

استخدام الزيوليت كماده مضافه في الخرسانه

Kazan State University of Architecture and Engineering

م.حمزه عبدالملك قيس

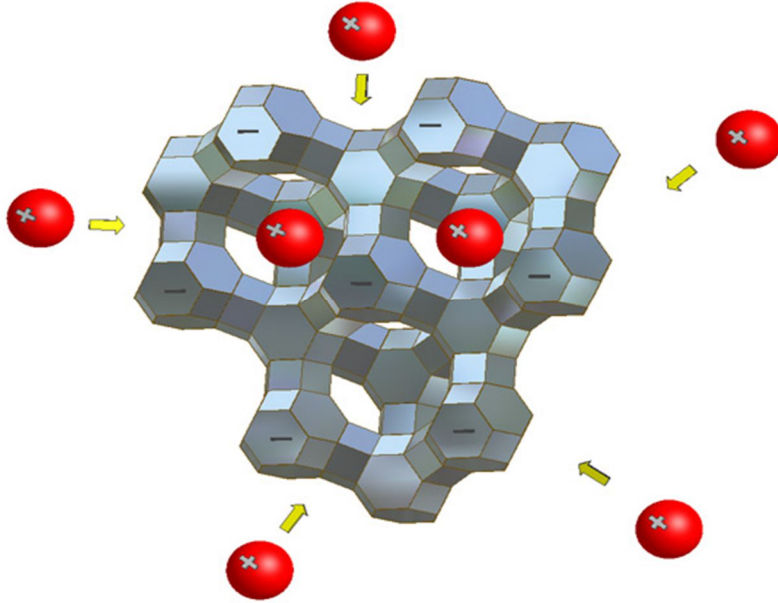
ماجستير هندسه مدنيه قسم هندسه المواد الخرسانيه

البريد الالكتروني: hamza.qais@mail.ru

Hamzah Abdulmalek Qais

في السنوات الأخيرة بدأت تظهر المزيد والمزيد من الإضافات التي تستخدم في مواد البناء. السعي وراء تحسين الخواص الميكانيكية والفيزيائية والكيميائية للمواد, اضافة الى خفض قيمه الاقصاديه جعلت الناس يخترعون انواع مختلفه من الاضافات والتي تضاف بصوره مباشره الى هذه المواد. سواء أكانت تلك الاضافات اصطناعيه او معدنيه فهي اما تكون مخترعه حديثا او لتحسين نوعيه الاضافات القديمه ولهذا يسعى العلم الى التطور في هذا الاتجاه. وفي هذه مقاله سوف نتحدث عن الزيوليت الطبيعي كمثل لهذا التطور.

الزيوليت **Zeolite** عباره عن اطار من سيليكات الالومنيوم على شكل هيكل يحوي تجاويف مترابطه وهذه التجاويف تحتلها الكاتيونات من العناصر المختلفه (لاحظ شكل 1) اضافة الى جزيئات الماء وهذه العناصر والجزيئات لهما القدره على ازالة وامتصاص هيكل الزيوليت عن طريق التبادل الأيوني والجفاف العكسي من دون حدوث اي تدمير في هيكل الزيوليت (1-5)



شكل 1. تجاويف هيكل الزيوليت وطريقة احتلالها عن طريق العناصر المختلفه

تواجد الزيوليتات في الحالة الطبيعيه في الحجاره البازلتية وفي الرواسب ،فقد تكونت عبر العصور الغابرة تحت تاثير المياه المعدنيه الساخنة ،أغلبيتها سميت على حسب اسم مكتشفها. ان إنتاج العالم السنوي للزيوليت الطبيعي (شكل 1) هو

4 مليون طن. 3 مليون طن منها تشحن إلى الأسواق الصينية، والدول الرائدة في إنتاج الزيوليتات الطبيعية في اوروبا الشرقية، اوروبا الغربية، آسيا، أستراليا. هناك 45 نوع من الزيوليتات الطبيعية قد تم اكتشافه(6). التركيب الكيميائي للزيوليت يختلف باختلاف نوع ومكان الزيوليت ومعرفة التركيب الكيميائي للزيوليت مهم حتى يتسنى لنا كيفية عمل الزيوليت ومدى تلائمه مع المواد الاخرى فكما هو معلوم فإن الزيوليت له استخدامات عديدة ومن احدى تلك الاستخدامات هي اضافته الى الخرسانه لتحسين ادائها .



شكل 1 زيوليت طبيعي

جدول 1. التركيب الكيميائي للزيوليت الطبيعي

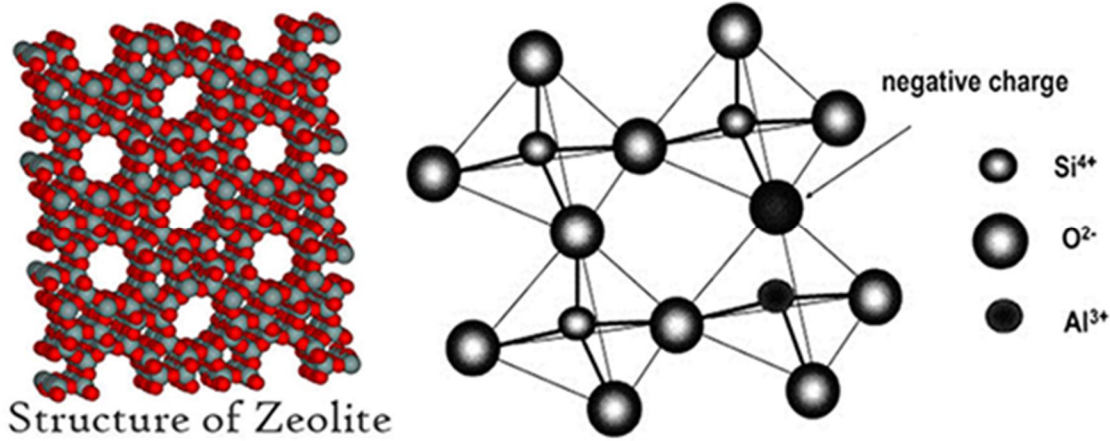
الكمية, %								العناصر
K ₂ O	SO ₃	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	SiO ₂	
3.02	-	11.9	2.086	1.04	0.45	1.26	71.4	الزيوليت

احدى السمات التي تميز التركيب الهيكلي للسيليكات هو ان كل رباعي الواجهه من $(SiO_4)^{4-}$ يرتبط بمساعدة ايونات الاوكسجين المشتركة مع رباعيات الواجهه(الاسطح) الاخرى في سلسله لانهايه من الأطر ثلاثية الابعاد. كما الهياكل - ان انقسام اي ذرة اكسجين بين اثنين من رباعي الواجهه المتجاوره تبقي اطر تلك الاسطح متعادله كهربائيا. البلوريه المعدله من السيليكون يمكن ادراجها تحت الاطر السيليكاتيه.(7)

في الاطر الالومينوسيليكاتيه يتم استبدال جزئ اكسيد السيليكون باكسيد الالومنيوم $(AlO_4)^{5-}$ وهذا مايفسر التقارب القوي في الخصائص لأيون السيليكون Si^{4+} وايون الالومنيوم Al^{3+} ونتيجة لذلك الاستبدال يبقي ايون واحد من ايونات اكسيد الالومنيوم $(AlO_4)^{5-}$ غير مرتبط وهذا الايون السالب يتم تعويضه من قبل الكاتيونات. لاحظ شكل 2 ملاحظه:

وغيرها. الكاتيونات التي تقوم بتعويض ايون اكسيد الالومنيوم السالب هي الكاتيونات الاكثر شيوعا من الفلزات القلويه

والفلزات القلوية الترابية (الارضيه) — $Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Sr^{2+}, Ba^{2+}$



شكل 2. التركيب الهيكلي لماده الزيوليت

اضافة الزيوليت الى الخرسانه يؤدي الى خفض الاسمنت فيها بنحو 20% وكذلك خفض الرمل فيها الى 30%. كما ان اضافة الزيوليت الى الخرسانه يؤدي الى زياده متانتها(زيادة قوة الضغط) بنحو 6-14% اذا ما قارنا ذلك بالخرسانه التي لاتحتوي على اضافات الزيوليت. علاوة الى ذلك فان الزيوليت يعمل على التقاط هيدروكسيل الكالسيوم الى هيكله وبالتالي يمنع تدمير الحجره الاسمنتيه(8). لقد كانت هناك العديد من الدراسات والتي تناولت في مجملها تأثير الزيوليت ف في الخرسانه . جدول 2 يوضح زياده قوم الضغط في الخرسانه التي تحتوي على الزيوليت بعد مرور 28 يوم بعد صبها في قوالب خاصه . وفي هذه البحث استخدمنا قالب بحجم 16*4*4 كما هه مبين في شكل 2

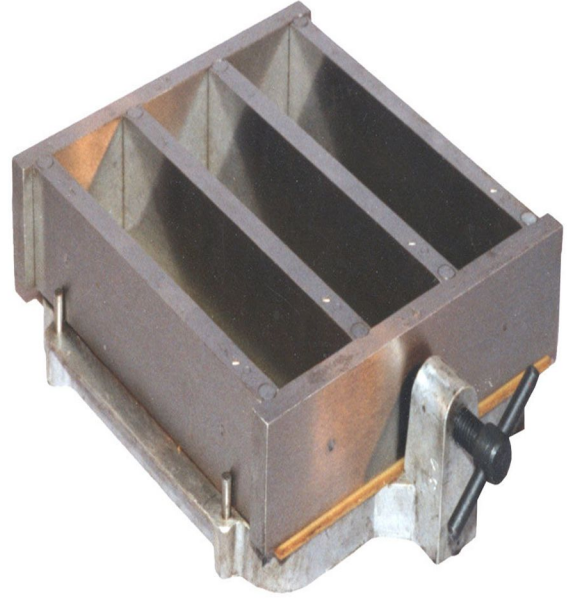
جدول 2. تأثير الزيوليت في قوة ضغط الخرسانه وفوة الانحناء ومقارنة ذلك بالخرسانه الغير محتويه على الزيوليت .

متوسط قوة الانحناء بعد 28 يوم	متوسط قوة الضغط بعد 28 يوم	كثافة المزجه الخرسانيه, جم/سم ³	نسبة الماء الى الاسمنت	كمية الماء, ملي لتر	المواد المستهلكه جم/سم ³			رقم المكونات
					الزيوليت	الرمل	الاسمنت	
103.9	68.8	2500	0.33	200	—	1500	600	1
112	72.81	2520	0.33	200	30	1500	570	2
93.66	69.5	2530	0.33	200	60	1500	540	3

بعد مرور 28 يوم تم اختبار قوة الضغط بواسطه جهاز اختبار قوة الضغط للخرسانه كما هو مبين في شكل 4 كما وتم اختبار قوة انحناء الخرسانه بواسطه جهاز اختبار قوة انحناء الخرسانه كما هو مبين في شكل 5.



شكل4.جهاز اختبار قوة الضغط للخرسانه



شكل3. قالب فولاذي من نوع 16*4*4
توضع فيه المزجه الخرسانيه حتي التصلب



شكل5. جهاز اختبار قوة انحناء الخرسانه

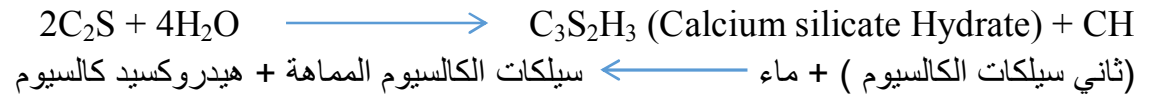
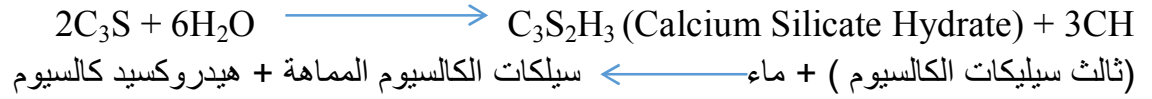
كانت النتلج كالتالي :

- 1- استبدال 5% من الاسمنت بالزيوليت ادت الى زيادة قوة الضغط للخرسانه بنسبه 6%
 - 2- استبدال 5% من الاسمنت بالزيوليت ادت الى زيادة قوة الانحاء للخرسانه بنسبه 7.2%
 - 3- استبدال 10% من الاسمنت بالزيوليت ادت الى زيادة قوة الضغط للخرسانه بنسبه 1%
 - 4- استبدال 10% من الاسمنت بالزيوليت ادت الى انخفاض قوة الانحاء للخرسانه بنسبه 10%
- يرجع سبب زيادة قوة الضغط في الخرسانه المحتويه على الزيوليت الى الهيكل المكون للزيوليت والذي يحتوي قنوات وفجوات ذات انيونات حره وهذه الانيونات تعمل على التقاط الكاتيونات التي تبرز خلال عملية اماهة الاسمنت وبالتالي منع الحجاره الاسمنتيه من التكسر من خلال منحها مقاومه ضد قوة الضغط. ولتوضيح ذلك اكثر سوف نقوم بتوضيح عملية الاماهة للأسمنت حتي يتسنى لنا معرفة نوع التفاعلات التي تحدث نتيجة لتلك العمليه .

عملية الاماهة

هي عملية تفاعل بين مكونات الاسمنت (C_2S و C_3S) والماء لتكوين هيدروكسيد الكالسيوم اضافة الى هيدرات هيدروكسيد الكالسيوم. وهذه المركبات تجعل من الاسمنت مادة ذات خواص تماسكيه وتلاصقيه تمكنه من الارتباط مع المواد الاخرى(9).

يمكن توضيح عملية اماهة السيليكات حسب المعادلات التالية:



وفي هذا التفاعل ينتج عن اماهة C_3S

61% سيليكات الكالسيوم المماهة

39% هيدروكسيد الكالسيوم

اما بالنسبة لاماهة C_2S فينتج

82% سيليكات الكالسيوم المماهة.

18% هيدروكسيد الكالسيوم.

ملاحظه :

تفاعل ثاني سيليكات الكالسيوم ابطاً من تفاعل ثالث سيليكات الكالسيوم ولهذا فإن ثاني سيليكات الكالسيوم (C_2S) مسئول عن مقاومه المتأخره بينما ثالث سيليكات الكالسيوم مسئول عن المقاومه المبكره.

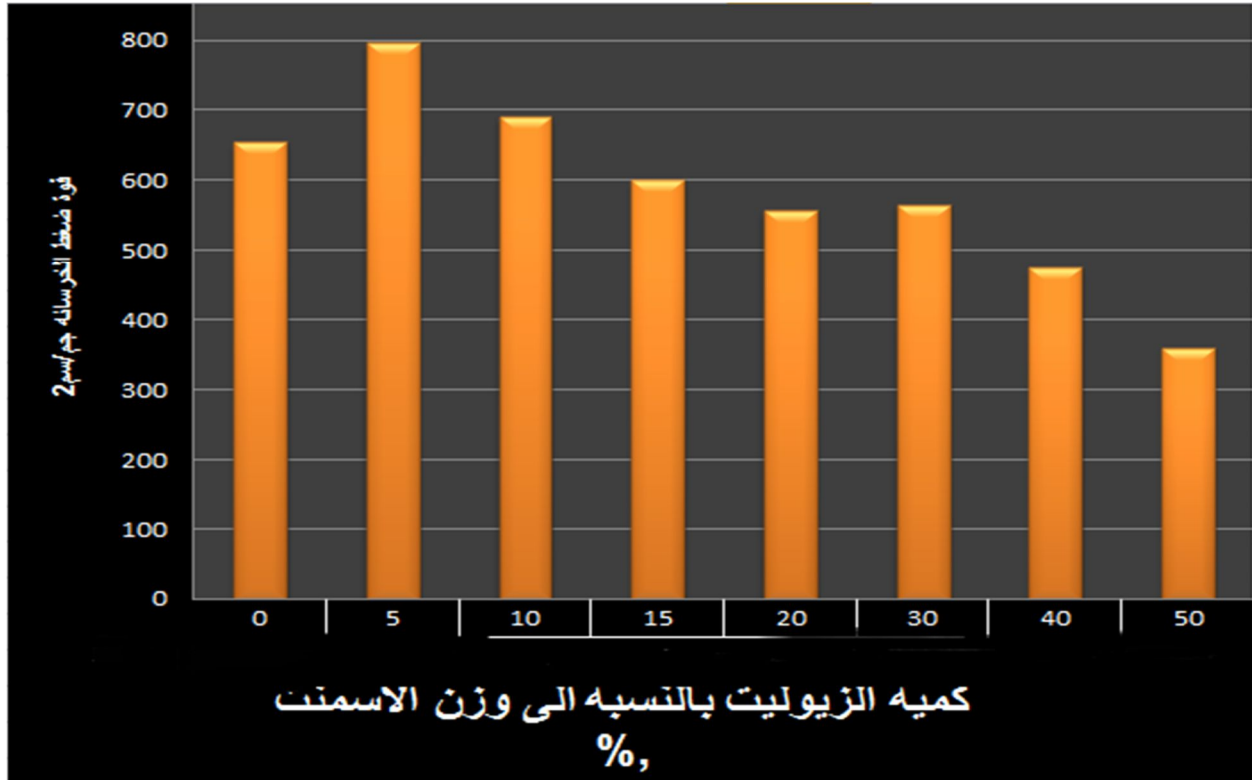
من هنا نلاحظ ان من عملية اماهة السيليكات يتكون هيدروكسيد الكالسيوم. وهذه السيليكات (C_3S و C_2S)

هي التي تعطي حجرة الاسمنت المقاومه المطلوبه ولأن هيكل الزيوليت يحتوي على فجوات وقنوات فمن السهل ان يلتقط الزيوليت هيدروكسيد الكالسيوم عن طريق التبادل الايوني (لاحظ شكل4) الذي ينتج من عملية اماهة السيليكات في الاسمنت وهذا الترابط او التلاصق (هيدروكسيد الكالسيوم مع هيكل الزيوليت) ينتج عنه زياده قوة الضغط في الخرسانه المحتويه عن الزيوليت بالرغم ان تلك المقاومه ليست كبيره عند اضافة 10% (بالنسبه لوزن الاسمنت) من الزيوليت. انظر جدول 2.

ملاحظه:

زياده نسبة الزيوليت الى اكثر من 10% بالنسبة الى وزن الاسمنت يؤدي الى خفض قيمة مقاومة الضغط للخرسانه وربما يرجع ذلك الى زياده نسبة الفجوات والتي لايمكنها التقاط المزيد من هيدروكسيد الكالسيوم المتكون من عملية

اماهه السيليكات الموجوده في الاسمنت مما يؤثر على قوة الترابط بين جزيئات كل من الاسمنت والزيوليت وبالتالي انخفاض قيمة مقاومة الضغط للخرسانه (انظر شكل 6)



شكل 6. تأثير الكميات المختلفه من الزيوليت على قوة ضغط الخرسانه (0%، 5%، 10%، 15%، 20%، 30%، 40%، 50%).

وهكذا ينبغي النظر الى ماده الزيوليت كماده اضافيه واعده في الخرسانه كون الزيوليت يحسن من اداء الخرسانه كما انه يساعد على خفض القيمه الاقتصاديه لها.

المراجع:

- (1) Mineralogical encyclopedia/ed. by K. Frey: TRANS. angl. — L.: Nedra,511p.
- (2) Betehtin A. G. Publisher: Publishing House Of Geological Literature.956p.
- (3) Godovikov A. A. Mineralogy-M., "Nedra".559p.
- (4) Kostov I Mineralogy.Publisher: Moscow: Mir.559p.
- (5) Breck D.N. Zeolite molecular sieves, Publisher: Moscow: Mir.781p.
- (6) Barrer R. Hydrothermal chemistry of zeolite, Publisher: Moscow: Mir.420p.
- (7) الزيوليت. (2015 ، 22 مايو) . في ويكيبيديا ، الموسوعة الحرة . تم الاسترجاع 18:05 ، 1 ديسمبر 2015 ،
- (8) الرابط:

<https://ar.wikipedia.org/wiki/زيوليت>

- (8) Pozhidaev, D. A., Kozin A.V. Cugowski zeolites as additive in mineral building materials.article.
- (9) <http://qu.edu.iq/eng/wp-content/uploads/2015/02/الاسمنت.pdf>