبول متوسط أي ٣ اختبارات لازم يكون أكبر من fc متوسط ٥ اختبارات: ميزة: "نعم" من متوسط الـ ٣، وقوى جداً في اكتشاف الاتجاهات استخدامه: شائع جداً في الممارسة العملية للتحكم في الجودة

متوسط ١٠ أو ما اخبار:
ميزة: "ناعم جداً" زي الحرير، أي اتجاه بيظهره بيكون اتجاه حقيقي ومؤكد ١٠٠٪
عيبه: بطيء جداً. مش هتكتشف الاتجاه إلا بعد ما يكون حصل من فترة
استخدامه: ممتاز لمحطات الخلط عشان تقييم أدائها على المدى الطويل، أو عشان تقدمه في مستندات المشاريع الجديدة كدليل على استقرار جودتها

الزتونة النهائية:
لوحة المتوسط المتحرك هي "الرادار" بتعاونك.

متوسط الـ ٣: هو الرادار قصير المدى اللي بيحميك من الاصطدام المباشر (شرط الكود)

متوسط الـ ٥: هو الرادار متوسط المدى اللي بيخليلك تشفوف المشاكل وهي جاية من بعيد وتسعدلها

متوسط الـ ١٠: هو القمر الصناعي اللي بيوريك خريطة الأداء الكاملة على المدى الطويل

في أي مشروع على الأقل لازم ترسم لوحة متوسط الـ ٣ اختبارات عشان تتأكد من تحقيق شرط الكود. ولو عايز تكون محترف، ارسم جنبها لوحة متوسط الـ ٥ عشان تصطاد المشاكل بدرى.

6.5.3 Testing variability

٣,٥ اختبار التفاوت

6.5.3.1 Purpose—Chart (c) in Fig. 6.1 shows the moving average of the range with the maximum difference between companion cylinders comprising a single strength test, which is used to monitor the repeatability of testing. The laboratory is responsible for accurate testing; the contractor may be penalized if tests show

greater variations or lower average strength levels than actually exist. Because the range in strength between companion specimens from the same sample is the responsibility of the laboratory, the laboratory may maintain a control chart for the ranges as a check on the uniformity of its operations. These changes will not reveal day-to-day differences in testing, curing, capping, and testing procedures. The average range of the previous 10 consecutive tests (sets of companion cylinders as discussed in 4.3.1) is typically plotted. Interference limits for this control chart are based on average strength and desired level of control.

الترجمة:

6.5.3.1 الغرض_ اللوحة (ج) في **الشكل 6.1** تظهر المتوسط المتحرك للمدى (الفرق الأقصى بين الأسطوانات الشقيقة التي تشكل اختبار مقاومة واحد)، والذي يستخدم لمراقبة قابلية تكرار الاختبار. المختبر هو المسؤول عن دقة الاختبار؛ وقد يتم معاقبة المقاول إذا أظهرت الاختبارات تباينات أكبر أو مستويات مقاومة متعددة أقل مما هي عليه في الواقع. ونظرًا لأن مدى المقاومة بين العينات الشقيقة من نفس الدفعه هو مسؤولية المختبر، فقد يحتفظ المختبر بلوحة تحكم للمدى كأداة للتحقق من انتظام عملياته. هذه التغييرات لن تكشف عن الفروق اليومية في إجراءات الاختبار والمعالجة والتغطية والاختبار. عادةً ما يتم رسم متوسط مدى الاختبارات العشرة المتالية السابقة (مجموعات من الأسطوانات الشقيقة كما نوقش في **4.3.1**) تستند حدود التدخل لهذه اللوحة إلى متوسط المقاومة ومستوى التحكم المطلوب.

هي بترسم "المتوسط المتحرك لآخر 10 قيم للمدى". ده بيدينا خط ناعم نقدر نراقب بيه أداء المعمل على المدى الطويل. لو الخط ده بدأ يطلع لفوق، يبقى فيه مشكلة في دقة المعمل.

4. نقطة ضعف اللوحة:

الفقرة بتتبهنا لنقطة ذكية: اللوحة دي بتوريك "الاتجاه العام" لدقة المعمل، لكنها مش بت�能 بتصطاد الأخطاء اليومية الفردية. يعني إيه؟ يعني لو فني معين في يوم واحد بس عمل المكعبات غلط، الخط بتاع المتوسط المتحرك معنن ميتحركش بشكل ملحوظ. لكن لو المشكلة دي استمرت (مثلاً جهاز التكسير بدأ يبؤظ)، الخط هيبدأ يطلع لفوق بشكل واضح.

الز-tone النهائية: لوحة التحكم (ج) هي مراقب الجودة بتاع مراقب الجودة و هي بتتأكد إن المسطرة اللي بنقيس بيها الاختبار هي نفسها مسطرة دقيقة ومستقيمة و هي أداة لفصل المسؤوليات والتأكد من أن أي مشاكل في النتائج سببها الخرسانة نفسها وليس أخطاء في عملية الاختبار.

الشرح للفقرة 6.5.3.1:

هذه الفقرة بتجاوب على سؤال ليه بنعمل لوحة التحكم (ج) أصلًا؟ هي بتحدد الهدف والمسؤوليات.

-الهدف الأساسي: مراقبة دقة التكرار (Repeatability) اللوحة (ج) مش بتقيس قوة الخرسانة دي بتقيس مدى اتساق شغل المعمل

يعني إيه؟ يعني لو المعمل كسر مكعبين من نفس العينة بالضبط، هل النتائج بتطلع قريبة من بعض كل مرة؟ ولا مرة تطلع قريبة ومرة تطلع بعيدة؟

اللوحة دي بتراقب "المدى Range" وهو الفرق بين أعلى وأقل نتيجة في الأسطوانات الشقيقة و كل ما المدى ده كان صغير ومستقر كل ما كان شغل المعمل دقيق ومتسلق.

-تحديد المسؤوليات نقطة في غاية الأهمية : جودة الخرسانة: مسؤولية محطة الخلط.

دقة الاختبار: مسؤولية المختبر. ليه الفصل ده مهم؟ لأن لو المعمل شغله مش دقيق المدى كبير ممكن يطلع نتائج وحشة لخرسانة هي في الحقيقة كويسة. في الحالة دي، المقاول هيتوظلم وهيدفع غرامات بسبب خطأ مش خطأ، خطأ المعمل.

لذلك، لوحة التحكم (ج) هي أداة لحماية المقاول من أخطاء المعمل، وهي أداة للمعمل نفسه عشان يراقب جودة شغله.

3-إيه اللي بيترسم في اللوحة دي؟ اللوحة مش بترسم المدى بتاع كل عينة لوحدها، لأن ده هي عمل "دوشة" كتير.

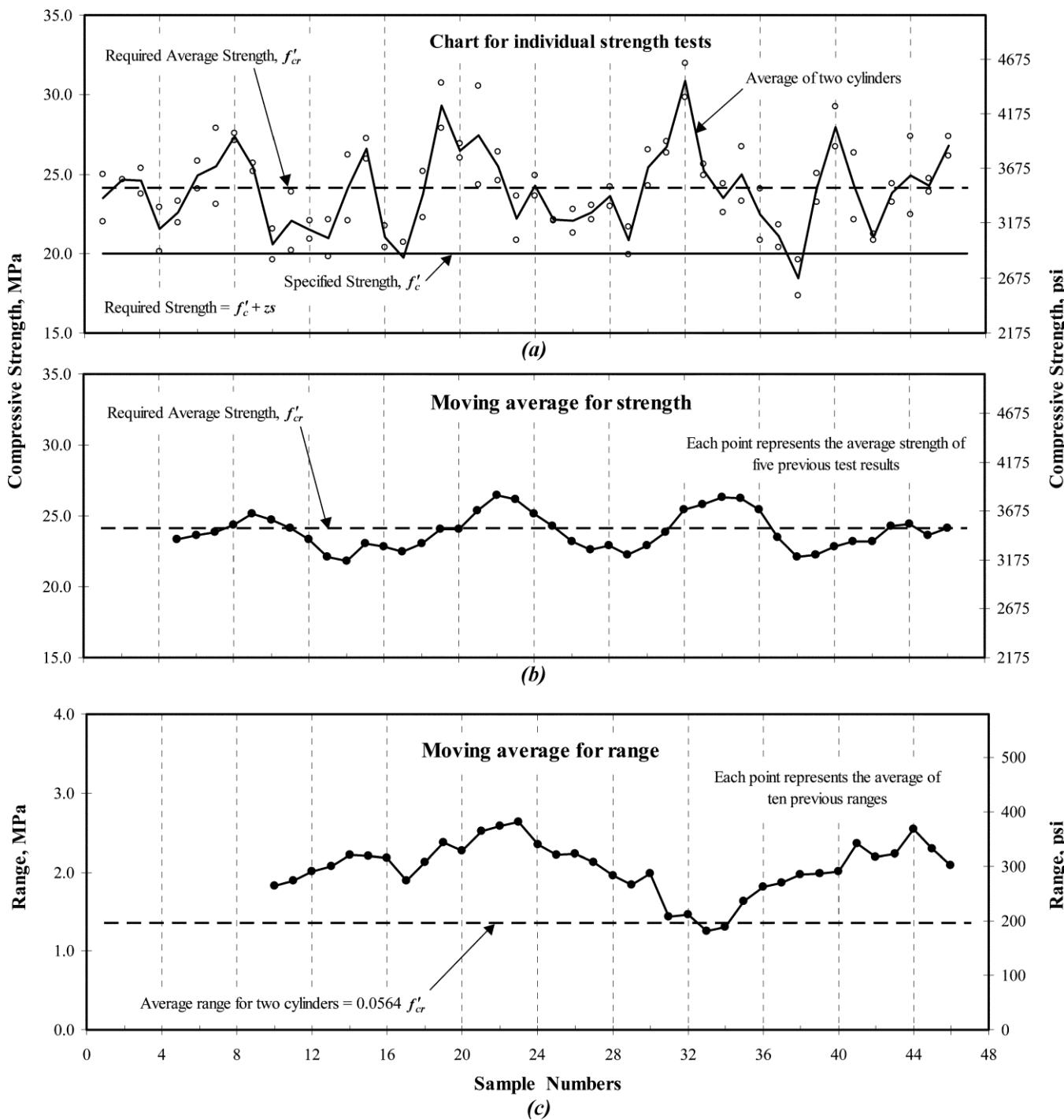


Fig. 6.1—Three simplified quality control charts: (a) individual strength tests, (b) moving average of five strength tests, and (c) range of two cylinders in each test and moving average for range.

الشكل 6.1-ثلاثة مخططات مبسطة لمراقبة الجودة: (أ) اختبارات القوة الفردية، (ب) المتوسط المتحرك لخمس اختبارات قوة، (ج) نطاق أسطوانتين في كل اختبار والمتوسط المتحرك للنطاق.

شكل ٦.١ - ثلاث لوحات تحكم مبسطة

الشكل ده هو التطبيق العملي لكل اللي فات. هو بيجمع ٣ رسومات بيانية فوق بعض عشان يديلك صورة كاملة عن جودة الخرسانة من كل الزوايا.

اللوحة (أ): لوحة اختبارات المقاومة الفردية (Chart for individual strength tests)

دي لوحة "الحقيقة الخام" أو "السجل اليومي".

إيه اللي بنشوفه؟

الخط المتصل المترعرج: ده بيمثل متوسط مقاومة كل اختبار (متوسط اسطوانتين أو الثلاثة اللي اتكسروا في نفس اليوم لنفس العينة)

الدواير الصغيرة (٥): دي بتعتل مقاومة كل اسطوانة على حدة و المسافة بين الدايرة والخط المتصل بتوريك الفرق بين المكعبات اللي من نفس العينة (ده اللي بنسميه Range أو المدى)

الخط المقطعي العلوي (Required Average Strength, f_{cr}): دي المقاومة المتوسطة اللي طلبناها من محطة الخلط (مثلاً ٣٧ ميجا في مثالنا). المفروض الخط المترعرج "يلف" حوالي الخط ده

الخط المقطعي السفلي (Specified Strength, fc): دي المقاومة التصميمية المطلوبة في العقد (مثلاً ٣٢ ميجا في مثالنا). ده خط النجاح والرسوب المبدئي

إيه اللي بنفهمه منها؟

بنظرة سريعة، بنشوف كام نقطة نزلت تحت خط f_{cr}

بنشوف "الدوشة" والتشتت الطبيعي في النتائج و لاحظ قد إيه الخط طالع نازل بعنف. ده بيثبت إن من الصعب جداً اكتشاف "اتجاه" من الرسمة دي لوحدها

عند العينة رقم ٣٢ تقريباً بنشوف إن الخط نزل جامد وقرب من خط الفشل. دي نقطة تثير القلق

اللوحة (ب): لوحة المتوسط المتحرك للمقاومة (Moving average for strength)

دي لوحة "فلتر الضوضاء" أو "كاشف الاتجاهات".

إيه اللي بنشوفه؟

الخط المتصل: كل نقطة على الخط ده هي متوسط مقاومة آخر ٥ اختبارات

الخط المقطعي (Required Average Strength, f_{cr}): ده نفس خط المتوسط المستهدف

إيه اللي بنفهمه منها؟

النعومة: لاحظ قد إيه الخط ده "أنعم" وأهدى من الخط اللي فوقه. ده لأننا لغينا "التنظيم" العشوائي للنتائج الفردية اكتشاف الاتجاهات: بضم على المنطقة من العينة ٤٤ إلى ٣٣. في الرسمة (أ) كان صعب تلاحظ الاتجاه، لكن هنا في الرسمة (ب) واضح جداً إن فيه اتجاه هابط مستمر. الخط عمال ينزل وينزل و ده إنذار قوي جداً إن فيه مشكلة بدأت تحصل في الإنتاج ولازم يتم التحقيق فيها فوراً التعافي: بعد العينة ٣٣ بنشوف إن الخط بدأ يطلع تاني وده معناه إن الإجراء التصحيحي اللي اتعمل نجح والخرسانة رجعت لمستواها الطبيعي

اللوحة (ج): لوحة المتوسط المتحرك للمدى (Moving average for range)

دي لوحة مراقبة دقة التنفيذ أو كاشف مشاكل المعمل.

إيه هو المدى (Range)؟ هو الفرق بين أعلى وأقل مقاومة للاسطوانات اللي من نفس العينة. مثلاً لو عندك اسطوانتين واحد جاب ٣٥ والثاني ٣٣، يبقى المدى = ٢. المدى ده بيقيس التشتت الداخلي أو دقة الشغل في المعمل أخذ العينات، عمل الاسطوانات، جهاز التكسير.

إيه اللي بنشوفه؟

الخط المتصل: كل نقطة على الخط ده هي متوسط آخر ١٠ قيم للمدى

الخط المقطوع (Average range): ده المتوسط المتوقع للمدى، واللي الكود بيقول إنه تقريباً بيساوي ٠٠٥٦٤ * 'fcr

إيه اللي بنفهمه منها؟

اللوحة دي مش بتقيس قوة الخرسانة، دي بتقيس مدى التحكم في عملية الاختبار نفسها

لو الخط ده فضل مستقر وقريب من المتوسط، يبقى المعمل شغال كوييس ومفيش مشاكل في أخذ العينات أو تكسيرها ولو الخط ده بدأ يطلع لفوق بشكل كبير، ده معناه إن الفروقات بين الاسطوانات اللي من نفس العينة زادت. ده إنذار إن فيه مشكلة في المعمل: يمكن الفنيين مش بيعملوا الاسطوانات بنفس الطريقة أو جهاز التكسير فيه مشكلة

وفي الرسمة بنلاحظ إن التحكم في المدى كان كوييس ومستقر نسبياً طول فترة المشروع

الزتونة النهائية من الثلاث لوحات مع بعض:
لما تبص على الثلاث لوحات مع بعض بتأخذ قصة كاملة:

اللوحة (أ) بتوريك كل التفاصيل اليومية

اللوحة (ب) بتوريك الاتجاه العام لأداء الخلطة على المدى المتوسط

اللوحة (ج) بتوريك مدى جودة ودقة عملية الاختبار نفسها

في مثالتنا ده القصة هي: الخرسانة كانت ماشية كوييس لكن حوالي العينة ٤٤ بدأ يظهر اتجاه هابط خطير في المقاومة زي ما شفنا في لوحة ب ووصل ذروته عند العينة ٣٣ ولكن الحمد لله التحكم في عملية الاختبار نفسها كان جيد ومستقر زي ما شفنا في لوحة ج وده معناه إن المشكلة كانت في إنتاج الخرسانة نفسها مش في المعمل وبعد العينة ٣٣، تم حل المشكلة ورجعت المقاومة لمستواها الطبيعي.

6.5.3.2 Calculation of acceptable testing variation—
Calculation of the acceptable range between companion cylinders of a test depends on the number of specimens in the group and the within-batch variation, as discussed in Chapter 4. The following process can establish interference limits for the moving average range control chart.

The expected value of the average range \bar{R}_m can be determined by reformulating Eq. (4-5) and Eq. (4-6) as shown in Eq. (6-2)

$$\bar{R}_m = fcr \cdot V1 \cdot d2 \quad (6-2)$$

The within-batch coefficient of variation $V1$ should not be greater than 5% for good control of field cast samples (Table 4.2). Therefore, for groups of two companion cylinders, the estimate of the corresponding average range will be

$$\bar{R}_m = (0.05 \times 1.128) \cdot fcr = 0.05640 \cdot fcr \quad (6-3a)$$

or for groups of three companion cylinders

$$\bar{R}_m = (0.05 \times 1.693) \cdot fcr = 0.08465 \cdot fcr \quad (6-3b)$$

Because of the unacceptably large statistical uncertainties introduced by the use of small samples, these interference limits are effective only after the average range, computed from companion cylinder strengths from at least 10 strength tests, has been calculated.

ترجمة

١٥٣٣ حساب التفاوت المقبول في الاختبار يعتمد حساب النطاق المقبول بين الأسطوانات المترافقه (العينات المأخوذة من نفس الخلطة) في اختبار واحد على عدد العينات في المجموعة وعلى التفاوت داخل الخلطة الواحدة كما نوقش في الفصل الرابع. يمكن استخدام العملية التالية لوضع حدود التدخل لمخطط التحكم في المدى المتوسط المتحرك.

يمكن تحديد القيمة المتوقعة لمتوسط المدى (\bar{R}_m) عن طريق إعادة صياغة المعادلتين (٤-٥) و (٤-٦) كما هو موضح في المعادلة (٤-٦-١):

$$\bar{R}_m = fcr \times V1 \times d2 \quad (6-2)$$

يجب ألا يزيد معامل التفاوت داخل الخلطة ($V1$) عن ٥% للتحكم الجيد في العينات المصبوبة في الموضع (جدول ٤-٢). لذلك، بالنسبة لمجموعات تتكون من أسطوانتين مترافقتين، سيكون تقدير متوسط المدى المقابل هو:

$$\bar{R}_m = (0.05 \times 1.128) \times fcr \quad (6-3a)$$

أو بالنسبة لمجموعات تتكون من ثلاثة أسطوانات مترافقه:

$$\bar{R}_m = (0.05 \times 1.693) \times fcr \quad (6-3b)$$

نظرًا لعدم اليقين الإحصائي الكبير وغير المقبول الناتج عن استخدام عينات صغيرة، فإن حدود التدخل هذه لا تصبح فعالة إلا بعد حساب متوسط المدى من نتائج قوة الأسطوانات المترافقه من ١٠ اختبارات قوة على الأقل.

الشرح للفقرة ١٥٣٣:

الكلام في الفقرة دي كله عن حاجة واحدة: هو إزاي نتأكد إن شغل المعمل اللي بيأخذ العينات في الموضع مطبوط وإن الخرسانة اللي جاية في نفس العربية متجانسة؟

لما عربية الخرسانة بتوصيل الموضع بنأخذ منها عينات أسطوانات أو مكعبات عشان نختبرها بعد ٢٨ يوم و العادي إننا بنأخذ عينتين أو ثلاثة من نفس العربية نفس الخلطة و دول بنسعيمهم أسطوانات مترافقه أو Companion Cylinders.

و منطقاً بما إنهم من نفس الخلطة المفروض لما نكسرهم يطلعوا نتائج قريبة جداً من بعض و لو واحدة طلعت ٣٥ ميجا باسكال والثانية طلعت ٣٠ ميجا باسكال يبقى فيه مصيبة! يا إما الخرسانة نفسها مش متجانسة يا إما الراجل اللي في المعمل عمل العينات أو عالجها أو كسرها غلط.

الكود هنا بيديلك طريقة تحسب بيهما الفرق المقبول بين نتائج العينتين دول.

شرح المصطلحات والمعادلات:

١-المدى (R) : هو ببساطة الفرق بين أعلى نتيجة وأقل نتيجة في مجموعة العينات اللي من نفس الخلطة و لو عندك عينتين نتائجهم ٣١ و ٣٥ ميجا باسكال، يبقى المدى

$$R = 31 - 30 = 1$$

٢-متوسط المدى (\bar{R}_m) : هو متوسط الفروقات دي على مدار اختبارات كتير مثلًّا ١٠ عربيات خرسانة ورا بعض و بنجمع الفروقات (R) بتاعت كل الاختبارات ونقسمها على عددهم.

٣-معامل التفاوت داخل الخلطة ($V1$) : ده رقم إحصائي بيقيس مدى تجانس الخرسانة نفسها وطريقة أخذ العينات واختبارها و الكود بيقولك إن الشغل النظيف والمختبر لازم $V1$ بتاعه فيزيديش عن ٥٥% (أو ٠٠٥%).

٤-الثابت ($d2$) : ده ثابت إحصائي قيمته بتتغير حسب عدد العينات اللي بتاخدها من نفس الخلطة.

$$d2 = 1.128$$

$$d2 = 1.693$$

مثال عمل يوضح كل دة :

تخيل إنك بتستهدف مقاومة خرسانة (fcr) تساوي ٣٨ ميجا باسكال زي المثال اللي فات وإن في الموضع بتاخذ عينتين من كل عربية.

السؤال: إيه هو متوسط الفرق المقبول اللي نتوقعه بين العينتين دول؟

نستخدم المعادلة (٤-٦-١):

$$\bar{R}_m = 0.05640 \times fcr \quad \bar{R}_m = 0.05640 \times 38 = 2.14 \text{ ميجا باسكال}$$

الخلاصة: ده معناه إنه في المتوسط المفترض الفرق بين نتيجة تكسير العينتين اللي من نفس العربية ميزيش عن ٤٤,٤٤ ميجا باسكال و لو لقيت إن متوسط الفروقات عندك في الموقع أكبر من الرقم ده بكتير مثلًا أو ه ميجا باسكال ده مؤشر خطر علم أحمر بيقولك: يا هندسة فيه مشكلة في تجانس الخلطة أو في شغل المعمل لازم تحقق في الموضوع فوراً.

ملحوظة أخيرة و مهمة: الكود بيقولك إن الحسابات دي ملهاش لازمة و متعتمدش عليها إلا لما تجمع بيانات ١٠ اختبارات على الأقل يعني بعد ما تأخذ عينات من ١٠ عربيات خرسانة مختلفة و تحسب الفرق (المدى) لكل عربية، ساعتها بنس تقدر تحسب متوسط المدى (R_m) و تقارنه بالقيمة اللي حسبناها فوق عشان تحكم على جودة الشغل.

توضيح ملاحظة الـ ١٠ اختبارات على الأقل

لنفترض أنتا في مشروع وبدأنا نصب الخرسانة. المقاومة المستهدفة (f_{cr}) هي ٣٨ ميجا باسكال، ونحن نأخذ عينتين من كل سيارة خرسانة.

اليوم الأول:

السيارة رقم ١: وصلت الموقع، أخذنا منها عينتين. بعد ٢٨ يوماً، كانت النتائج:

العينة الأولى: ٣٩,٠٠ ميجا باسكال.

العينة الثانية: ٣٨,٠٠ ميجا باسكال.

المدى (الفرق) (R_1) = $39.0 - 38.0 = 1.0$ ميجا باسكال.

هنا قد يتadar إلى ذهنك أن الوضع ممتاز لأن الفرق (١,٠٠ ميجا باسكال) أقل من القيمة المتوقعة التي حسبناها (٤٤,٤٤ ميجا باسكال). لكن الكود يقول لك: انتظر، لا يمكن الحكم من اختبار واحد فقط!

لماذا لا يمكن الحكم من اختبار واحد؟ لأن هذه النتيجة قد تكون مجرد صدفة. ربما كان في المعمل في هذا اليوم مركزاً جدًا، أو ربما كانت هذه السيارة تحديداً مخلوطة بشكل مثالي. نتيجة واحدة لا تمثل "المستوى العام" لجودة التحكم في الموقع.

استكمال جمع البيانات (حتى ١٠ اختبارات) سنواصلأخذ العينات من السيارات التالية و تسجيل "المدى" (الفرق) لكل اختبار:

السيارة رقم ٢: الفرق ميجا باسكال $R_2 = 2.5$
 السيارة رقم ٣: الفرق ميجا باسكال $R_3 = 1.5$
 السيارة رقم ٤: الفرق ميجا باسكال $R_4 = 3.0$ هذا الفرق بدأ يكون مقلقاً.

السيارة رقم ٥: الفرق ميجا باسكال $R_5 = 0.5$
 السيارة رقم ٦: الفرق ميجا باسكال $R_6 = 2.0$
 السيارة رقم ٧: الفرق ميجا باسكال $R_7 = 4.0$ هذا مؤشر خطر واضح!
 السيارة رقم ٨: الفرق ميجا باسكال $R_8 = 1.0$
 السيارة رقم ٩: الفرق ميجا باسكال $R_9 = 2.5$
 السيارة رقم ١٠: الفرق ميجا باسكال $R_{10} = 3.5$.

الآن بعد أن أصبح لدينا ١٠ نتائج يمكننا البدء في الحكم بشكل موثوق.

١. حساب متوسط المدى (R_m): نجمع كل الفروقات التي سجلناها ونقسمها على عددها (١٠).

$$R_m = (1.0 + 2.5 + 1.5 + 3.0 + 0.5 + 2.0 + 4.0 + 1.0 + 2.5 + 3.5) / 10$$

$$R_m = 21.5 / 10 = 2.15$$
 ميجا باسكال

٢. المقارنة والحكم:
 متوسط المدى الفعلي الذي حسبناه من الموقع = ٣١,٥ ميجا باسكال.
 متوسط المدى المستهدف (الذي حسبناه من معادلة الكود) = ٤٤,٤٤ ميجا باسكال.

النتيجة: بما أن متوسط المدى الفعلي (٣١,٥) قريب جدًا من القيمة المستهدفة (٤٤,٤٤) يمكننا القول بثقة أن مستوى التحكم فيأخذ العينات والاختبار في الموقع جيد و مقبول.
 ماذا لو كانت النتيجة مختلفة؟ تخيل لو كان متوسط المدى الفعلي الذي حسبناه هو ٣٥,٥ ميجا باسكال. هذا الرقم أعلى بكثير من المستهدف (٤٤,٤٤) و هذا يعني أن هناك مشكلة حقيقة و متكررة، وليس مجرد صدفة و في هذه الحالة يجب على مهندس الجودة التدخل فوراً والتحقيق في الأسباب: هل فنيو المعمل غير مدربين؟ هل الأدوات غير معايرة؟ هل الخرسانة نفسها غير متجانسة؟

الزتونة: الاعتماد على نتيجة واحدة أو اثنتين يشبه الحكم على كتاب من غلافه و الكود يطلب منك جمع ١٠ نتائج على الأقل لتكوين صورة إحصائية واضحة وموثوقة عن الأداء العام للمعمل والموقع، وتجنب اتخاذ قرارات خاطئة بناءً على الصدفة.

الضغط نفسها عشان يوري للمصمم إن المشروع ماشي حسب المطلوب.

٤. الفائدة لمورد الخرسانة (محطة الخلط): محطة الخلط الذكية بتنستفيد من البيانات دي جدًا لو عندها خلطة رقم ٣ بتبيعها ل٥ مشاريع مختلفة، هي بتجمع كل بيانات الاختبارات من كل المشاريع دي و ده بيديها فكرة قوية جدًا عن أداء الخلطة بتاعتها ومستوى جودتها. ولما يجيelaها مشروع جديد، تقدر تقول للمهندس بثقة: يا هندسة، الانحراف المعياري بتاعي للخلطة دي هو كذا فمش محتاجين نضيف هامش أمان كبير، وده هيوفرك فلوس.

الخلاصة: عملية مراقبة الجودة مش مجرد اختبارات متفرقة، بل هي نظام متكامل ومستمر لجمع البيانات وتحليلها. هذا النظام بيفيد كل أطراف المشروع: الاستشاري والمالك: بيظمنوا إن جودة الخرسانة تحت السيطرة. المقاول: بيكتشف أي مشاكل في شغله بدري. محطة الخلط: بتبني سمعة قوية وبتوفر في تكلفة الخلطات لما يكون عندها سجل بيانات يثبت جودتها.

٦.٦—Additional evaluation techniques

Many other techniques exist for evaluating a series of data for quality control purposes. As with basic control charts, although these techniques were developed for general industrial applications, they have been adapted for use with concrete properties.

ترجمة

٦.٦—تقنيات تقييم إضافية توجد العديد من التقنيات الأخرى للتقييم سلسلة من البيانات لأغراض ضبط الجودة. وكما هو الحال مع مخططات التحكم الأساسية، فعل الرغم من أن هذه التقنيات قد تم تطويرها للتطبيقات الصناعية العامة، فقد تم تكييفها لاستخدامها مع خصائص الخرسانة.

٦.١ الشرح للفقرة

بساطة، هذا النص يقول: اللي اتكلمنا فيه ده (مخططات التحكم الأساسية) مش هو نهاية العالم. فيه أدوات وطرق تانية أكثر تقدماً ممكن نستخدمها عشان نحلل جودة الخرسانة.

الفكرة هنا هي أن علم ضبط الجودة علم كبير جدًا، وكان مستخدم في صناعات تانية زي صناعة السيارات والإلكترونيات قبل ما يتم تطبيقه بقوة في مجال الخرسانة.

الخلاصة: هذا الجزء هو مجرد مقدمة تمهد الطريق لعرض أدوات إحصائية وتحليلية أخرى غير مخططات التحكم البسيطة التي نوقشت سابقاً. هو يخبرك بأن هناك المزيد من الأساليب المتاحة التي يمكن أن تعطي روأي أعمق حول أداء الخرسانة وجودتها.

على سبيل المثال، قد يناقش النص لاحقاً تقنيات مثل: تحليل الانحدار (Regression Analysis): لمعرفة العلاقة بين متغيرين، مثل العلاقة بين مقاومة الخرسانة في عمر ٧ أيام و٢٨ يومًا.

تحليل التباين (ANOVA): لمقارنة أداء أكثر من خلطتين خرسانيتين في نفس الوقت.

مخططات CUSUM (Cumulative Sum Charts): وهي أكثر حساسية للتغيرات الطفيفة في جودة العملية. هذا النص يفتح الباب أمام استخدام أدوات أكثر تخصصاً لمهندسي الجودة المحترفين.

ترجمة

٤٦ الملخص لكي تكون فعالة، يجب الحفاظ على مخططات التحكم (Control Charts) طوال مدة كل مشروع. كحد أدنى، يجب على مختبر الاختبارات أن يحتفظ بمخطط تحكم لمتوسط المدى (average range) (المصمم) أو المهندس المعماري. ونظراً لأنه يمكن استخدام خلطة خرسانية واحدة في مشاريع متعددة، يمكن لموردي الخرسانة تتبع متوسط المدى المتحرك على أساس كل خلطة على حدة. يقوم العديد من الموردين بتتبع المشاريع الفردية للحصول على بيانات لاستخدامهم الخاص.

الشرح للفقرة ٤٦

النص ده بيقولك ببساطة: الشغل اللي عملناه في حساب الفروقات ده مش بعمله مرة وننساه ده نظام متابعة مستمر.

تخيل إنك مدير مصنع وعندك ماكينة بتنتاج منتج معين. مش معقول هتشيك على جودة المنتج أول يوم بس وبعدين تسيب الماكينة شغالة سنة من غير متابعة! لازم تتبع الجودة كل يوم. هو ده نفس المبدأ هنا.

النقاط الأساسية في الملخص:

١. الاستمرارية هي الأساس: مخططات التحكم دي زي لوحة عدادات العربية. لازم تفضل باصص عليها طول ما المشروع شغال عشان تعرف لو فيه أي مشكلة بدأت تظهر. مين اللي بيعمل كده؟ معمل الاختبارات (المختبر). ده دوره الأساس.

٢. أهم مخطط هو متوسط المدى: أهم حاجة لازم المعمل يتبعها هي مخطط الفروقات بين العينات (Average Range Chart) اللي اتكلمنا عنه. ليه؟ لأنه بيبيين لك جودة شغل المعمل نفسه وجودة تجاري الخرسانة. لو المخطط ده مطبوط، يبقى البيانات اللي جاية منه نقدر نثق فيها.

٣. خدمات إضافية: المعمل ممكن يقدم خدمات تانية للمشروع، زي إنه يعمل مخططات تانية لمقاومة

أن تشير التغييرات في الانحراف المعياري الكلي إلى تغييرات في المواد الخام أو في إنتاج الخرسانة، وبالتالي فهي ذات قيمة لمورد الخرسانة.

يجب أن تتضمن مخططات التحكم انحرافاً معيارياً متحركاً لما لا يقل عن 10 اختبارات، ويفضل 15 اختباراً. يجعل جداول البيانات المحسوبة (مثل Excel) هذا النوع من مخططات التحكم سهل التنفيذ، لكن العدد الكبير من الاختبارات المطلوبة يحد من فائدة المخطط في تحديد تغييرات العملية بسرعة.

الشرح للفقرة ٦.٦.١

النص في الفقرة دي بيفرق بين نوعين من التفاوت أو الاختلاف في نتائج الخرسانة وبيقولنا مين المسؤول عن كل نوع.

التفاوت أو الاختلاف الكلي Overall Variability: ده هو الاختلاف اللي بنশوفه في كل نتائج تكسير الاسطوانات في المشروع ولو كسرنا 100 اسطوانة النتائج مش هتطبع كلها ٣٠ ميجا باسكال هتلقي نتائج زي ٢٨، ٣١، ٣٥، ٣٩، ٣٣... التشتت ده كله اسمه التفاوت الكلي.

المشكلة إن التفاوت الكلي ده عبارة عن كوكتيل من سببين رئيسيين:

١. مشاكل في الخرسانة نفسها يعني من محطة الخلط.

٢. مشاكل في طريقة أخذ العينات والاختبار وده من شغل المعمل في الموقع.

النص ده بيقولك إزاي نفصل بين الاتنين عشان نعرف نكلم مين لما تحصل مشكلة.

النوع الأول: تفاوت الاختبار Testing Variability

اسمه العلمي: الانحراف المعياري داخل الخلطة Within-Batch Standard Deviation

و معناه ببساطة: ده هو الفرق بين نتائج العينات اللي متاخدة من نفس عربية الخرسانة زي ما شرحنا قبل كده لو الفرق ده كبير بيقي العيب في اللي بيأخذ العينات أو اللي بيكسرها في المعمل.

مين المسؤول؟ معمل الاختبارات اللي في الموقع.

إزاي بنعرفه؟ بنعرفه من مخطط متوسط المدى Average Range Chart اللي اتكلمنا عنه.

6.6.1 Overall variability and concrete supplier's variability—
Normally, mean compressive strength is estimated with as few as 10 tests, whereas at least 15 tests are needed to estimate standard deviation. Changes in the mixture materials or proportions have a larger effect on the average strength level than on standard deviation. For these reasons, most control charts are based on averages of compressive strength. Monitoring overall standard deviation can provide insight into changes in the level of control, or variability of production or raw materials for the concrete supplier.

An estimate of variation due to testing, the within-batch standard deviation, can be obtained from the average range chart or by direct computation. As discussed in Chapter 4, the within-batch variation due to variation in raw materials and production, that is, the concrete supplier's or producer's variability, can be determined from the overall standard deviation and the within-batch standard deviation.

The concrete supplier can directly track production process variability. When within-batch standard deviation is consistent, as it is in a well-run testing program, the supplier can track the overall standard deviation, which is easier. For constant within-batch variation, changes in overall standard deviation can indicate changes in raw materials or the concrete production and are, therefore, valuable to the concrete supplier. Control charts should incorporate a moving standard deviation of at least 10 and, preferably, 15 tests. Computerbased spreadsheets make this type of control chart easy to implement, but the large number of tests required limits the chart's usefulness for rapidly identifying process changes.

ترجمة ٦.٦.١ التفاوت الكلي وتفاوت مورد الخرسانة عادةً، يتم تقدير متوسط مقاومة الضغط باستخدام 10 اختبارات فقط، بينما يلزم ما لا يقل عن 15 اختباراً لتقدير الانحراف المعياري. التغييرات في مواد الخلطة أو نسبة لها تأثير أكبر على مستوى متوسط القوة مقارنة بتأثيرها على الانحراف المعياري. لهذه الأسباب، تعتمد معظم مخططات التحكم على متوسطات مقاومة الضغط. يمكن أن يوفر رصد الانحراف المعياري الكلي نظرة ثاقبة حول التغييرات في مستوى التحكم، أو تفاوت الإنتاج أو المواد الخام لمورد الخرسانة.

يمكن الحصول على تقدير للتفاوت الناتج عن الاختبار، وهو الانحراف المعياري داخل الخلطة من مخطط متوسط المدى أو عن طريق الحساب المباشر. كما نوقش في الفصل الرابع، يمكن تحديد التفاوت داخل الخلطة الناتج عن تفاوت المواد الخام والإنتاج، أي تفاوت مورد أو منتج الخرسانة، من خلال الانحراف المعياري الكلي والانحراف المعياري داخل الخلطة.

يمكن لمورد الخرسانة تتبع تفاوت عملية الإنتاج مباشرةً. عندما يكون الانحراف المعياري داخل الخلطة ثابتاً، كما هو الحال في برنامج اختبار جيد الإدارة، يمكن للمورد تتبع الانحراف المعياري الكلي، وهو الأمر الأسهل. بالنسبة للتفاوت الثابت داخل الخلطة، يمكن

النوع الثاني: تفاوت الإنتاج Producer's Variability

اسمه العلمي: تفاوت مورد الخرسانة Concrete Supplier's Variability

ويعنيه ببساطة: ده هو الاختلاف اللي بيحصل في الخرسانة من عربية للثانية يعني ليه عربية النهاردة تدي متوسط ٣٥ ميجا باسكال وعربية بكرة تدي متوسط ٣١ ميجا باسكال؟ السبب بيكون في محطة الخلط نفسها.

إيه أسبابه؟

- تغير في جودة الرمل أو الزلط (الركام).
- تغير في نوع أو جودة الأسمنت.
- مشكلة في موازين المحطة.
- عدم التحكم في كمية المياه المضافة.

مِنْ الْمَسْؤُل؟ محطة الخلط (مورد الخرسانة).

إِزَيْ مَحَطةُ الْخُلْطِ بِتَرَاقِبِ شَغْلِهَا؟

النص بيقول إن محطة الخلط الشاطرة بتعمل الآتي:

١. تتأكد إن شغل المعمل مظبوط: أول حاجة بتتص على تفاوت الاختبار النوع الأول و لو لقت إن الفروقات بين العينات اللي من نفس العربية قليلة ومستقرة بتقول تمام كده شغل المعمل ده نظيف وأقدر أثق في نتائجه.
٢. تراقب التفاوت الكلي: بعد ما اطمئنت لشغ المعمل بتبدأ تراقب التفاوت الكلي لكل نتائج الخرسانة بتعاطها وبما إنها عارفة إن جزء الاختبار ثابت ومظبوط فأي تغير كبير في التفاوت الكلي هيكون سببه مشكلة عندها في الإنتاج.

مثال: لو محطة الخلط لاحظت فجأة إن الانحراف المعياري الكلي لنتائجها زاد من ٣ ميجا باسكال إلى ٥ ميجا باسكال دي علامة خطير بتقولها: راجعي نفسك! ممكن تكون شحنة الأسمنت الجديدة مختلفة، أو فيه مشكلة في مصدر الرمل.

النقطة الأخيرة المهمة: عشان نحسب الانحراف المعياري ونراقبه، محتاجين عدد كبير من النتائج (١٥) نتيجة على الأقل. ده بيخلify اكتشاف المشكلة بطبيعة شوية. يعني مش هترى إن فيه مشكلة غير بعد ما تكون صبب خرسانة لمدة أسبوع أو أسبوعين وجمعت نتائج كافية. عشان كده المتابعة المستمرة مهمة جدًا. مثال عملي بعنوان: مِنْ الْمَسْؤُلُ عَنِ الْمُشْكَلَة؟

لو أنت مهندس الجودة في مشروع كبير وتعامل مع محطة خلط ومعمل اختبارات و المقاومة المطلوبة للأعمدة هي $f_{c'}$ = 30 ميجا باسكال.

بعد حساب هامش الأهمان قررنا أن المقاومة المستهدفة التي يجب أن تتحققها الخلطة هي f_{cr} = 38 ميجا باسكال.

بدأنا المشروع وبعد شهر من الصب وتكسير العينات أصبح لدينا نتائج ٢٠ اختباراً ٢٠ سيارة خرسانة.

الخطوة الأولى: تقييم التفاوت الكلي Overall Variability

جمعنا نتائج الاختبارات الـ ٢٠ ووضعناها في برنامج Excel البرنامج حسب لنا الآتي:

متوسط القوة الفعلية: ٣٨,٥ ميجا باسكال ممتاز أعلى من المستهدف ٣٨.

الانحراف المعياري الكلي $s_{overall}$: ٥.٠ ميجا باسكال.

هنا تظهر المشكلة: الانحراف المعياري (٥,٠) مرتفع جدًا وده يعني أن النتائج متباينة بشكل كبير تتراوح بين قيم عالية جدًا وقيم منخفضة بشكل مقلق و التشتت الكبير ده يمثل خطرًا على سلامة المنشآت حتى لو كان المتوسط جيدًا.

السؤال الآن: من المسئول عن هذا التشتت؟ هل هي محطة الخلط أم معمل الاختبارات؟

الخطوة الثانية: تقييم تفاوت الاختبار Testing Variability

لكي نعرف أداء معمل هننحوف الفروقات بين العينات المأخوذة من نفس السيارة و كنا نأخذ عينتين من كل سيارة.

١. حساب المدى (R) لكل اختبار:

سيارة ١: النتائج (٤٠, ٣٩) -> الفرق = ١,٠

سيارة ٢: النتائج (٣٥, ٣٣) -> الفرق = ٤,٠

سيارة ٣: النتائج (٤١,٥, ٤١,٥) -> الفرق = ٠,٥

... وهكذا لكل الـ ٢٠ اختباراً.

٢. حساب متوسط المدى (R_{-m}): جمعنا الفروقات الـ ٢٠ وقسمناها على ٢٠، فكان النتيجة:

٣. متوسط المدى الفعلي ميجا باسكال $R_{-m} = 3.8$

٤. المقارنة: تذكر من المعادلة السابقة أن متوسط المدى المتوقع لشغل معمل جيد (عند $f_{cr}=38$) هو حوالي ٢٤ ميجا باسكال.

التحليل: متوسط المدى الفعلي (٣٨) أعلى بكثير من القيمة المستهدفة (٢٤). هذا دليل قاطع على أن معمل الدقة لديه مشكلة كبيرة في التحكم. الفروقات بين العينات من نفس الخلطة غير مقبولة، مما يعني أن طرق أخذ العينات أو معالجتها أو اختبارها غير متسقة.

الخطوة الثالثة: فصل المشاكل وتحديد المسؤلية
الآن يمكننا فصل كوكيل المشاكل و باستخدام
معادلات إحصائية
مبنية على العلاقة:

$$s_{overall}^2 = s_{producer}^2 + s_{testing}^2$$

يمكننا تقييم الانحراف المعياري لكل طرف.

٤. حساب الانحراف المعياري للختبار $s_{testing}$: يمكن تقييمه من متوسط المدى (R_{-m}). باستخدام قيمة

$$R_{-m} = 3.8 \text{ وجدنا أن الانحراف المعياري بسبب الاختبار وحده هو } \approx 3.4 \text{ ميجا باسكال.}$$

٥. حساب الانحراف المعياري للإنتاج $s_{producer}$: الآن نطرح تأثير مشكلة الاختبار من المشكلة الكلية:

$$s_{producer}^2 = s_{overall}^2 - s_{testing}^2 \quad s_{producer} = \sqrt{(5.0)^2 - (3.4)^2} = 25 - 11.56 = 13.44 \quad s_{producer} = \sqrt{13.44} \approx 3.7 \text{ ميجا باسكال.}$$

النتيجة النهائية وتوزيع المسؤوليات:

الانحراف المعياري الكلي (٥.٠ ميجا باسكال) هو مشكلة مشتركة.

المسؤول الأول: معمل الدقة. تسبب في تشتت قدره ٣.٧ ميجا باسكال بسبب سوء التحكم في الاختبار. الإجراء: يجب عقد اجتماع فوري معهم، ومراجعة طرق عمل الفنيين، ومعايير الأجهزة.

المسؤول الثاني: محطة خلط الأمانة. تسببت في تشتت قدره ٣.٧ ميجا باسكال بسبب عدم ثبات جودة إنتاجها (ربما مشاكل في المواد الخام أو الموزاين). الإجراء: يجب إبلاغهم بأن مستوى التحكم في إنتاجهم غير كافٍ وأن عليهم التحقيق في مصادر التفاوت لديهم.

الز-tone من المثال: بدلاً من توجيه لوم عام وغير محدد (يا جماعة الجودة سيئة!) استطعنا باستخدام تحليل البيانات تحديد حجم مشكلة كل طرف بدقة. هذا يسمح باتخاذ إجراءات تصحيحية موجهة وفعالة، ويمنع كل طرف من إلقاء اللوم على الآخر. وهذا بالضبط ما تهدف إليه تقنيات التقييم الإضافية التي يتحدث عنها النص.

Quality control and problem resolution require that the cause for the change in the average strength level or in strength variability be identified. Early detection of changes in the average strength level is useful for identifying causes and taking steps to avoid future problems or reduce costs. This requires the ability to distinguish between random variations and variations from assignable causes.

A process that is under control will produce strength results that vary randomly around a mean value. The sum of these random differences from the mean will be zero. The CUSUM chart tracks the cumulative sum of the differences. When the differences do not add-up to zero, the CUSUM plot will veer off the usually horizontal trend, forming an angle indicating a change has occurred. It provides a detection method for small but real changes in average concrete strength or other measures of concrete performance.

CUSUM charts help identify the size of these changes and when they began. CUSUM generally provides greater sensitivity in detecting small, systemic changes in average strength than basic control charts and detects them faster (Box et al. 2005; Day 2006; Dewar 1995).

There are limitations in using a CUSUM chart when data are highly variable, but the technique is only slightly more complicated than conventional strength analysis. CUSUM is easily implemented manually, by an electronic spreadsheet, or by a commercially available computer program. As with any technique, the conclusions reached using a CUSUM chart should be confirmed by additional analysis or investigation before making critical decisions.

CUSUM is usually used to monitor compressive strength, but it can be used to monitor any number of variables. Day (2006) reports successfully using CUSUM charts to monitor a variety of concrete properties. He also notes monitoring multiple-product CUSUM charts, which track a variety of concrete properties simultaneously, reduces the probability that a change will be missed, and makes it easier to identify the reason for the change.

ترجمة

٦.٦.٢ المجموع التراكمي (CUSUM) المجموع التراكمي (CUSUM) هو طريقة أخرى من طرق التحكم في العمليات الصناعية تم تكييفها لتناسب صناعة الخرسانة. هذه الطريقة قادرة على تحديد التغيرات في الخصائص المختلفة المقاسة للخرسانة أثناء الإنتاج بسرعة.

يتطلب ضبط الجودة وحل المشكلات تحديد سبب التغير في مستوى متوسط القوة أو في تفاوت القوة. إن الكشف المبكر عن التغيرات في مستوى متوسط القوة مفيد لتحديد الأسباب واتخاذ خطوات لتجنب المشاكل المستقبلية أو لتنقيل التكاليف. وهذا يتطلب القدرة على التمييز بين التغيرات العشوائية والتغيرات الناتجة عن أسباب محددة يمكن تعينها.

العملية التي تكون تحت السيطرة ستنتج نتائج قوة تتغير عشوائياً حول قيمة متوسطة. ومجموع هذه الفروقات العشوائية عن المتوسط سيكون صفرًا. مخطط CUSUM يتبع المجموع التراكمي لهذه الفروقات. عندما لا يكون مجموع الفروقات صفرًا، فإن مخطط CUSUM سيتعرّف عن الاتجاه الأفقي المعتاد، مكوناً زاوية تشير إلى حدوث تغيير. إنه يوفر طريقة للكشف عن التغيرات الصغيرة ولكن الحقيقة في مستوى قوة الخرسانة أو أي مقاييس أخرى لأداء الخرسانة.

تساعد مخططات CUSUM في تحديد حجم هذه التغيرات ومتى بدأت. بشكل عام، يوفر CUSUM حساسية أكبر في الكشف عن التغيرات الصغيرة والمنهجية في مستوى قوة الخرسانة مقارنة

6.6.2 Cumulative sum (CUSUM)—CUSUM is another industrial process control method that has been adapted to the concrete industry. It is able to rapidly identify changes in various measured properties of concrete in production.

بمخططات التحكم الأساسية ويكتشفها بشكل أسرع
(Box et al. 2005; Day 2006; Dewar 1995).

هناك قيود على استخدام مخطط CUSUM عندما تكون البيانات شديدة التفاوت، لكن التقنية أكثر تعقيداً بقليل فقط من تحليل القوة التقليدي. يمكن تنفيذ CUSUM بسهولة يدوياً، أو عبر جداول البيانات الإلكترونية، أو بواسطة برنامج الكمبيوتر المتاحة تجاريًّا. وكما هو الحال مع أي تقنية، يجب تأكيد الاستنتاجات التي يتم التوصل إليها باستخدام مخطط CUSUM عن طريق تحليل أو تحقيق إضافي قبل اتخاذ قرارات حاسمة.

عادةً ما يستخدم CUSUM لمراقبة مقاومة الضغط، ولكن يمكن استخدامه لمراقبة أي عدد من المتغيرات. يذكر Day (2006) أنه استخدم مخططات CUSUM بنجاح لمراقبة مجموعة متنوعة من خصائص الخرسانة. ويشير أيضاً إلى أن مراقبة مخططات CUSUM متعددة المنتجات، التي تتبع مجموعة متنوعة من خصائص الخرسانة في وقت واحد، تقلل من احتمالية عدم ملاحظة التغيير، وتجعل من السهل تحديد سبب هذا التغيير.

الشرح للفقرة ٦,٦,٢

١. ما هو مخطط CUSUM المجموع التراكمي؟

تخيل أنك تقود سيارتك على طريق مستقيم تماماً. هذه هي العملية تحت السيطرة.

مخططات التحكم العادي: هي مثل النظر في عداد السرعة كل فترة. لو السرعة ١٠٠، ثم ٩٩، ثم ١٠١، ستقول تمام، أنا ماشي حوالي ١٠٠. لن تلاحظ الانحرافات الطفيفة.

مخطط CUSUM: هو مثل النظر إلى موقعك بالنسبة للخط الأبيض على يمين الطريق. لو بدأت تنحرف ببطء شديد جداً (مليمتر كل دقيقة) نحو اليمين، عداد السرعة لن يخبرك بشيء، لكن بعد ١٠ دقائق ستتجد نفسك قد اقتربت جداً من حافة الطريق. CUSUM هو الذي يلاحظ هذا الانحراف البطيء والمستمر.

الخلاصة: CUSUM هو أداة إحصائية فائقة الحساسية، مصممة خصيصاً لكتشاف التغيرات الصغيرة والثابتة في جودة الخرسانة، والتي قد لا تلاحظها مخططات التحكم العادي.

٢. كيف يعمل CUSUM؟

الفكرة عبقرية في بساطتها:

١. حدد الهدف: لنقل أن المقاومة المستهدفة (fcr) هي ٣٨ ميجا باسكال.

٢. احسب الفرق: مع كل نتيجة اختبار جديدة، احسب الفرق بينها وبين الهدف.

النتيجة الأولى: $٤٠ - ٣٨ = ٢$

النتيجة الثانية: $٣٧ - ٣٨ = -١$

النتيجة الثالثة: $٣٩ - ٣٨ = ١$

٣. اجمع الفروقات (هنا السر): لا تنظر إلى كل فرق على حدة، بل جمعها بشكل تراكمي.

بعد الاختبار الأول: المجموع التراكمي = ٢

بعد الاختبار الثاني: المجموع التراكمي = $(٢) + (-١) = ١$

بعد الاختبار الثالث: المجموع التراكمي = $(١) + (٢) = ٣$

... وهكذا.

التحليل:

إذا كانت العملية تحت السيطرة: النتائج ستتأرجح حول الهدف (٣٨)، وبالتالي الفروقات الموجبة ستلقي الفروقات السالبة، وسيظل المجموع التراكمي يحوم حول الصفر (خط أفقي على الرسم البياني).

إذا حدث تغيير طفيف: تخيل أن هناك مشكلة صغيرة في ميزان الأسمدة جعلت كل خلطة أضعف بـ ٠,٥ ميجا باسكال فقط.

النتائج ستكون: ٣٧,٥، ٣٨,٠، ٣٧,٥...

الفروقات ستكون: ...٠,٥، ١,٠، ٠,٥...

المجموع التراكمي سيبدأ في الانخفاض بشكل مستمر وثابت. على الرسم البياني، ستتجدد الخط الذي كان أفقياً بدأ يأخذ اتجاهها هابطاً وأضيقاً. هذه هي إشارة الإنذار التي يطلقها CUSUM.

٤. مميزات وعيوب CUSUM

المميزات:

حساسية فائقة: يكتشف التغيرات الصغيرة والمنهجية (Systematic changes) التي تفشل مخططات التحكم العادي فيكتشافها.

سرعة الكشف: لأنه يراكم الأدلة، فإنه يكتشف هذه التغيرات الصغيرة بشكل أسرع.

تحديد نقطة البداية: زاوية ميل الخط على المخطط تساعد في تحديد متى بدأ التغيير بالضبط.

تعدد الاستخدامات: يمكن استخدامه لمراقبة أي شيء (مقاومة، درجة حرارة، نسبة هواء، ... إلخ). يمكن مراقبة عدة خصائص معًا لتحديد سبب المشكلة بسهولة أكبر.

العيوب والقيود:

لا يعمل جيدًا مع البيانات شديدة التفاوت: إذا كانت نتائجك متشتتة جدًا من الأساس الانحراف المعياري الكبير، فإن مخطط CUSUM يصبح مشوشًا ويصعب قراءته. يجب أولاً السيطرة على التفاوت الكبير.

يحتاج إلى تأكيد: لأنه حساس جدًا، قد يعطي أحيانًا إشارات كاذبة. لذلك، قبل اتخاذ قرار كبير (مثل إيقاف الإنتاج)، يجب إجراء تحقيق إضافي لتأكيد وجود مشكلة حقيقية.

الزونة النهائية: CUSUM هو الميكروسكوب بتابع ضبط الجودة ولا نستخدمه لرؤية المشاكل الكبيرة والواضحة بل نستخدمه لاصطياد المشاكل الصغيرة والخبثية التي تتسلل إلى العملية ببطء وتؤثر على الجودة على المدى الطويل.

مثال على بسيط خطوة بخطوة لنرى كيف يتم بناء مخطط CUSUM وكيف يكشف عن مشكلة صغيرة.

تخيل أننا نراقب جودة خرسانة، والمقاومة المستهدفة (الهدف) هي ٤٠ ميجا باسكال. في البداية، كانت العملية تحت السيطرة تمامًا، ولكن بداية من الاختبار رقم ٦، حدث تغيير طفيف في مصدر الرمل أدى إلى انخفاض طفيف وثبتت في المقاومة بمقدار ٢ ميجا باسكال في المتوسط.

الهدف ميجا باسكال Target - T 40
الخطوات والجدول الحسابي

رقم الاختبار	نتيجة الاختبار (X)	خطوة ١: حساب فرق (X - T)	خطوة ٢: حساب مجموع التراكمي (CUSUM) القيمة الحالية + الفرق الحالي	التحليل والملاحظات
1	41	+1	+1	النتيجة أعلى قليلاً من الهدف. طبيعي.
2	39	-1	(+1) + (-1) =	النتيجة أقل قليلاً. الفروقات تلغي بعضها.
3	42	+2	(0) + (+2) =	النتيجة أعلى. لا يزال التذبذب طبيعياً.
4	38	-2	(+2) + (-2) =	عادت القيمة إلى الصفر. العملية مستقرة.
5	41	+1	(0) + (+1) =	لا يزال الوضع طبيعيًا.
---	---	---	---	منا بدأت المشكلة الخفية
6	38	-2	(+1) + (-2) =	أول نتيجة أقل من الهدف بعد التغيير.
7	37	-3	(-1) + (-3) =	انخفاض آخر. المجموع التراكمي بدأ بالهبوط.
8	39	-1	(-4) + (-1) =	الانخفاض مستمر.
9	38	-2	(-5) + (-2) =	اتجاه الهابط أصبح واضحًا جدًا.
10	37	-3	(-7) + (-3) =	تأكيد قوي على وجود مشكلة منهجية.

رسم المخطط وتفسيره

دلوقي سنقوم برسم قيم عمود CUSUM مقابل رقم الاختبار. ماذا نرى في المخطط؟

١. الجزء الأول (من الاختبار ١ إلى ٥):

نرى أن الخط يتذبذب بشكل أفقى حول قيمة الصفر. يصعد قليلاً ثم ينزل.

التفسير: هذا هو شكل العملية وهي تحت السيطرة. الفروقات العشوائية (Random Variations) تلغي بعضها البعض، ولا يوجد اتجاه واضح.

٢. نقطة الانعطاف (عند الاختبار ٦):

نلاحظ أن المخطط يصل إلى قمة عند الاختبار رقم ٥ ثم يبدأ في تغيير اتجاهه بشكل حاسم.

التفسير: هذه هي النقطة التي بدأ فيها التأثير المنهجي يظهر. مخطط CUSUM ينجح في تحديد متى بدأت المشكلة بالضبط.

٣. الجزء الثاني (من الاختبار ٦ إلى ١٠):

نرى أن الخط يأخذ اتجاهًا هابطًا واضحًا ومستمرًا (يشكل زاوية ميل).

التفسير: هذا هو الإنذار. الانحدار المستمر يعني أن هناك سببًا ما (Assignable Cause) يجعل النتائج تأتي أقل من الهدف بشكل متكرر. هذا ليس مجرد صدفة. الانحدار يعني أن متوسط العملية قد انخفض بالفعل.

الزتونة من المثال: لو كنا ننظر إلى كل نتيجة على حدة، قد لا نلاحظ المشكلة بسرعة. نتيجة مثل ٣٨ أو ٣٧ قد تبدو طبيعية. لكن عندما رأيناها هذه الفروقات الصغيرة تحولت إلى إشارة قوية وواضحة قيمة CUSUM وصلت إلى ١٠-. هذا هو سحر وقوة مخطط CUSUM: تحويل الضوضاء العشوائية إلى إشارة واضحة.

ودة مجرد مثال نظري للتوضيح .

CHAPTER 7—REFERENCES

7.1—Referenced standards and reports

The standards and reports listed below were the latest editions at the time this document was prepared. Because these documents are revised frequently, the reader is advised to contact the sponsoring group if it is desired to refer to the latest version.

American Concrete Institute

301	Specifications for Structural Concrete
318	Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary

ASTM International

MNL 7A	Manual on Presentation of Data and Control Chart Analysis, 7th Edition
C31/C31M	Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field
C39/C39M	Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
C94/C94M	Specification for Ready-Mixed Concrete
C172/C172M	Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete
C684	Test Method for Making, Accelerated Curing, and Testing Concrete Compression Test Specimens
C802	Practice for Conducting an Interlaboratory Test Program to Determine the Precision of Test Methods for Construction Materials
C918/C918M	Test Method for Measuring Early-Age Compressive Strength and Projecting Later-Age Strength
D3665	Standard Practice for Random Sampling of Construction Materials
E178	Standard Practice for Dealing with Outlying Observations

These publications may be obtained from the following organizations:

American Concrete Institute

38800 Country Club Drive
Farmington Hills, MI 48333-9094
www.concrete.org

ASTM International
100 Barr Harbor Drive
West Conshohocken, PA 19428
www.astm.org

ترجمة الفصل السابع

الفصل السابع — المراجع

٧،١ — الموصفات والتقارير المرجعية الموصفات والتقارير المدرجة أدناه كانت هي الإصدارات الأحدث في وقت إعداد هذا المستند. ونظرًا لأن هذه المستندات يتم مراجعتها بشكل متكرر، يُنصح القارئ بالاتصال بالجهة الراعية إذا رغب في الرجوع إلى أحدث إصدار.

المعهد الأمريكي للخرسانة (American Concrete Institute – ACI)

موصفات الخرسانة الإنسانية (ACI 301) (Concrete

Building : مطلبات الكود الإنساني للخرسانة الإنسانية والتعليق عليها (ACI 318) (Code Requirements for Structural Concrete and Commentary

الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد (ASTM International)

Manual : دليل عرض البيانات وتحليل مخططات التحكم، الإصدار السابع (MNL 7A) (on Presentation of Data and Control Chart Analysis, 7th Edition

Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field : الممارسة القياسية لعمل ومعالجة عينات اختبار الخرسانة في الموقع (C31/C31M) (Field

Test : طريقة اختبار مقاومة الضغط لعينات الخرسانة الأسطوانية (C39/C39M) (Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Specification for Ready-Mixed : موصفات الخرسانة الجاهزة (C94/C94M) (Concrete

Test : الممارسة القياسية لأخذ عينات من الخرسانة الطازجة المخلوطة (C172/C172M) (Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete)

Test : طريقة اختبار لعمل ومعالجة سريعة واختبار عينات الضغط للخرسانة (C684) (Method for Making, Accelerated Curing, and Testing Concrete Compression Test Specimens

Practice for Conducting an Interlaboratory Test : الممارسة القياسية لإجراء برنامج اختبار بين المختبرات لتحديد دقة طرق الاختبار (C802) (Program to Determine the Precision of Test Methods for Materials) (Construction Materials)

Test : طريقة اختبار لقياس مقاومة الضغط في الأعمار المبكرة وتوقع القوة في الأعمار المتأخرة (C918/C918M) (Test Method for Measuring Early-Age Compressive Strength and Projecting Later-Age Strength

Standard : الممارسة القياسية لأخذ العينات العشوائية من مواد البناء (D3665) (Practice for Random Sampling of Construction Materials

Standard Practice for : الممارسة القياسية للتعامل مع القراءات الشاذة (E178) (Dealing with Outlying Observations

يمكن الحصول على هذه المنشورات من المنظمات التالية:

American Concrete Institute) 38800 Country Club Drive Farmington Hills, MI 48333-9094 www.concrete.org
ASTM International) 100 Barr Harbor Drive West Conshohocken, PA 19428 www.astm.org

7.2—Cited references

- Anderson, F. D., 1985, "Statistical Controls for High-Strength Concrete," *High-Strength Concrete*, SP-87, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, pp. 71-82. Box, G. E. P.; Hunter, W. G.; and Hunter, J. S., 2005, *Statistics for Experimenters*, Wiley & Sons, New York, 653 pp.
- Cook, J. E., 1982, "Research and Application of High-Strength Concrete Using Class C Fly Ash," *Concrete International*, V. 4, No. 7, July, pp. 72-80.
- Cook, J. E., 1989, "10,000 psi Concrete," *Concrete International*, V. 11, No. 10, Oct., pp. 67-75.
- Day, K. W., 2006, *Concrete Mix Design, Quality Control and Specification*, third edition, E&FN Spon, 391 pp.
- Detwiler, R. J.; Swor, T. E.; and Thomas, W., 2006, "Acceptance Testing Using 4 x 8 in. Cylinders," *Concrete International*, V. 28, No. 1, Jan., pp. 81-86.
- Dewar, J. D., 1995, "Developments in CUSUM Control Systems for Concrete Strength," *Proceedings of the 11th ERMCO Congress*, Istanbul, Dec.
- Erntroy, H. C., 1960, "The Variation of Works Test Cubes," *Research Report* No. 10, Cement and Concrete Association, London, UK, 28 pp.
- Kosmatka, S. H.; Kerkhoff, B.; and Panarese, W. C., 2002, "Design and Control of Concrete Mixtures," EB001, fourteenth edition, Portland Cement Association, Skokie, IL, 372 pp.
- Leming, M. L., 1999, "Probabilities of Low-Strength Events in Concrete," *ACI Structural Journal*, V. 96, No. 3, May-June, pp. 369-376.
- Mehta P. K., and Monteiro, P. J. M., 2006, *Concrete: Microstructure, Properties, and Materials*, third edition, Prentice-Hall, 659 pp.
- Metcalf, J. B., 1970, "The Specification of Concrete Strength, Part II, The Distribution of Strength of Concrete for Structures in Current Practice," *RRL Report* No. LR 300, Road Research Laboratory, Crawthorne, Berkshire, pp. 22.
- Murdock, C. J., 1953, "The Control of Concrete Quality," *Proceedings*, Institution of Civil Engineers (London), V. 2, Part 1, July, pp. 426-453.
- Natrella, M. G., 1963, "Experimental Statistics" *Handbook* No. 91 (reprinted 1966 with corrections), U.S. Department of Commerce, National Bureau of Standards (now National Institute of Standards and Technology [NIST]), Gaithersburg, MD. Neville, A. M., 1959, "The Relation Between Standard Deviation and Mean Strength of Concrete Test Cubes," *Magazine of Concrete Research* (London), V. 11, No. 32, July, pp. 75-84.
- Neville, A. M., 1996, *Properties of Concrete*, fourth and final edition, Pearson Education Ltd., Essex, UK, 844 pp.
- Rüsch, H., 1964, "Statistical Quality Control of Concrete," *Materialprüfung* (Dusseldorf), V.6, No. 11, Nov., pp. 387-394.
- Anderson, F. D., 1985, "الصوابات الإحصائية للخرسانة عالية القوة، ضمن كتاب High-Strength Concrete, SP-87، المعهد الأمريكي للخرسانة، فارمنغتون هيلز، ميشيغان، ص. ٨٢-٧١."
- Box, G. E. P.; Hunter, W. G.; and Hunter, J. S., 2005, "إحصاءات للمجربين (Statistics for Experimenters)".
- Cook, J. E., 1982, "بحث وتطبيق الخرسانة عالية القوة باستخدام الرماد المتطاير من الفنة C، مجلة Concrete International" (Concrete International)، العدد ٤، المجلد ٤، ٧٠-٧٢.
- Cook, J. E., 1989, "خرسانة بقوة ١٠,٠٠٠ رطل لكل بوصة مربعة، مجلة Concrete International" (Concrete International)، العدد ١٠، المجلد ١١، ٦٧-٧٥.
- Day, K. W., 2006, "تصميم الخلطة الخرسانية، ضبط الجودة والمواصفات (Mix Design, Quality Control and Specification)" (Mix Design, Quality Control and Specification)، E&FN Spon ٣٩١ صفحة.
- Detwiler, R. J.; Swor, T. E.; and Thomas, W., 2006, " باستخدام أسطوانات ٨ بوصة، مجلة Concrete International" (Concrete International)، العدد ٢٨، المجلد ٢٨، ٨٦-٨١.
- Dewar, J. D., 1995, "تطورات في أنظمة التحكم CUSUM لقوة الخرسانة، وقانع مؤتمر ERMCO الحادي عشر، إسطنبول، ديسمبر."
- Erntroy, H. C., 1960, "نقاوت مكعبات الاختبار في موقع العمل، تقرير بحثي رقم ١٠، جمعية الأسمنت والخرسانة، لندن، المملكة المتحدة، ٢٨ صفحة."
- Kosmatka, S. H.; Kerkhoff, B.; and Panarese, W. C., 2002, "تصميم الخلطات الخرسانية، EB001، الطبعة الرابعة عشرة، جمعية الأسمنت البورتلاندي، سكوكى، إلينوي، ٣٧٢ صفحة."
- Leming, M. L., 1999, "احتمالات حدوث القوة المنخفضة في الخرسانة، Structural Journal" (Structural Journal)، العدد ٣، المجلد ٩٦، ٣٦٩-٣٧٦.
- Mehta P. K., and Monteiro, P. J. M., 2006, "الخصائص، والمواد (Concrete: Microstructure, Properties, and Materials)" (Concrete: Microstructure, Properties, and Materials)، الطبعة الثالثة، برنتيس هول، ٦٥٩ صفحة.
- Metcalf, J. B., 1970, "تحديد مواصفات قوة الخرسانة، الجزء الثاني، توزيع قوة الخرسانة للمنشآت في الممارسة الحالية، تقرير RRL رقم 300 LR" (RRL رقم 300 LR)، مختبر أبحاث الطرق، كروثورن، بيركشاير، ص. ٢٢.
- Murdock, C. J., 1953, "التحكم في جودة الخرسانة، وقانع معهد المهندسين المدنيين (لندن)، المجلد ٢، الجزء ١، يوليوب، ص. ٤٢٦-٤٥٣."
- Natrella, M. G., 1963, "إحصاء التجربى، كتاب رقم ٩١ (أعيد طبعه عام ١٩٦٦ مع تصويبات)، وزارة التجارة الأمريكية، المكتب الوطنى للمعايير (الآن المعهد الوطنى للمعايير والتكنولوجيا [NIST])، غايثرسبيرغ، ماريلاند."
- Neville, A. M., 1959, "العلاقة بين الانحراف المعياري ومتوسط قوة مكعبات اختبار الخرسانة، مجلة Magazine of Concrete Research" (Magazine of Concrete Research)، العدد ١١، المجلد ١١، ٧٥-٨٤.
- Neville, A. M., 1996, "خصائص الخرسانة (Properties of Concrete)" (Properties of Concrete)، الطبعة الرابعة والأخيرة، بيرسون إيدىوكيشن المحدودة، إسيكس، المملكة المتحدة، ٨٤٤ صفحة.
- Rüsch, H., 1964, "ضبط الجودة الإحصائي للخرسانة، مجلة Materialprüfung" (Materialprüfung)، العدد ٦، المجلد ٦، ٣٨٧-٣٩٤.



American Concrete Institute®
Advancing concrete knowledge

As ACI begins its second century of advancing concrete knowledge, its original chartered purpose remains "to provide a comradeship in finding the best ways to do concrete work of all kinds and in spreading knowledge." In keeping with this purpose, ACI supports the following activities:

- Technical committees that produce consensus reports, guides, specifications, and codes.
- Spring and fall conventions to facilitate the work of its committees.
- Educational seminars that disseminate reliable information on concrete.
- Certification programs for personnel employed within the concrete industry.
- Student programs such as scholarships, internships, and competitions.
- Sponsoring and co-sponsoring international conferences and symposia.
- Formal coordination with several international concrete related societies.
- Periodicals: the *ACI Structural Journal* and the *ACI Materials Journal*, and *Concrete International*.

Benefits of membership include a subscription to *Concrete International* and to an ACI Journal. ACI members receive discounts of up to 40% on all ACI products and services, including documents, seminars and convention registration fees.

As a member of ACI, you join thousands of practitioners and professionals worldwide who share a commitment to maintain the highest industry standards for concrete technology, construction, and practices. In addition, ACI chapters provide opportunities for interaction of professionals and practitioners at a local level.

American Concrete Institute
38800 Country Club Drive
Farmington Hills, MI 48331
U.S.A.
Phone: 248-848-3700
Fax: 248-848-3701

www.concrete.org

Guide to Evaluation of Strength Test Results of Concrete

The AMERICAN CONCRETE INSTITUTE

was founded in 1904 as a nonprofit membership organization dedicated to public service and representing the user interest in the field of concrete. ACI gathers and distributes information on the improvement of design, construction and maintenance of concrete products and structures. The work of ACI is conducted by individual ACI members and through volunteer committees composed of both members and non-members.

The committees, as well as ACI as a whole, operate under a consensus format, which assures all participants the right to have their views considered. Committee activities include the development of building codes and specifications; analysis of research and development results; presentation of construction and repair techniques; and education.

Individuals interested in the activities of ACI are encouraged to become a member. There are no educational or employment requirements. ACI's membership is composed of engineers, architects, scientists, contractors, educators, and representatives from a variety of companies and organizations.

Members are encouraged to participate in committee activities that relate to their specific areas of interest. For more information, contact ACI.

www.concrete.org



American Concrete Institute®
Advancing concrete knowledge