تأثير النفط الخام والمشتقات النفطية على الخرسانة المتصلبة

يوسف امير بابير
وزارة النفط - معهد التدريب النفطي/ بغداد

الخلاصـــــــــــة

يعتبر النفط الخام المصدر الاساسي للطاقة في جميع أنحاء العالم ونتيجة لارتفاع تكاليف صناعة وصيانة الخزانات المعدنية فقد بدا التفكير في مواد أخرى غير الحديد لخزن النفط الخام ومشتقاته ، ومن هذه المواد الخرسانة المسلحة . أهتمت البحوث السابقة بدراسة تأثير المشتقات النفطية بصورة عامة على خواص الخرسانة بمختلف اشكالها ، أما بالنسبة للبحث الحالي فيتناول دراسة خاصية النفاذية بالاضافة الى الخواص الميكانيكية للخرسانه المتصلبة المعرضة الى النفط الخام والمشتقات النفطية بناءاً على نتائج وفحوصات مختبرية لبحوث عملية . يستعرض هذا البحث دراسة تاثير النفط الخام على مقاومة الانضغاط (Compressive Strength) ومقاومة الشد الانفلاقي (Splitting Tensile Strength) ومعامل المرونة (Modulus of Elasticity) ومعامل التصدع (Modulus of Rupture) [3] .

لقد اعتمدنا ستة انواع من المواد السائلة في عملية دراسة المتغيرات (Parametric Study) لهذا البحث وهي (الماء ، زيت الغاز ،المشتقات النفطية الاخرى اضافة الى النفط الخام ومن مختلف الحقول) من اجل المقارنة الموضوعية . كما تم خلال هذا البحث استخلاص بعض الاستنتاجات المفيدة في هذا المجال لتؤخذ بنظر الاعتبار عند تعرض الخرسانة للمشتقات النفطية.

ووجدنا من التجارب العملية تعرض الخرسانة المتصلبة الى المشتقات النفطية يؤدي الى نقصان مقاومة انضغاطها بحدود (3.5-19)% ونقصان مقاومة الشد بمقدار (19) % كما وجدنا زيادة مستمرة في مقاومة الانضغاط لنماذج الخرسانه المعرضة للماء وأن نسبة الزيادة هي (22.4)% لغاية (360 يوم) . ووجدنا أنخفاض معامل المرونه ومعامل الانفلاق للخرسانه المعرضه لمختلف المشتقات النفطية ولمدة (120) يوم فما فوق وبنسب مختلفة وحسب نوع المشتق النفطي .

كما وجدنا بان الخزانات الخرسانية ذات الجدران المسلحة والحاوية على الماء بحاجة الى قيم شد طوقي (Hoop Tension) واجهاد قص مقاوم (Shear Stress Resistance) أكبر من بقية الخزانات الحاوية على المشتقات النفطية .وكنتيجة لذلك فأن كمية التسليح الطوقي(Hoop

Reinforcement) المطلوبة للخزانات الحاوية على المشتقات النفطية هي اقل بكثير من تلك الحاوية على الماء.لقد تراوح مقدار التسليح لجدران الخزانات النفطية بين (57-67)% كنسبة مئوية من جدران الخزانات المائية ولخزانات ذات احجام معتدلة ولقد تبين ان الوزن النوعي للمادة السائلة له الاثر الكبير على تحديد مقدار سمك جدران الخزانات ذات الحجم الواحد فمثلا السمك المطلوب لجدران الخزانات المائية كانت بحدود (1.9-3.9) مرة و(2.2-4.9) مرة من السمك المطلوب لجدران الخزانات الحاوية على زيت الغاز والنفط الخام على التوالي.

واستنادا الى النتائج التي تم الحصول عليها في هذا البحث فقد وجدنا بأن خسائر المشتقات النفطية لليوم الواحد تعتمد وبشكل اساسي على معامل النفاذية (Coefficient of permeability) ونوع المادة السائلة المخزونة .

المقـــدمـة (Introduction)

لقد ازدادت أهمية النفط الخام (Crude Oil) وكذلك مشتقاته وتوسعت أستخداماته في كافة مجالات الحياة ، فتوجهت الانظار الى خزنه وخزن مشتقاته وبكميات كبيرة وبالشكل الامثل وبشتى الاساليب والطرائق خوفاً من نفاذه في الحالات الاستثنائية مثل (الحروب ، توقف الانتاج .....الخ) وبالتالي توقف المصانع والمعامل وكافة مرافق الحياة الاخرى التي تعتمد عليه . وبذلك برزت أهمية أستخدام الخزانات المعدنية لخزنه وخزن مشتقاته ثم توجهت الانظار لغيره من البدائل حيث أصبحت الخزانات الخرسانية المسلحة (Reinforced Concrete Tanks) وغير المسلحة البديل الاول بعد أن تم أجراء العديد من البحوث والدراسات العملية والنظرية من أجل ذلك .

ولغرض خزن النفط الخام وكافة مشتقاته في خزانات خرسانية بشكل امن وكفوء يتطلب العمل على انتاج خرسانة ذات مسامية اقل ما يمكن لتكون ذات ديمومة عالية واداء جيد طيلة فترة الاستخدام وكذلك هناك ضرورة لدراسة تاثير هذه المشتقات على كافة خواص الخرسانة ليتسنى توظيفها اثناء تصميم الخزانات .

أن للخزانات الخرسانية مميزات عديده منها :

1- توفر المواد الاولية التي تصنع منها وكلفها الواطئه مقارنه بالكلف العالية للحديد الذي يصنـع منها الخزانات الحديدية .

2- بالامكان أستخدامها لخزن أنواع مختلفة من المواد ، حيث بالامكان خزن الغـــازات السائلـه فيها بعد تبطينها بمادة خامله .

3- متطلبات السلامة والامان متوفرة فيها أكثر من الخزانات الحديدية التي تحتـــاج الى أحاطتـها بالجدران الخرسانية .

4- الحاجة الضرورية والماسة لهذه الخزانات وخصوصاً في المواقــع البعيـــدة لآستكشـــــاف وأستخراج النفط الخام حيث اللجوء الى الخزن الكثير في مواقع أنتاج النفط الخـــام لاسبـــاب تتعلق بضرورات النقل والتفريغ .

النفط الخام سائل أسود القوام يتكون من خليط من مركبات هيدروكاربونية ذات تراكيب كيمياوية متفاوتة التعقيد لكن القاسم المشترك لها هو تكونها من تشكيلات مختلفة من ذرات الكاربون والهيدروجين . وبذلك تختلف تراكيب النفط الخام حسب نوعيتة وكثافته ، وبالتالي الاختلاف في نوع المنتجات المكررة التي نحصل عليها من برميل النفط الخام . وتنقسم مكونات النفط الى صنفين هما (البارافينات و النافثينات) ويتميز الصنف الاول بسرعة التطاير الى حد ما مثل الغاز المسال .أما الصنف الثاني فيكون مدخلات مهمة لصناعات لاحقة مثل النفط الابيض ومنتجات البنزين . وفضلاً عن ذلك يحتوي النفط الخام على بعض الشوائب وخاصة مركبات الكبريت والنتروجين أضافة الى عدد من المعادن ومركبات الكبريت تؤثر في نوعية النفط الخام ودرجة كثافته ثم في جودة المنتجات المكررة . مما يؤثر على ما نسميه معامل تعقيد المصافي الذي يمثل عددالوحدات التشغيلية المضافة الى وحدات التكرير للحصول على منتجات مكررة خفيفة ومنخفضة المحتوى الكبريتي ، تقل فيها الشوائب ومركبات الرصاص التي تؤثرفي تلوث البيئة [2] .

وعادة ما تصنف النفوط على وفق معايير متعددة منها : المحتوى الكبريتي والشمعي . ودرجة الكثافة على أساس مقياس الكثافة لمعهد البترول الامريكي

(American Petroleum Institute A.P.I) وصيغته كالاتي :-

$$API = \frac{141.5}{SP.Gr} - 131.5 \qquad \text{.....(1)}$$

وبذلك تصنف النفوط الى خفيفة وثقيلة ومتوسطة وبسبب التطورالكبير في صناعة التكرير أدخل تصنيفاً جديدا يعتمد على التركيب الكيمياوي للنفط الخام ومنتجاته وكما ياتي :-

1- منتجات بارافينية / بارافينية .2- منتجات نافثينية / نافثينية.3- منتجات بارافينية / نافثينية .4- منتجات نافثينية / بارافينية . انظر جدول رقم (1).

جدول رقم (1) تصنيف النفوط حسب معهد البترول الامريكي (API) [2]

نوع الخام	الوزن النوعي	درجة الكثافة (API)
بارافيني / بارافيني	أقل من 0.825	أكبر من 40 º
بارافيني / نافثيني	أقل من 0.825	أكبر من 40 º
نافثيني / نافثيني	أكبر من 0.860	أصغر من 33 º
نافثيني / بارافيني	أكبر من 0.860	أصغر من 33 º

مما سبق نستنتج بأن المنتجات النفطية الاساسية هي :-

1- المنتجات الخفيفة (Light Products) مثل الغاز المسال.

2- المنتجات المتوسطة (Middle Products) مثل النفط الابيض.

3- المنتجات الثقيلة (Heavy Products) مثل الزيوت والشحوم.

الهدف من البحث (Aim of the Research)

أن الهدف من البحث يدور حول مدى أمكانية صنع الخزانات لخزن النفط الخام أو مشتقاته من الخرسانه المسلحه بدلاً من الصفائح الفولاذية ذات الكلفة العالية والشحيحة في معظم دول العالم كما وأن البحث مهم لكونه يبين مدى تأثر مقاومتي الشد والانضغاط للخرسانه المتصلبة عند تعرضها للنفط الخام أو أحدى مشتقاته .

النفط الخـــام والمشتقات النفـطـية Crude oil and its products

يلعب النفط الخام ومشتقاته دوراً كبيراً في التقدم الاقتصادي والصناعي والحضاري للبلدان المنتجة له ، ولذلك يتم خزن كميات كبيرة منه ومن مشتقاته ،حيث يتم أستخدام الخزانات والانابيب الحديدية لخزنه ونقله ولكن تبقى مشكله النقص في الخزين قائمة في الدول غير المتخصصة بصناعة الفولاذ، اضافة الى الكلف العالية لآنشاء هذه الخزانات وصيانتها ومتطلبات سلامتها . ولهذا توجه الانظار الى البدائل الا وهي الخزانات الخرسانية بنوعيها المسلحة (Reinforced Concrete) وغير المسلحة . ان المشتقات النفطية تنفذ من خلال الشقوق (Cracks) الموجودة في الخرسانة. هذه الشقوق التي تحدث اما خلال التصنيع او بسبب الاجهادات المسلطة اثناء الاستخدام، لهذا السبب حددت استخدام الخزانات والانابيب المصنوعة

من الخرسانة لكون نفاذية الخرسانة تزداد بوجود هذه الشقوق والتي تؤدي الى نضوح وتسرب المائع منه .

أيجابيات Advantages استخدام الخزانات الخرسانية

لمعرفتنا الواسعة في الخرسانه كمادة أنشائية تستخدم وبشكل واسع في العراق فأن هناك أيجابيات عديدة تشجع على أستخدامها في صنع الخزانات الخرسانية لخزن المشتقات النفطية أهمها [3] :-

ا- قلة كلفة المواد المستخدمة لصنع الخزان مقارنة مع غيرها من المواد كالفولاذ مثلا.

ب- أكثر ديمومة ومقاومة لمعظم الظروف البيئية.

ج- مقاومتة الجيدة للحرائق والهزات الارضية .

د- ملائمة للاستخدام فوق سطح الارض وتحت مياه البحار والمحيطات ايضا .

هـ - مرونة تصنيعها بمختلف الاحجام والسعات .

الجزء العملي :يتكون هذا الجزء من فقرتين هما :-

1- قياس مسامية ونفاذية الخرسانة المتصلبة

Measurment Concrete Porosity and Permeabilit Measurment

ان جريان الموائع خلال المواد الحاوية على المسامات تحكمه عدة نظريات.ووجد بأنه يمكن تطبيق قانون دارسي لتقدير مدى نفاذية الخرسانة المتصلبة حيث تحتسب بالمعادلة التالية:-

$$Q=AK(P2-P1)/\mu\ L.....(2)$$

حيث ان Q: معدل الجريان (سم3/ثانية)

A:مساحة مقطع الجريان (سم2)

K: معامل النفاذية (دارسي)

(P2-P1): فرق الضغط (جو)

μ: لزوجة المائع (سنتي بويز)

L: طول مقطع الجريان (سم)

وبعد قيامنا بالتجارب العملية لقياس نفاذية الخرسانة المتصلبة في مختلف الظروف وعندما تكون ارتفاع السوائل المستخدمة (head) من (1.8 – 1.9) متر وكانت النتائج كما يأتي :-

1- معدل جريان السوائل تقل مع مرور الوقت ويصبح ثابتا بعد(96) ساعة .

2- التغير في مستوى السائل لايؤثر على معامل النفاذية وقد لوحظ بأن النماذج الخرسانية المجففة له معامل نفاذية اكبر بمقدار (9 –20) مره من النماذج الرطبة. وتم وضع العلاقة الاتية : حيث ان :-

$$K = A^2 B. T.^{(2B-1)} / H.....(3)$$

K = معامل النفاذية Coefficient of Permeability

D / T = A

D = عمق نفوذ السائل (سم)

T = وقت نفوذ السائل (ثا)

B = ثابت = $\frac{1}{3.4}$

H = ارتفاع السائل (سم)

وبعد دراسة نفاذية عجينة السمنت المتصلدة للنفط الخام وبأستخدام السمنت البورتلاندي الاعتيادي والسمنت المقاوم للاملاح الكبريتية وجدنا ما يأتي :

1- يزداد معامل النفاذية (Ks) بزيادة نسبة الماء / السمنت (w/ c) للعجينة.

2- يزداد معامل النفاذية (KS) بزيادة الضغط المسلط .

3- يقل معامل النفاذية (KS) مع الوقت خلال (100) ساعة الاولى ولكن يصل الجريان الى مقدار ثابت بعد حوالي (120 -170) ساعة .

4- يزداد معامل النفاذية مع المسامية الكلية (Total porosity) لعجينة السمنت المتصلب والخرسانة المتصلبة وان مقدار الزيادة ليس خطيا وانما بشكل تصاعدياً واسيا.

5- يزداد معامل النفاذية ks بزيادة المحتوى السمنتي ولكن لحد نسبة (500) كغم/م^3 فقط.

6- تكون عجينة السمنت المتصلدة ذات نفاذية أقل للنفط الخام مقارنه بالماء .

7- نفاذية العجينة الحاوية على السمنت البورتلاندي الاعتيادي اقل من نفاذية العجينة الحاوية على السمنت البورتلاندي المقاوم للاملاح.

8- يقل معامل النفاذية (ks) بسرعة مع الوقت عند فحص كافة النماذج الخرسانية لحين الوصول الى حالة الاستقرار بعد حوالي (120-144)ساعة

9-يكون معامل النفاذية(ks) للنماذج الخرسانيه المتصلبه والمغموره في النفط الخام اقل من معامل النفاذيه (ks)لنماذج مشابهه والمغمره في الكازاويل والماء والسبب يعود الى ان لزوجه النفط الخام اكبر من لزوجه الكازاويل و الماء .

10- تكون النفاذية النوعية (Specific Permeability) للكازاويل اعلى من الماء او النفط الخام .

11- يتأثرمعامل النفاذيه للخرسانه المتصلبه بشكل كبير بنسبه الماء/ السمنت (w/c) .

12- تزدادالنفاذيه النوعيه دائما وبشكل خطي مع زياده الضغط الهيدروستاتيكي المسلط .

13-يحدث انخفاض ملحوظ لمعامل النفاذيه والنفاذيه النوعيه لنماذج الخرسانه المتصلبه عند اضافه المضافات (additives) مع الخلطة الخرسانيه. وهذا الانخفاض يعتمدعلى نوع المضاف ومقدار الضغط الهيدروستاتيكي المسلط .

وبشكل عام يمكن التاكيد على ان عمر الخرسانة له علاقة مع نفاذيتها لذلك فان السيطره على النفاذيه هي العامل الرئيسي عند صنع الخزانات الخرسانيه.وبناءا على كل ما ورد انفا فان لكل نوع من المشتقات النفطية يتطلب خرسانة ذات خواص محددة لجعلها غير نفاذة وقادرة على حفظ الخزين بشكل كفوء وامن.

2- تاثيرالمشتقات النفطية على خواص الخرسانة المتصلبة

Influence of Crude oil Products on the Concrete

ان النفط الخام ومشتقاته الخالية من المواد الكبريتية والمواد الفعالة الاخرى تعتبر غير ضارة وخاملة نسبيا (لا تتفاعل) مع الخرسانة المتصلبة حيث يعتمد المحتوى الكبريتي على اصل النفط الخام وظروف تكونه وبعد قيامنا بالتجارب المختلفه لدراسة قوتي الانضغاط والشد باستخدام نماذج مكعبه قياس (50ملم) والموضوعة في الكازاويل لمدة (7يوم) وجدنا عدم تاثرقوة الانضغاط بالكازاويل ولكن تتاثر قوة الشد احيانا ووجدنا انخفاض في قوة الانضغاط للنماذج المكعبه المشبعة بالنفط البارافيني لاحظ جدول رقم (2).

جدول رقم (2) يبين مدى نفوذ النفط الخام ومشتقاتة في الخرسانة المتصلبة [3]

ت	نوع المادة	مدى نفوذه في الخرسانة المتصلبة
1	زيت الوقود الخفيف	وجود كمية فقدان منة بسبب الاختراق
2	الكيروسين ، البنزين الكازولين	وجود فقدان قليل وملحوظ منة بسبب الاختراق
3	النفوط الثقيلة	فقدان قليل جدا منة بسبب الاختراق ويعزى سبب ذلك الى ارتفاع كثافته بالمقارنة مع سوابقه

كما وجدنا بأن الخصائص الميكانيكية للنماذج المكعبه الخرسانيه المتصلبه والتي تتراوح نسبة الماء / السمنت (w /c) فيها (0.7, 0.55, 0.5) % والمغمورة بالنفط الخام ولمدة (7) ايام ثم غطت نصف هذه النماذج بطبقه من نايلون البولي أثيلين ولمدة (7) ايام اخرى والنصف الاخرغمرت في النفط الخام ولمدة (6) اشهر وتم الحصول على النتائج الاتيه :-

1-انخفاض في مقاومه الانضغاط (compressive strength) للخرسانه بنسبه (8 %) مقارنــه بغيرها غير المغموره

2-زيادة مقاومـة الشـد الانفلاقـي (splitting tensile strength) وبنسبة (0-14)% وزيادة معامل التصدع (modulus of rupture) بنسبة (11—20)% .

3-ان الانخفاض والزيادة في المقاومة له العلاقه مع درجـة التشبع والتي بـدورها لها علاقــه مع فترة الغمر .

وبعد دراسة بعض خصائص الخرسانه المشبعه بالنفط حيث تم وضع هذه النمــاذج في الفــرن ولدرجة حرارة 105° م ثم غمرت بالنفط الخام لمدة (600) يوم كانت النتائج مايأتي :-

1- انخفاض مقاومة الانضغاط مرتبطة بكميـة النفط الممتصــة بعد غمرها بالنفط الخــام ولمــدة (300) يوم حيث يتراوح نسبة الانخفاض (4-8.5)% لعجينة السمنت المتصلبة (hardened cement past) و (4.5-14)% لنماذج عجينة السمنت الاعتيادية (mortar)

2 - تقل مقاومة الانضغاط للنماذج الخرسانية المكعبة المغمورة في النفط لمدة (600) يوم بنسبـة (9.5-22.5) %. وتقل بنسبة (10-19) للنماذج الخرسانية الاسطوانية.

3- تزداد مقاومة الشد بنسبة (16-22) % لعجينة السمنت المتصلبــة وبنسبــة (12-20) % لعجينة السمنت الاعتياديه (mortar) .

4- تزداد مقاومة الشد الانفلاقي لنماذج الخرسانة المجففة في الفرن بنسبة (3-6) % بعد (24) ساعة من غمرها في النفــط مقارنــة بالنمــاذج غير المغمــوره . ثم تقل بنسبــة (4-9) % بعد(450) يوم من الغمر بالمقارنة مع المغمور لمدة (24) ساعة .

5- يزداد معامل التصدع بنسبة (3-6)% بعد (24) ساعة من غمــرها بالنفط الخــام ، يتبعــها انخفاض معامل التصدع بنسبة (3-7) % بعد (600) يوم مقارنه مع المغمورة لمدة (24) ساعة .

أن قوة الربط بين حديد التسليح والخرسانه تتأثر بكمية النفط الممتصة , و هذا يدل على أن معدل قوة الربط (Bond Strength) للخرسانه المشبعة بالنفط تنخفض مع وقت الغمر في النفط والانخفاض يكون بنسبة (15.5 - 21)% للقضبان الملساء وبنسبة (8.5- 9.2) % للقضبان المحززة عندما يكون وقت الغمر بالنفط (120 - 750) يوم .

❖ النتائج العملية والمناقشه

أولاً- أن غمر الخرسانه المتصلبة في النفط الخام وبشكل متناوب ولمدة (3) اشهر ولـ (4) مـرات له تأثيرواضح على مقاومة الانضغاط للخرسانه وتقليله بنسبة (19%) مقارنة بغيرالمغمور

ثانياً- بعد دراسة الخواص الميكانيكية للخرسانه المتصلبة في جو نسبة الرطوبة فيها (100) ثم تعريضها للنفط الخام وبدرجة حرارة (20) مْ ثم رفع درجة الحرارة الى (45) مْ ، (60) مْ ، (80) مْ لوحظ ما ياتي[3] :-

- انخفاض مقاومة الانضغاط بمقدار (30%) في بعض الحالات .
- أنخفاض مقاومة الانضغاط له علاقة مباشرة مع كمية النفط الخام الممتصة والتي تبقى ثابته بعد (90) يوم من الغمر.
- مقاومة الانضغاط ومقاومة الشد الانفلاقي للعتبات الخرسانية المسلحه (Reinforced Concrete Beams) تقلان بنسبة (13.5%) و (16.7 %) على التوالي بعد (8) أشهر من الغمر في الكازاويل نسبه مع المقاومة الابتدائية بعد معالجته بالماء لمدة (28) يوم.
- تقل مقاومة الانضغاط للخرسانة المسطحة (Plain Concrete) المغمورة في الكازاويل أو وقود الطائرات بالمقارنة مع المتصلب الحاوي على الماء وبنسبة (16.3-6.8)% في حالة الكازاويل وبنسبة (9.2– 19.3)% في حالة وقود الطائرات . وتقل مقاومة الانفلاق بنسبة (6.9- 19.2)% في حالة الكازاويل (12-25)% في حالة وقود الطائرات.
- يقل معامل التصدع(Modulus of rupture)لنماذج الخرسانة بنسبة (7.3- 16.8) % عند معاملتها بالكازاويل وبنسبة% (26.3- 20.5) عند معاملتها بوقود الطائرات.
- تقل مقاومة الانضغاط للخرسانة المغمورة في النفط الخام لمدة شهرين بنسبة % (12.52) بينما تقل مقاومة الشد الانفلاقي بنسبة (11) %.
- قلة مقاومة الانضغاط للخرسانة المعززة بالألياف الفولاذية (Steel Fiber Concrete) وبنسبة (19) % عند غمرها في الكيروسين لمدة (180) يوم وبنسبة (20.8)% عند غمرها في الكازاويل ولنفس المدة .
- قلة مقاومة الشد الانفلاقي وبنسبة (18) %عند غمرالخرسانة المعززة بالالياف الفولاذية في الكيروسين وبنسبة (18.3)% عند غمرها في الكازاويل وللمدة اعلاه.
- لوحظ نقصان مقاومة الانضغاط للخرسانة المرجعية والخرسانة الحاوية على المضافات بمقدار حوالي (11)% و(20)% على التوالي عند تعرضها للنفط الخام ولمدة (361) يوم

مقارنة بالخرسانة المعالجة بالماء.

- نقصان في معامل المرونـــة الساكن للخرسانـــة عند تعرضها للنفـط الخام وبمقدار يصل الى (43) % بالمقارنة مع الخرسانة المعالجة بالماء .

- كما لوحظ ان مقدار النقصان في الخواص الميكانيكية للخرسانة عند تعرضها الى الكازاويـــل بدلا من النفط الخام سيزداد بمقدار بحوالي (25-75) % بالمقارنة بتلك المعرضـــة للنفـط الخام وذلك لسرعة نفوذ الكازاويل في الخرسانة المتصلبة مقارنةُ بالنفط الخام لقلة لزوجته .
- ان الخرسانة المجففة بالفرن لها تغيير حجمي خاص عند غمره بالنفط الخام . ففي حالـــة كـون نســبة الماء / السمنت (W / C) تساوي (0.5 أو 0.6) تتقلص الخرســانـة ببـطء الى اعلى قيمة وهـــــي (180 – 100) مايكرو متر بعـد (25) يـوم تبدأ بعدهـــا الخرسانـة بالانتفـاخ مع الوقت . أما في حالة نسبـــة (W / C) = 0.4 .لوحظ سلـوك مختلف حيث أنها تنتفخ قليلاً خلال فترة غمر (100) يوم . بعدها تبدأ بالتقلص وبسرعة بطيئه مع الوقت .
- عندما تكون نسبة (W / C) = (0.4 – 0.6)% فأن انتفـاخ نماذج الخرسانـــة المغمـــورة بالنفط وباستمرار تصل الى اعلى قيمة (200- 100)مايكروميتر خلال(16 – 12)أسبـوع ثم تبدأ النماذج بالتقلص ببطء.

14- أن النماذج المكعبــه الخرسانيـــة (25 ملم) , والمجففـة بالفرن والمغمورة بالنفط أظهرت زيادة قليلة بالطول حوالي (20) مايكروميتر . بينما النمـــاذج الرطبـــة والمغمـــورة بالنفـط أظهرت سلوكاً مختلفاً .

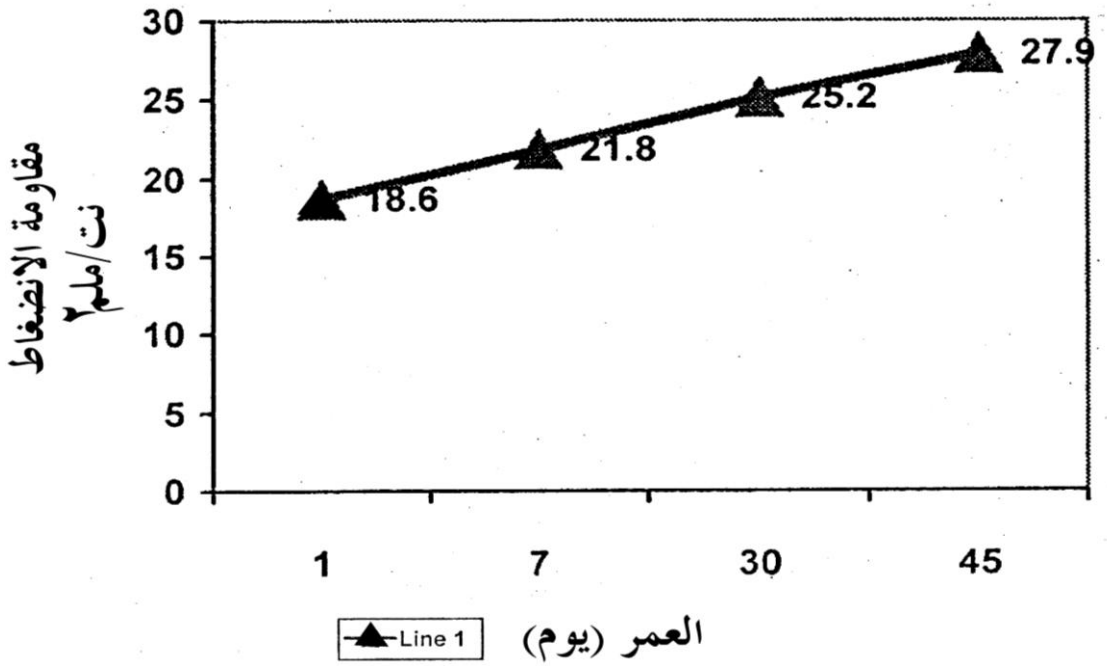
15-أن نماذج الخرسانه المجففة في الفرن والمغمورة في النفط الخـام والكازاويـل تتقلـص ببطئ في الايام الاولى ثم تبدأ بالتقلص مرة ثانية وتستمـر بالتقلـص .ويكون مقدارالتقلـص الكلـي لنماذج الخرسانه المعرضة للنفط الخام والكازاويل متراوح ما بين :

10×10^{-6} mm (13-18) و10×10^{-6} mm (44-132) على التوالي جدول (3).

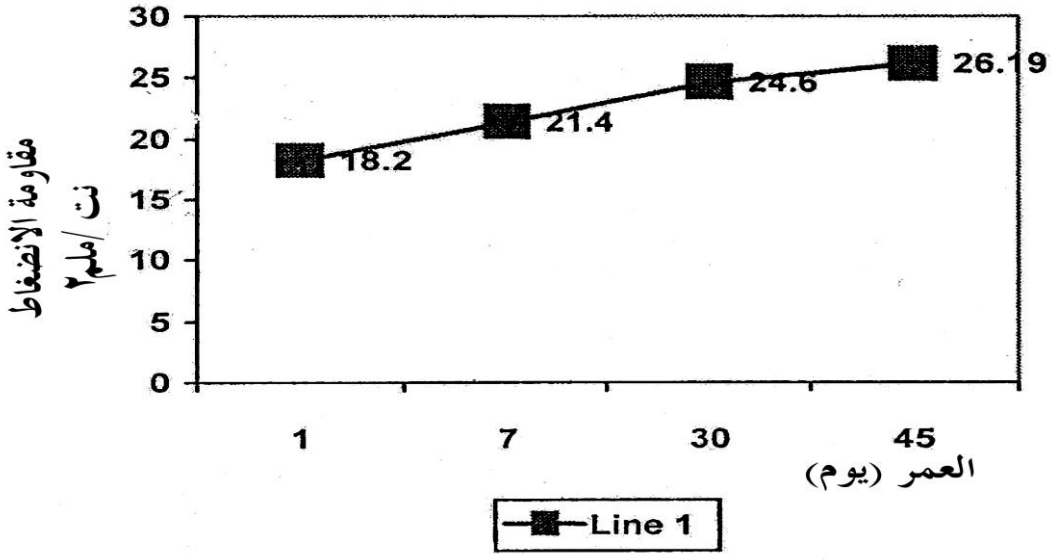
جدول (3) النتائج العملية لمعرفة الخواص الميكانيكية لخليط الخرسانه المجففه في الفرن عند درجة حرارة (105 م^0) ثم وضعها في النفط الخام والكازويل ولمدة (365) يوم .

ت	نوع الخرسانة	نوع السائل المغمور فيه	المـــــــــــلاحظات
1	خرسانه قياسية (Reference concrete)	النفط الخام	قلة مقاومة الانضغاط وبنسبة (20%)
2	خليط الخرسانه (Admixture concrete)	النفط الخام	قلة مقاومة الانضغاط وبنسبة % (7-15.6)
3	كذلك	الكازاويل	قلة مقاومة الانضغاط وبنسبة %(3.5-8)
4	خرسانه قياسية	النفط الخام	قلة مقاومة الشد الانفلاقي بنسبة % (13)
5	كذلك	الكازاويل	كذلك وبنسبة (19)%
6	خليط الخرسانه	النفط الخام الكازاويل	كذلك وبنسبة (2.9-6)% كذلك وبنسبة (6.5-10)%
7	خرسانه قياسية	النفط الخام	قلة معامل المرونه الساكن (Static Modulus of elasticity) وبنسبة% (4.3)%
8	كذلك	الكازاويل	كذلك وبنسبة (3.4-5.5)%
9	كذلك	الكازاويل	كذلك وبنسبة (1.9-2.8)%
10	كذلك	الكازاويل	كذلك وبنسبة (6.1)%

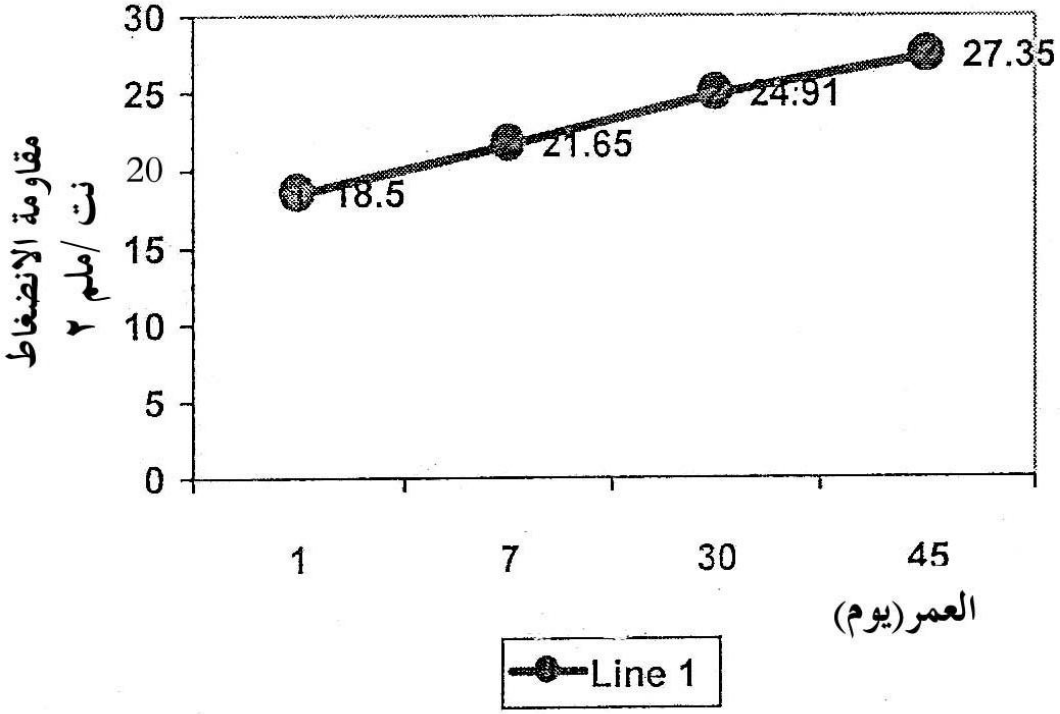
انظر المخططات (1-3) والتي تبين العلاقة بين مقاومة الانضغاط وعمر الفحص للمكعبات الموضوعة في الكازاويل والماء والنفط الخام على التوالي .



مخطط رقم(1) يبين العلاقة بين مقاومة الانضغا ط وزمن الفحص للنماذج الخرسانية الموضوعة في مادة الكازاويل



مخطط رقم(2) يبين العلاقة بين مقاومة الانضغاط وزمن الفحص للنماذج الخرسانية الموضوعة في الماء



مخطط رقم(3) يبين العلاقة بين مقاومة الانضغاط وزمن الفحص للنماذج الخرسانية الموضوعة في النفط

الاستنتاجات :

1- زيادة مقاومة الانضغاط لنماذج الخرسانة المعرضة الى زيت الغاز (الكازاويل) والنفط الخام لمدة (45) يوم مقارنة مع النماذج المعرضة لتاثير الماء وان نسبة الزيادة هي (6.5)%, (4.4)% على التوالي ويعزى سبب هذه الزيادة الى تغلغل هذه السوائل داخل المسامات مما يؤدي الى زيادة التميؤ .

2- وجود زيادة مستمرة في مقاومة الانضغاط لنماذج الخرسانة المعرضة للماء وان نسبة الزيادة هى (22.4)% بعد (45) يوم مقارنة مع (7) ايام.

3- تكون الزيادة في مقاومة الانضغاط لنماذج الخرسانة المعرضة الى زيت الغاز اكبر من النماذج المعرضة للنفط الخام.

4- تقل مقاومة الانضغاط والشد ومعامل المرونة ومعامل الانفلاق للخرسانة المعرضة لمختلف المشتقات النفطية ولمدة (120) يوم فما فوق وبنسب مختلفة وحسب نوع المشتق النفطي ومدة الغمر.

5- أستخدام الخزانات الخرسانية لخزن النفط الخام أكثر نجاحاً مما لو أستخدم لخزن زيت الغاز .

6- كلما ازداد حجم الخزانات الخرسانية من الضروري زيادة سمك جدرانه.

7- يوجد فرق في حجم فقدان الكازاويل على مسار ارتفاع الخزان من الاسفل الى الاعلى وتكون أكثر مقارنة مع حجم الفقدان للنفط الخام. ويعزى سبب ذلك الى أن كثافة ولزوجة النفط الخام أكثر من الكازاويل .

8- يجب ان تكون مقاومة اجهاد القص (shear stress resistance) لجدران الخزانات الخرسانية الاسطوانية الحاوية على الماء اكبر من مثيلاتها والحاوية على مختلف انواع المشتقات النفطية الاخرى .

9- يزداد حجم فقدان السوائل بزيادة حجم الخزان ويقل حجم فقدان السوائل بقلة حجم الخزان .

10- ان نسبة المحتوى الاسفلتي للنفط الخام له تأثير كبير على حجم الفقدان ولكل نوع من انواع النفط الخام

11- تحتاج الخزانات الاسطوانيةالخرسانيه الحاويه على الماء الى حديد التسليح بنسبه (75%) أكثر من الخزانات الاسطوانيةالخرسانيه الحاوية على الكازاويل .

12- ان الخزانات الاسطوانية الخرسانية اكثر نجاحا واقل هدرا للموارد في حالة استخدامها لخزن النفط الخام مماهو في حاله استخدامها لخزن الكازاويل.

المصـــــادر

1- موقع (منتدى الجمعية العامة للمهندسين العرب) الالكتروني .

www .ARAB ENGINEERING .net

2- عبد الستار شاكر (دبلوم عالي) . " تقنية النفط والغاز " من أصدارات معهد التدريب النفطي / بغداد / الطبعه الاولى سنة (1995 م).

3- سامر فوزي داود (ماجستير) . " دراسة موسعة حول أثر المشتقات النفطية على التصرف الانشائي للخرسانه عالية وأعتيادية المقاومة " الطبعة الاولى سنة (2000م) مقدمة للجامعة التكنولوجية .

4- (د. هناء عبد يوسف) " فحوصات في تكنولوجيا الخرسانه المتصلبة " من أصدارات جامعة بغداد / كلية الهندسة . (1990 م).

5-NEVILL- E. A.M. " Properties of Concrete "(London 2005)