



CONCRETE TECHNOLOGY I



تكنولوجيا الخرسانة 1

Lecture 2: Ordinary Portland Cement Manufacturing

Dr. Ahmed A. Ahmed

Al-Mustansiriyah University

College of Engineering - Civil Engineering
Department

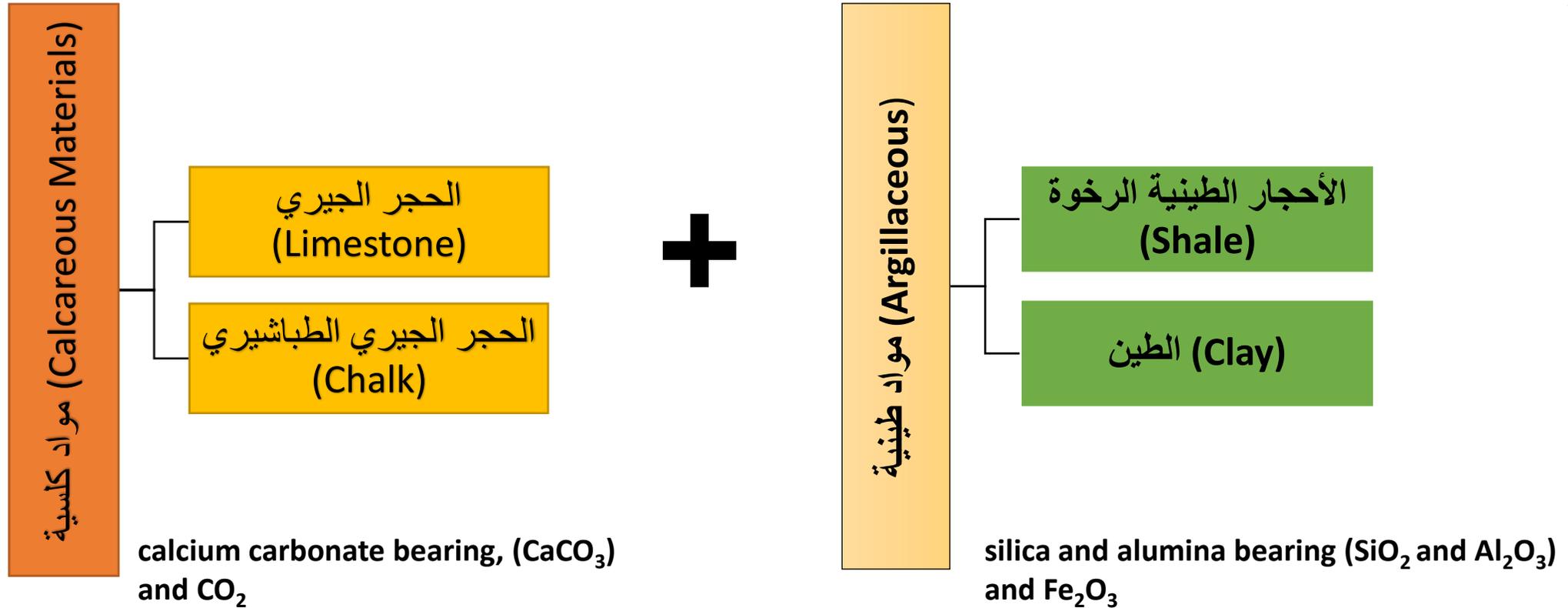
Learning Outcomes

في هذه المحاضرة سنتعرف على:

- المواد الاولية الداخلة في صناعة الاسمنت البورتلاندي (OPC)
- الأكاسيد المتوافرة في كلنكر الأسمنت المنتج
- مراحل تصنيع الأسمنت البورتلاندي (OPC)
- طريقة التصنيع الجافة – Dry Process
- الطريقة التصنيع الرطبة – Wet Process
- معامل الأسمنت في العراق

المواد الأولية - Raw Materials

إن المواد الأولية المستعملة في صناعة الاسمنت البورتلاندي (OPC) يجب أن تحتوي على كميات مناسبة من المركبات الحاوية على الجير (الكلس)، السليكا، الألومينا والحديد. ويتم ذلك بخلط



الأكاسيد المتوافرة في كلنكر الأسمنت المنتج

يتكون الكلنكر بشكل رئيسي من أربعة أكاسيد: **CaO** (الجير) ، **SiO₂** (السيالكا) ، **Al₂O₃** (الألومينا) و **Fe₂O₃** (أوكسيد الحديد)

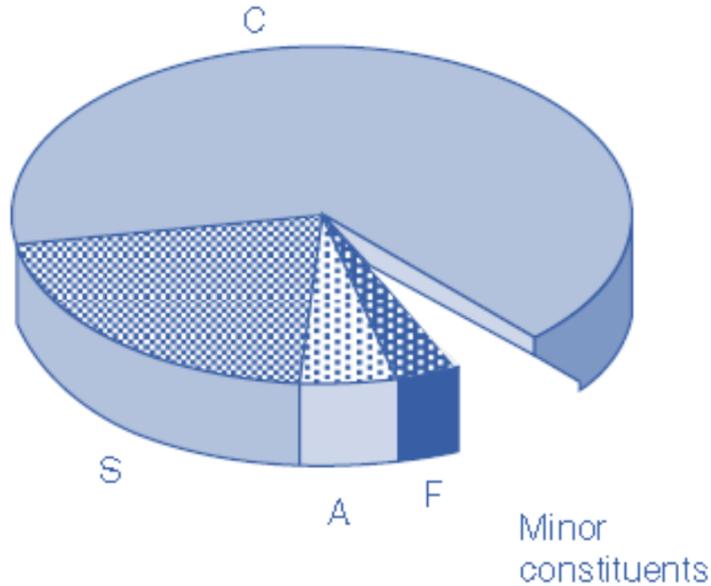
- **Alite (50%) C₃S**, 3CaO SiO₂ (CaO = C; SiO₂ = S)
- **Belite (25%) C₂S**, 2CaO SiO₂
- **Aluminate (10%) C₃A**, 3CaO Al₂O₃ (Al₂O₃ = A)
- **Ferrite (10%) C₄AF**, 4CaO Al₂O₃ Fe₂O₃ (Fe₂O₃ = F)
- **Gypsum (5%) CaSO₄·2H₂O**



الأكاسيد المتوافرة في كلنكر الأسمنت المنتج

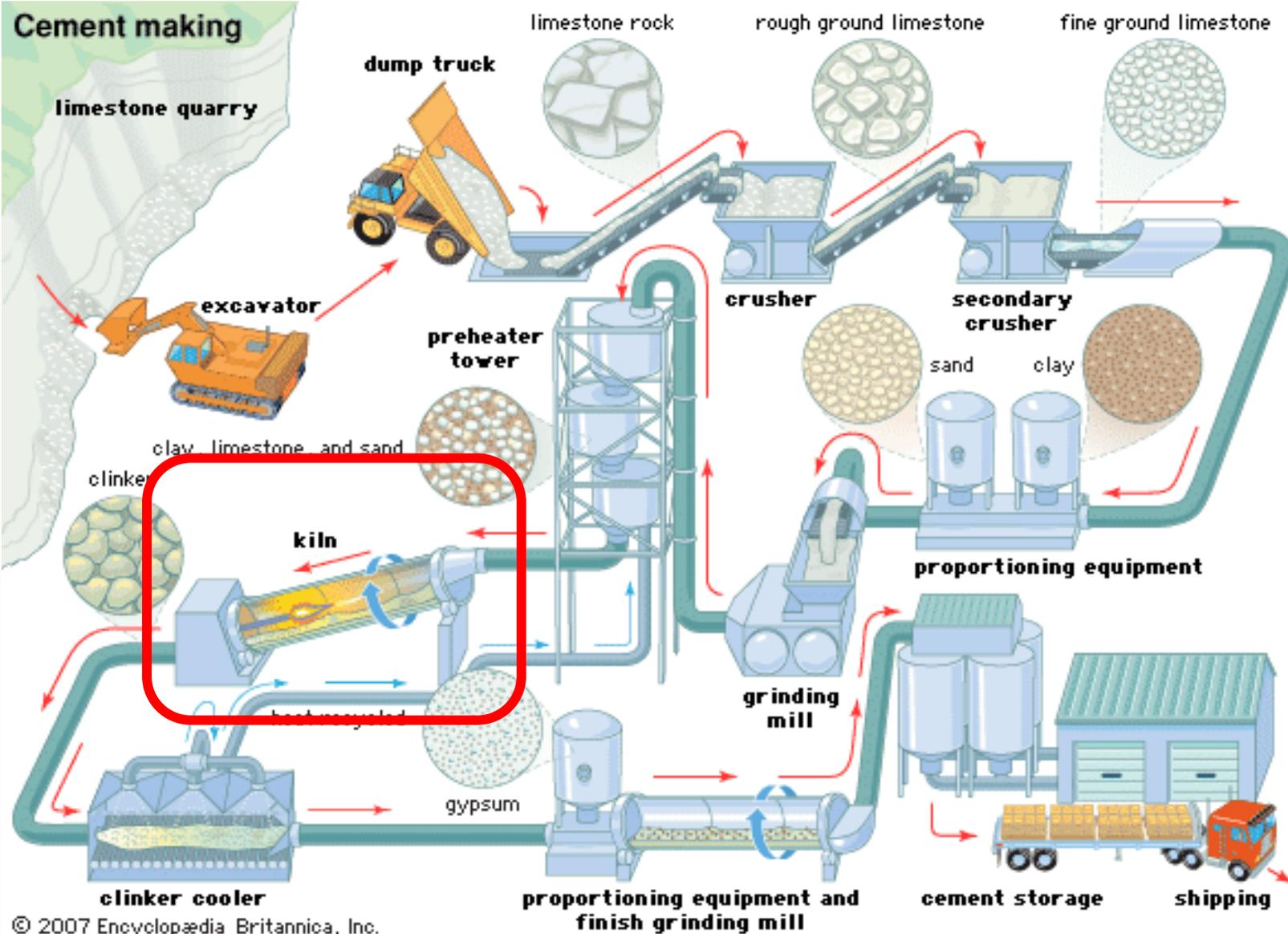
Main constituents	Cement chemist's shorthand	%
SiO ₂	S	21.1
Al ₂ O ₃	A	5.6
Fe ₂ O ₃	F	3.0
CaO	C	65.5
		<u>95.2</u>

Minor constituents	%
Mn ₂ O ₃	0.05
P ₂ O ₅	0.15
TiO ₂	0.30
MgO	1.50
SO ₃ (S)	1.20
Loss on ignition	0.50
K ₂ O	0.72
Na ₂ O	0.18
Fluorine	0.04
Chloride	0.02
Trace elements	0.01
	<u>4.67</u>



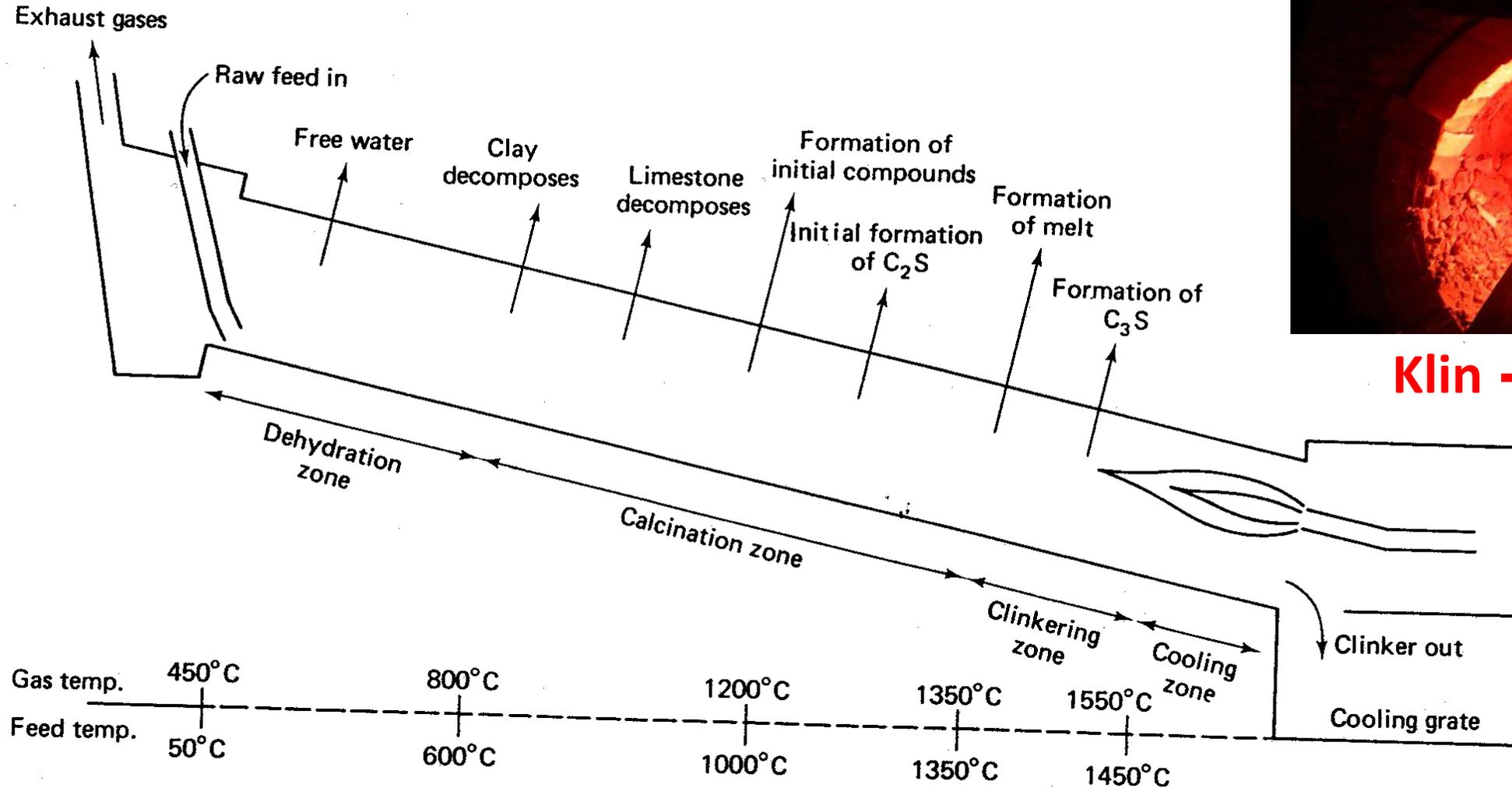
كما هو موضح في الشكل ، يظهر التحليل الكيميائي لكلنكر الأسمنت البورتلاندي أنها تتكون بشكل رئيسي من أربعة أكاسيد: CaO (الجير) ، SiO₂ (السيليكا) ، Al₂O₃ (الألومينا) و Fe₂O₃ (أكسيد الحديد). من أجل تبسيط وصف التركيب الكيميائي ، يتم استخدام شكل من الاختزال من قبل كيميائي الإسمنت حيث يشار إلى الأكاسيد الأربعة على التوالي C و S و A و F.

مراحل التصنيع العامة General Manufacturing Process



تتكون عملية تصنيع الأسمنت بشكل أساسي من طحن المواد الخام ، وخلطها بشكل جيد بنسب معينة وحرقتها في فرن دوار كبير عند درجة حرارة تصل إلى حوالي 1450 درجة مئوية عندها تتفاعل المواد وتندمج جزئياً في كرات تعرف باسم الكنكر. يتم تبريد الكنكر ويطحن إلى مسحوق ناعم ، مع إضافة بعض الجبس ، والمنتج الناتج هو أسمنت بورتلاند التجاري (OPC) المستخدم على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم

مراحل تصنيع الاسمنت البورتلاندي



الفرن الدوار - Klin

مراحل تصنيع الاسمنت البورتلاندي - ملخص

□ يتم تقليل حجم المواد الخام (نوع الحجر) أولاً إلى 125 مم ، ثم إلى 20 مم وتخزينها

□ يتم طحن المواد الخام إلى مسحوق ومزجها (الطريقة الرطبة أو الطريقة الجافة)

□ يتم إدخال المواد المخلوطة إلى فرن دوار ذو انحدار عند الطرف العلوي

□ يتم التحكم في معدل الانحدار وسرعة دوران الفرن

□ تصل درجة حرارة الطرف الأدنى للفرن إلى 1400 إلى 1550 درجة مئوية

□ الانصهار الجزئي للمواد الخام في الطرف الأدنى من الفرن

□ يتم تشكيل منتجات جديدة من المواد الخام

□ الناتج هو الكلنكر



مراحل تصنيع الاسمنت البورتلاندي

- ❖ الطريقة الجافة - جميع المصانع الأمريكية
 - ❖ يتم طحن المواد مثل الحجر الجيري والطين بشكل منفصل ثم يتم مزجها بالنسب المرغوبة
 - ❖ المواد المستخدمة أكثر صلابة
 - ❖ 15 إلى 20%
- ❖ الطريقة الرطبة - بعض المصانع في البلدان النامية
 - ❖ يتم الطحن والمزج بمواد ممزوجة بالماء لتشكيل ملاط
 - ❖ المواد المستخدمة أكثر ليونة بشكل عام
 - ❖ حوالي 30-40% ماء

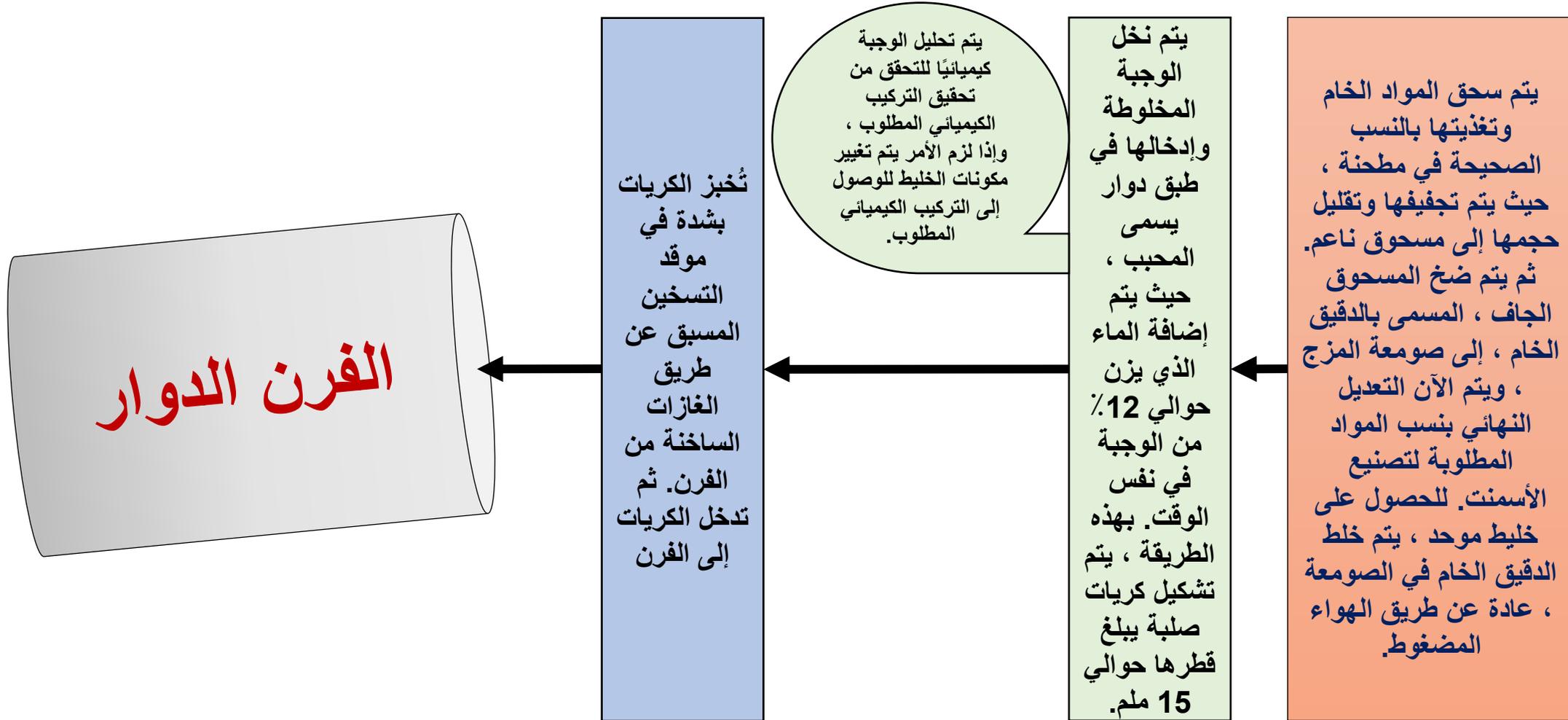
الطريقة الجافة – Dry Process

وهي نتاج للتطور الهائل في التكنولوجيا الحديثة حيث تستهلك حوالي ٦٠ % من الطاقة المستهلكة في الطريقة الرطبة وتمر المواد الخام الأولية على مستويات مختلفة في درجة حرارتها والتي تبدأ من ٩٥٠ درجة مئوية في بداية الفرن حتى تصل إلى ١٥٠٠ درجة مئوية في نهاية الفرن، ويصل طول الفرن إلى ٧٠ متر. وقد تصل الطاقة الإنتاجية في هذه الطريقة إلى ٣٥٠٠ طن/يوم. وهناك بعض الحالات التي تضطر القائمين على صناعة الأسمنت إلى استخدام هذه الطريقة، وذلك عندما تكون المواد الخام صلبة لدرجة أنها لا تتفتت بالماء كما أنها أيضا تستعمل في البلدان الباردة جدًا حيث يخشى على الماء من التجمد في الخليط. كذلك تستخدم أيضا في حالة قلة الماء اللازم لعملية الخلط

يتم اختيار الطريقة الجافة في الحالات التالية:

- ❖ إذا كانت المواد الأولية صلبة ولا تتفتت في الماء
- ❖ في البلدان ذات الجو البارد ، لتجنب انجماد الماء اثناء خلط المواد الأولية المستخدمة في التصنيع
- ❖ في المناطق التي يندر فيها وجود الماء اللازم لعملية التصنيع.

الطريقة الجافة – Dry Process



الطريقة الرطبة – Wet Process

وهي أقدم طريقة استعملت في صناعة الأسمنت مع نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين. هذه الطريقة تستهلك كثيرًا من الطاقة ولكنها تمكننا من الحصول على مواد ذات جودة عالية. تستعمل هذه الطريقة إذا كانت المواد الخام تحتوي على نسبة رطوبة عالية تتراوح ما بين ٣٠ إلى ٤٠% وقد يصل طول الفرن في هذه الطريقة إلى ٢٣٠ متر وقطره من ٥ إلى ٧متر، وبإحداً ٣ % للمساعدة على تدحرج المادة .

يتم اختيار الطريقة الرطبة اذا كانت نسبة الرطوبة في المواد الاولية عالية



الطريقة الرطبة - Wet Process

يتم تحليل الملاط كيميائياً للتحقق من تحقيق التركيب الكيميائي المطلوب ، وإذا لزم الأمر يتم تغيير مكونات الخليط للوصول إلى التركيب الكيميائي المطلوب.

يتم خلط الملاط ميكانيكياً في صهاريج التخزين ، ويتم منع ترسيب المواد الصلبة العالقة عن طريق ضخ الهواء المضغوط من قاع الخزانات.

الملاط سائل ذو قوام كريمي ، بمحتوى مائي يتراوح بين 35 و 50% ، وجزء صغير فقط من المادة - حوالي 2% أكبر من 90 ميكرومتر (غربال رقم 170).

عند استخدام الحجر الطباشيري ، يتم تكسيره جيداً وتشتيته (تفتيته) في الماء في احواض غسل. يتم تكسير الطين أيضاً وخلطه بالماء ، عادةً في احواض مماثلة. ثم يتم ضخ المزيجين وخلطهما بنسب محددة مسبقاً والمرور عبر سلسلة من الغرابيل ، يتدفق الناتج - ملاط الأسمت - إلى صهاريج التخزين.

عند استخدام الحجر الجيري ، يجب تكسيره ، ثم سحقه ، عادةً في كسارتين أصغر تدريجياً (كسارات أولية وثانوية) ، ثم يتم إدخاله في مطحنة (كرات) كما يتم تفتيت الطين في الماء. يتم ضخ الملاط الناتج في صهاريج التخزين. والعمليات التالية متشابهة بغض النظر عن الطبيعة الأصلية للمواد الخام.

أخيراً ، يمر الملاط المحتوي على محتوى الجير المطلوب إلى الفرن الدوار. وهذا الفرن عبارة عن أسطوانة فولاذية كبيرة مبطنة بالمواد الحرارية ، يصل قطرها إلى 8 أمتار ، وأحياناً يصل طولها إلى 230 متراً ، وهي تميل قليلاً عن المحور الأفقي من الأعلى إلى الأسفل.

- يتم تغذية الملاط في الطرف العلوي للفرن الدوار بينما يتم نفخ الوقود (الفحم المسحوق أو الزيت أو الغاز الطبيعي) مما يسبب انفجار هوائي في الطرف السفلي للفرن ، حيث تصل درجة الحرارة إلى حوالي 1450 درجة مئوية.
- يواجه الملاط ، أثناء حركته إلى أسفل الفرن ، درجة حرارة أعلى وبالتدريج. حيث في البداية ، يتم سحب المياه وتحرر غاز ثاني أكسيد الكربون؛ علاوة على ذلك ، تخضع المادة الجافة لسلسلة من التفاعلات الكيميائية حتى تصبح في النهاية ، في الجزء الأكثر سخونة من الفرن ، ما يقرب من 20 إلى 30 % من المادة بحالة سائلة ، حيث يعاد اتحاد الجير والسيليكا والألومينا. ثم تندمج الكتلة في كرات ، قطرها من 3 إلى 25 ملم ، تُعرف باسم الكنكر. ومن ثم يتم تبريد الكنكر.

معامل الأسمنت في العراق

تنتشر معامل الأسمنت الحكومية في مختلف أرجاء العراق ويبلغ عددها (18) معمل موزعة على ثلاث شركات:

1. الشركة العامة للأسمنت الجنوبية : وتحتوي تسعة معامل: 2. الشركة العامة للأسمنت العراقية : وتحتوي أربعة معامل:

- أ- معمل أسمنت الكوفة. (الطريقة الرطبة)
 - ب- معمل أسمنت النجف. (الطريقة الرطبة)
 - ج- معمل أسمنت المثنى. (الطريقة الجافة)
 - د- معمل أسمنت الجنوب. (الطريقة الرطبة)
 - هـ- معمل أسمنت كربلاء. (الطريقة الجافة)
 - و- معمل أسمنت ام قصر. (يختص بالطحن فقط)
 - ز- معمل أسمنت السدة. (الطريقة الرطبة)
 - ح- معمل أسمنت السماوة. (الطريقة الرطبة)
 - ط- معمل اسمنت بابل. (الطريقة الرطبة)
- أ- معمل أسمنت الفلوجة. (الطريقة الجافة – ينتج الاسمنت الابيض)
 - ب- معمل أسمنت القائم. (الطريقة الجافة)
 - ج- معمل أسمنت كبيسة. (الطريقة الجافة)
 - د- معمل أسمنت كركوك. (الطريقة الجافة)
3. الشركة العامة للأسمنت الشمالية : وتحتوي خمسة معامل:
- أ- معمل أسمنت بادوش. (الطريقة الجافة)
 - ب- معمل أسمنت حمام العليل. (الطريقة الرطبة)
 - ج- معمل أسمنت سنجار. (الطريقة الجافة)
 - د- معمل اسمنت الرافدين (الطريقة الرطبة)
 - هـ- معمل اسمنت الحدباء (الطريقة الرطبة)

كما توجد مصانع اسمنت غير حكومية (قطاع خاص)

متعددة.





**THANK
YOU
FOR
LISTENING
CLASS**

