الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمة لخضر الوادي

كلية الــتـكـنـولـوجـيـا

مذكرة مقدمة لنيل شهادة:

مـــاســـتـر أكـــاديـمـــي

ميدان :علوم وتكنولوجيا

شعبة : هندسة مدنية

التخصص: مواد هندسة مدنية

بعنوان :

معالجة رمال الآبار البترولية بمواد محلية لاستعمالها كروابط للبناء

*** اعداد الطلبة :**

*** جميلي عبدالسلام**

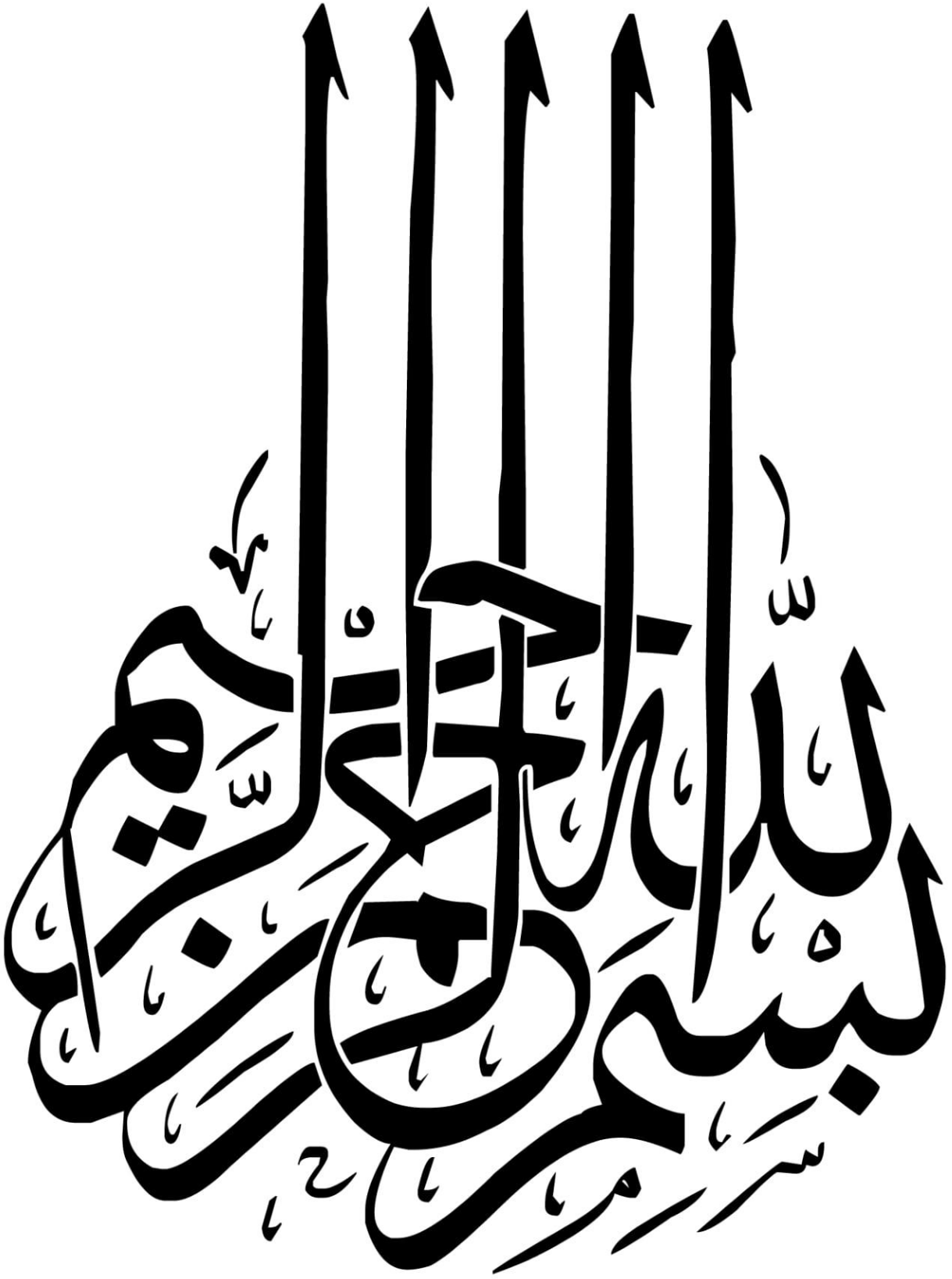
*** نفطيه عبدالنور**

*** كواشي أيمن سيف الدين**

*** تحت اشراف الأستاذ :**

*** ماني محمد**

2024/2023


بسم الله الرحمن الرحيم

شكر وتقدير

يقول الله عز وجل في محكم قوله: "اعْمَلُوا آلَ دَاوُودَ شُكْرًا وَقَلِيلٌ مِّنْ عِبَادِيَ الشَّكُورُ" لذا أتقدم بعظيم شكري وامتناني الى من لا يشكر سواه ولا يحمد سواه الله عز وجل الذي وفقنا لإنجاز هذه المذكرة، كما نشكر الاستاذة المشرفة: بنين إبتسام التي وأفادتنا بعلمها ورافقتنا في مشوار انجاز المذكرة.

كما انه من دواعي الوفاء والإخلاص ان نقوم بشكر جميع اساتذتنا الكرام والشكر مقدم لكل من ساهم في مساعدتنا وأفادنا لإنجاز هذا العمل من قريب او بعيد، الاستاذ كعب محمد زهير والأستاذ محمد ماني والأستاذ طارق جديد والأستاذ عادل العقبي.

كما لا ننسى أن نتقدم بجزيل الشكر والامتنان لأعضاء لجنة المناقشة لقبولهم تقييم هذه المذكرة وقراءة وتمحيص العمل وتقديم النقد البناء الذي يزيد من القيمة العلمية لعملنا.

وأخيرا أسأل الله العلي القدير أن يجعل هذا العمل خالصاً لوجهه الكريم، وأن يمدنا بعونه وتوفيقه ويجعل ما تعلمناه عوناً لنا.

إهداء

إلى من علمنا النجاح و الصبر

إلى من علمنا العطاء بدون انتظار

إلى من علمتنا و عانت الصعاب لنصل إلى ما نحن فيه

إلى من كان دعاؤها سر نجاحنا و حنانها بلسم جراحنا

إلى جميع أفراد أسرتنا العزيزة و الكبيرة كل باسمه أينما وجدوا .

إلى أصدقائنا رفقاء دربنا من داخل الجامعة و خارجها . إلى أساتذتنا الكرام الذين أناروا دروبنا بالعلم و المعرفة . إلى كل من يقتنع بفكرة فيدعو إليها و يعمل على تحقيقها ، لا يبغي بها إلا وجه الله و منفعة الناس . إليكم نهدي ثمرة هذا العمل المتواضع .

"جميلي عبد السلام، كواشي أيمن سيف الدين ، نفطيه عبد النور"

ملخص :

تواجه حقول النفط في جنوب الجزائر تحدياً بيئياً كبيراً يتمثل في تراكم الرمال الناتجة عن عمليات الحفر والتنقيب النفطي، مما يشكل تهديداً على البيئة والصحة العامة. تهدف هذه الدراسة إلى استغلال الرمال المستخرجة بعد معالجتها حرارياً كبديل جزئي للأسمنت في صناعة البناء، بهدف تحسين الأداء البيئي والاقتصادي للمواد البنائية. استندت الدراسة إلى نتائج سابقة تشير إلى أن المعالجة الحرارية للرمال عند درجات حرارة تتجاوز 500 درجة مئوية تزيل الملوثات وتغير من خصائصها الفيزيائية والكيميائية، مما يتيح استخدامها كمواد بوزولانية تساهم في تعزيز الروابط الهيدروليكية في الخرسانة. قمنا بمعالجة الرمال المعالجة باستعمال مادة هيدروكسيد الصوديوم بنسبة تراكيز مختلفة : 2% و4% و6% ، واستخدمناها بنسب استبدال 10% و20% و30% لكل نسبة .أظهرت النتائج أن استخدام الرمال المعالجة بنسبة معالجة طحن 6% ونسبة استبدال 10% يوفر أداءً ميكانيكياً جيداً للخرسانة، حيث كانت خصائص الضغط و الشد بالانحناء احسن بنسبة 13.2%. يعزى هذا التحسن إلى التفاعل البوزولاني الذي يعزز تكوين سيليكات الكالسيوم الهيدراتية (C-S-H) ، مما يحسن من كثافة وقوة المادة.تساهم هذه الدراسة في تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من خلال تقليل كمية الأسمنت المستخدم، مما يعزز من الاستدامة البيئية. بالإضافة إلى ذلك، يوفر استخدام الرمال المعالجة بديلاً اقتصادياً للمواد الخام التقليدية، مما يساهم في تقليل التكلفة الإجمالية لمشاريع البناء في المناطق الصحراوية. تقدم هذه الدراسة حلاً بيئياً واقتصادياً فعالاً لمشكلة تراكم الرمال الناتجة عن الحفر النفطي، وتعزز من استدامة الموارد الطبيعية المستخدمة في صناعة البناء.

الكلمات المفتاحية:

سائل الحفر، رمل آلبار البترولية المعالجة بالحرارة، خرسانة الرمل، مقاومة االنحناء، مقاومة الضغط

Summary :

Oilfields in southern Algeria face a major environmental challenge in the form of sand accumulation from oil drilling and exploration, posing a threat to the environment and public health. This study aims to exploit thermally treated sand as a partial alternative to cement in the construction industry, with the aim of improving the environmental and economic performance of building materials. The study was based on previous results indicating that heat treatment of sand at temperatures above 500 ° C removes contaminants

and changes their physical and chemical properties, allowing them to be used as pozolanic materials that contribute to strengthening hydraulic bonds in concrete. The results showed that the use of treated sand with a grinding treatment rate of 6% and a replacement rate of 10% and a replacement rate of 10% and a replacement rate of 10% and a replacement rate of 10% provides good mechanical performance for concrete, where the compression and tensile properties of bending were better by 13.2%. This improvement is attributed to the pozzolanic reaction that promotes the formation of hydrate calcium silicate (C-S-H), which improves the intensity of This study contributes to reducing carbon dioxide emissions by reducing the amount of cement used, which enhances environmental sustainability. In addition, the use of treated sand provides an economical alternative to traditional raw materials, contributing to reducing the overall cost of construction projects in desert areas. This study provides an effective environmental and economic solution to the problem of sand accumulation resulting from oil drilling, and enhances the sustainability of natural resources used in the construction industry.

Keywords :

Drilling fluid, heat treated petroleum well sand, sand concrete, bending resistance, pressure resistance

Résumé :

Les champs pétrolifères du sud de l’Algérie sont confrontés à un défi environnemental majeur sous la forme d’une accumulation de sable provenant du forage et de l’exploration pétrolière, ce qui constitue une menace pour l’environnement et la santé publique. Cette étude vise à exploiter le sable traité thermiquement comme alternative partielle au ciment dans l’industrie de la construction, dans le but d’améliorer les performances environnementales et économiques des matériaux de construction. L’étude était basée sur des

résultats antérieurs indiquant que le traitement thermique du sable à des températures supérieures à 500 ° C élimine les contaminants et modifie leurs propriétés physiques et chimiques, leur permettant d'être utilisés comme matériaux pozolaniques qui contribuent à renforcer les liaisons hydrauliques dans le béton. Les résultats ont montré que l'utilisation de sable traité avec un taux de traitement de meulage de 6 % et un taux de remplacement de 10 % et un taux de remplacement de 10 % et un taux de remplacement de 10 % et un taux de remplacement de 10 % offre de bonnes performances mécaniques pour le béton, où les propriétés de compression et de traction de la flexion étaient meilleures de 13,2 %. Cette amélioration est attribuée à la réaction pouzzolanique qui favorise la formation de silicate de calcium hydraté (C-S-H) ,Cette étude contribue à réduire les émissions de dioxyde de carbone en réduisant la quantité de ciment utilisée, ce qui améliore la durabilité environnementale. De plus, l'utilisation de sable traité offre une alternative économique aux matières premières traditionnelles, contribuant à réduire le coût global des projets de construction dans les zones désertiques. Cette étude apporte une solution environnementale et économique efficace au problème de l'accumulation de sable résultant du forage pétrolier et améliore la durabilité des ressources naturelles utilisées dans l'industrie de la construction.

Mots-clés :

Fluide de forage, sable de puits de pétrole traité thermiquement, sable béton, résistance à la flexion, résistance à la pression

فهرس المحتوى

فهرس المحتوى I
فهرس الصور III
فهرس الجداول V
فهرس المنحنيات VIII
فهرس الاعمدة البيانة X

المقدمه العامة

المقدمة العامة : 1

الفصل الاول : عموميات حول الرمال البترولية

1.I. مدخل: 3
2.I. مفهوم البئر : 4
3.I. تكنولوجيا الحفر: 5
1.3.I. الحفر الدقاق : 6
2.3.I. الحفرالرحوي Rotarydrilling :..... 7
3. 3.I. الحفر التوربيني Turbine drilling : 13
1.4.I. سوائل الحفر Drilling Fluids : 14
2.4.I. فوائد سوائل الحفر : 14
3.4.I. مميزات سائل الحفر : 15
4.4.I. مكونات سائل الحفر : 15
5.4.I. الفحوصات الحقلية على سوائل الحفر : 16
6.4.I. أنواع سوائل الحفر : 24
7.4.I. تصنيف سوائل الحفر : 24
5.I. حجم الرمال الملوثة المستخرجة من بئر واحد : 28
6.I. نتائج تحليل التربه حراريا : 31
7.I. التأثيرات والأضرار على البيئة والإنسان : 31
الخلاصه : 37

الفصل الثاني : طرق المعالجة

1.II. المدخل : 38
2.II. لوائح الانبعاثات المقطعية للتنقيب عن النفط: 38
3.II. تقنيات تكرير نفايات الحفر الرئيسية القائمة على النفط: 40
4.II. طرق المعالجه : 41
الخلاصه: 53

الفصل الثالث: خصائص المواد المستعملة و تركيبة خرسانة الرمل

1.III. مدخل : 54
2.III. خصائص المواد المستعملة : 54
3.III.التركيبة النظاميه للملاط : 64
4.III. توضح اشكال القوالب المستعمله : 69
الخلاصه 69

الفصل الرابع : مختلف سلوك الخرسانه المدروسة

1.IV. مدخل: 71
2.IV. طرق التجارب : 71
3.IV. النتائج : 75
4.IV. مناقشة النتائج : 100

الخلاصة العامة و التوصيات

خلاصه و التوصيات العامة : 102

قائمه المصادر و المراجع

قائمة المصادر و المراجع : 103
الملاحق : 108

فهرس الصور :

صوره رقم (I-1) : رسم تخطيطي للآبار 4
صورة رقم (I-2) : يوضح انواع ابراج الحفر 6
صورة رقم (I-3) : يوضح الحفر الدقاق 7
صورة رقم (I-4): يوضح جهاز الحفر الرحوي 8
صورة رقم (I-5): يوضح خط الحفر 9
صورة رقم (I-6): يوضح انواع المثاقب (الدقاقات) 9
صورة رقم (I-7): انواع الحافرات 10
صورة رقم (I-8) : يوضح المعدات الرافعة 12
صوره رقم (I-9): يوضح جهاز رحوي رافع للحفر 13
صورة رقم (I-10) : يوضح اجزاء الحفر التوربيني 13
صورة رقم (I-11) : سائل الحفر..... 14
صورة رقم (I-12) : mud balance 17
صورة رقم (I-13) : marsh funnel 18
صورة رقم (I-14) : Fann V-G meter 19
صورة رقم (I-15) : sand content kit 20
صوره رقم (I-16) : Digital PH meter 23
صورة رقم (I-18): نموذج حجم الأرض الملوثة المأخوذة من بئر في جنوب بركين 29
صورة رقم (I-19) : نموذج حجم الرمال الملوثة المستخرجة من بئر منطقة اليزي 30
صوره رقم (I-21) : انتاج سائل الحفر على مستوى وحدة الإنتاج 32
صورة رقم (I-22) : الماء المنتج 33
صورة رقم (I-23) : الانبعاثات الغازية في حقول النفط 34
صوره رقم (I-24) : مكب الحماة الزيتية في حقول النفط 36
صورة رقم (II-1) : رسم تخطيطي لمعالجة بقايا الحفر القائمة على النفط 40
صورة رقم (II-2) : جهاز الطرد المركزي العمودي 43
صوره رقم (II -3) : محطة الانحلال الحراري للحمأة الزيتية 46
صورة رقم (II -4) : جهاز الحرق TCC 49

صوره رقم (III-5) : اختبار المكافئ الرملي 54
صوره رقم (III-12) : اختبار المكافئ الرملي 58
صوره رقم (III-18) : طاولة الهز لتجربة التشغيلية 66
صورة رقم (IV-1) : يوضح تجربة التحطيم بالانحناء 71
صورة رقم (IV-2) : الة التحطيم الخاصة تجربة الانحناء 72
صورة رقم (IV-3) : يوضح تجربة التحطيم بالضغط 73
صورة رقم (IV-4) : الة التحطيم الخاصه بتجربة الضغط 73
صورة رقم (IV-5) : يوضح آلة الانكماش 74

فهرس الجداول:

جدول رقم (I-17) : كميه الرمال المستخرجة 28
جدول رقم (I-20) : نتائج تحليل التربة المعالجة حراريا 31
جدول رقم (III-1) : التحليل الفيزيائي للإسمنت 51
جدول رقم (III-2) : التجارب الميكانيكية للإسمنت 51
جدول رقم (III-3) : الكتلة الحجمية الظاهرية والمطلقة لرمل الآبار البترولية المعالجة بالحرارة 53
جدول رقم (III-4) : النسبة المئوية المعامل امتصاص الماء 53
جدول رقم (III-6) : المكافئ الرملي (ES %) 54
جدول رقم (III-7) : نتائج تجربة التدرج الحبيبي للعينة % 100 رمل آبار البترول المعالجة بالحرارة 56
جدول رقم (III-9) : معيار معامل النعومة 57
جدول رقم (III-10) : الكتلة الحجمية الظاهرية والمطلقة للرمال المدروسة 58
جدول رقم (III-11) : النسبه المؤويه لمعامل امتصاص الماء A_b 58
جدول رقم (III-13) : المكافئ الرملي(ES %) 58
جدول رقم (III-14) : نتائج تجربة التدرج الحبيبي الرمال الصفراء 59
جدول رقم (III-16) : معيار معامل النعومة 60
جدول رقم (III-17) : صنف الخرسانة بدلالة التشغيلية 66
جدول رقم (III-19) : نتائج تجربه التشغيلية 66
جدول رقم (III-20) : تركيبه الملاط للشاهد 67
جدول رقم (III-21) : تركيبه 10% رمل بترولي 90% اسمنت 67
جدول رقم (III-22) : تركيبه 20% رمل بترولي 80% اسمنت 67
جدول رقم (III-23) : تركيبه 30% رمل بترولي 70% اسمنت 68
جدول رقم (III-24) : نسبة التشغيلية 68
جدول رقم (IV-6) : توضح تأثير تركيز NAOH على التركيبة 10%P+90%C في الانحناء 75

جدول رقم (IV-9) : توضح تأثير تركيز NAOH على التركيبة 20%P+80%C في الانحناء 76

جدول رقم (IV-12) : توضح تأثير تركيز NAOH على التركيبة 30%P+70%C+0.15%SP في الانحناء 77

جدول رقم (IV -15) : توضح تأثير التركيبة على تركيز NAOH2% في الانحناء 79

جدول رقم (IV-18) : توضح تأثير التركيبة على تركيز NAOH4% في الانحناء 80

جدول رقم (IV-21) : توضح تأثير التركيبة على تركيز NAOH6% في الانحناء 81

جدول رقم (IV-24) : توضح تأثير تركيز NAOH على التركيبة 10%P+90%C في الضغط 82

جدول رقم (IV-27) : توضح تأثير تركيز NAOH على التركيبة 20%P+80%C في الضغط 83

جدول رقم (IV-30) : توضح تأثير تركيز NAOH على التركيبة 30%P+70%C+0.15%SP في الضغط 84

جدول رقم (IV-33) : توضح تاثير التركيبة على التركيز NAOH2% في الضغط 86

جدول رقم (IV-36) : توضح تأثير التركيبة على التركيز NAOH4% في الضغط 87

جدول رقم (IV-39) : توضح تأثير التركيبة على التركيز NAOH6% في الضغط 88

جدول رقم (IV-42) : توضح تأثير التركيز على التركيبة 10%P+90%C في الانكماش 89

جدول رقم (IV-45) : توضح تأثير التركيز على التركيبة 20%P+80%C في الانكماش 90

جدول رقم (IV-48) : التركيز على التركيبة 30%P+70%C+0.15%SP في الانكماش 91

جدول رقم (IV-51) : توضح تأثير التركيبة على التركيز NAOH2% في الانكماش 92

جدول رقم (IV-54) : توضح تاثير التركيبة على التركيز NAOH4% في الانكماش 93

جدول رقم (IV-57) : توضح تأثير التركيبة على التركيز NAOH6% في الانكماش 95

جدول رقم (IV-60) : توضح تأثير الامتصاص الشعيري على التركيبة 10%P+90%C في الامتصاص الشعيري 96

جدول رقم (IV-63) : توضح تأثير الامتصاص الشعيري على التركيبة 20%P+80%C في الامتصاص الشعيري 97

جدول رقم (IV-66) : توضح تأثير الامتصاص الشعيري على التركيبة 30%P+70%C+0.15%SP في الامتصاص الشعيري 99

فهرس المنحنيات:

منحنى رقم (III-8) : التدرج الحبيبي للرمال البترولية..... 56
منحنى رقم (III-14) : التدرج الحبيبي للرمال الصفراء 59
منحنى بياني رقم (III-26) : توضح نسبة التشغيلية بدلالة التركيز 69
منحنى رقم (IV-7) : توضح تأثير تركيز NAOH على التركيبة 10%P+90%C في الانحناء
..... 75
منحنى رقم (IV-10) : توضح تأثير تركيز NAOH على التركيبة 20%P+80%C في الانحناء
..... 76
منحنى رقم (IV-13) : توضح تأثير تركيز NAOH على التركيبة 30%P+70%C+0.15%SP في
الانحناء 78
منحنى رقم (IV-16) : توضح تأثير التركيبة على تركيز NAOH2% في الانحناء 79
منحنى رقم (IV-19) : توضح تأثير التركيبة على تركيز NAOH4% في الانحناء 80
منحنى رقم (IV-22) : توضح تأثير التركيبة على تركيز NAOH6% في الانحناء 81
منحنى رقم (IV-25) : توضح تأثير تركيز NAOH على التركيبة 10%P+90%C في الضغط
..... 82
منحنى رقم (IV-28) : توضح تأثير تركيز NAOH على التركيبة 20%P+80%C في الضغط
..... 83
منحنى رقم (IV-31) : توضح تأثير تركيز NAOH على التركيبة 30%P+70%C+0.15%SP في
الضغط 85
منحنى رقم (IV-34) : يوضح تأثير التركيبة على التركيز NAOH2% في الضغط 86
منحنى رقم (IV-37) : يوضح تأثير التركيبة على التركيز NAOH4% في الضغط 87
منحنى رقم (IV-40) : يوضح تأثير التركيبة على التركيز NAOH6% في الضغط 88

منحنى رقم (IV-43) : يوضح تأثير التركيز على التركيبة 10%P+90%C في الانكماش 89

منحنى رقم (IV-46) : يوضح تأثير التركيز على التركيبة 20%P+80%C في الانكماش 90

منحنى رقم (IV-49) : يوضح تأثير التركيز على التركيبة 0.15%SP+ 30%P+70%C في الانكماش 91

منحنى رقم (IV-52) : يوضح تأثير التركيبة على التركيز NAOH2% في الانكماش 93

منحنى رقم (IV-55) : يوضح تأثير التركيبة على التركيز NAOH4% في الانكماش 95

منحنى رقم (IV-58) : يوضح تأثير التركيبة على التركيز NAOH6% في الانكماش 88

منحنى رقم (IV-61) : يوضح تثير الامتصاص الشعيري على التركيبة 10%P+90%C 96

منحنى رقم (IV-64) : يوضح تأثير الامتصاص الشعيري على التركيبة 20%P+80%C 98

منحنى رقم (IV-67) : يوضح تأثير الامتصاص الشعيري على التركيبة 30%P+70%C+0.15%SP 99

فهرس الاعمدة البيانية:

اعمده بيانية رقم (III-25) : توضح نسبة التشغيلية بدلالة التركيز 68
اعمدة بيانية رقم (IV-8) : توضح تأثير تركيز NAOH على التركيبة 10%P+90%C في الانحناء 76
اعمدة بيانية رقم (IV-11) : توضح تأثير تركيز NAOH على التركيبة 20%P+80%C في الانحناء 77
اعمدة بيانية رقم (IV-14) : توضح تأثير تركيز NAOH على التركيبة 30%P+70%C+0.15%SP في الانحناء 78
اعمدة بيانية رقم (IV-17) : توضح تأثير التركيبة على تركيز NAOH2% في الانحناء 79
اعمدة بيانية رقم (IV-20) : توضح تأثير التركيبة على تركيز NAOH4% في الانحناء 80
اعمدة بيانية رقم (IV-23) : توضح تأثير التركيبة على تركيز NAOH6% في الانحناء 81
اعمدة بيانية رقم (IV-26) : توضح تأثير تركيز NAOH على التركيبة 10%P+90%C في الضغط 83
اعمدة بيانية رقم (IV-29) : توضح تأثير تركيز NAOH على التركيبة 20%P+80%C في الضغط 84
اعمدة بيانية رقم (IV-32) : توضح تأثير تركيز NAOH على التركيبة 30%P+70%C+0.15%SP في الضغط 85
اعمدة بيانية رقم (IV-35) : يوضح تأثير التركيبة على التركيز NAOH2% في الضغط 86
اعمدة بيانية رقم (IV-38) : يوضح تأثير التركيبة على التركيز NAOH4% في الضغط 87

اعمدة بيانية رقم (IV-41) : يوضح تاثير التركيبة على التركيز NAOH6% في الضغط 88

اعمدة بيانية رقم (IV-44) : يوضح تأثير التركيز على التركيبة 10%P+90%C في الانكماش 89

اعمدة بيانية رقم (IV-47) : يوضح تأثير التركيز على التركيبة 20%P+80%C في الانكماش 90

اعمدة بيانية رقم (IV-50) : يوضح تأثير التركيز على التركيبة 30%P+70%C +0.15%SP في الانكماش 92

اعمدة بيانية رقم (IV-53) : يوضح تأثير التركيبة على التركيز NAOH2% في الانكماش 93

اعمدة بيانية رقم (IV-56) : يوضح تأثير التركيبة على التركيز NAOH4% في الانكماش 94

اعمدة بيانية رقم (IV-59) : يوضح تأثير التركيبة على التركيز NAOH6% في الانكماش 95

اعمدة بيانية رقم (IV-62) : يوضح تأثير الامتصاص الشعيري على التركيبة 10%P+90%C 97

اعمدة بيانية رقم (IV-65) : يوضح تأثير الامتصاص الشعيري على التركيبة 20%P+80%C 98

اعمدة بيانية رقم (IV-68) : يوضح تأثير الامتصاص الشعيري على التركيبة 30%P+70%C+0.15%SP 100

مقدمة

المقدمه العامه :

الأسمنت هو المادة الخام الرئيسية المستخدمة في إنتاج الخرسانة والطوب والبلاط والحصى وفي بناء المنازل. قد لا يكون من المبالغة القول بأن الأسمنت، وهو المورد الطبيعي الأكثر استخداماً في قطاع البناء، هو مادة البناء الرئيسية للحضارة الحديثة.

يعتبر الأسمنت مادة البناء الرئيسية للحضارة الحديثة. وحتى وقت قريب، كان يبدو أن هذا المورد الطبيعي سيظل متوفرًا بوفرة إلى الأبد، ولكن الطلب المتزايد عليه، خاصة منذ بداية القرن العشرين، أيقظنا من سباتنا !

فوفقاً لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP)، يُستخدم الأسمنت بكميات أكبر من أي مادة خام أخرى على كوكب الأرض. ويغطي الأسمنت، المعروف باسم الركام، جميع أنواع التربة باستثناء المياه، ووفقاً لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، فإن استخدامه يتجاوز بكثير المعدل الطبيعي للتجديد.

ويتزايد الطلب على أسمنت البناء في أنحاء مختلفة من العالم من أجل تنفيذ المشاريع المكتملة. وينبغي النظر في استخدام الإسمنت في ضوء التراكم الكبير لرمال آبار النفط المعالجة بالحرارة وما تسببه من تلوث حقيقي وخطير للناس والبيئة، خاصة في البلدان النامية من جهة وفي المناطق الصحراوية التي توجد بها آبار النفط من جهة أخرى.

وقد أصبح من الضروري النظر في تطوير مصادر جديدة للأسمنت لتعويض النقص في الأسمنت. ولذلك، تم بحث إمكانية استخدام رمل آبار النفط المعالج حرارياً، وهو أحد الموارد المتاحة في المنطقة. لم يتم إجراء أي دراسات حول استخدامه في الخرسانة كبديل للأسمنت الطبيعي.

تؤكد معظم الدراسات التي أجريت على رمال آبار النفط الممزوجة بالرمال النفطية أن الرمال النفطية خطرة وضارة بالبيئة عند تركها في الصحراء. فهي ضارة بالبيئة عند تركها في الصحراء وتعرضها للرياح.

وقد حاولت هذه الدراسة المساهمة في حل مشكلة توفر رمال آبار النفط. إن استبدال الأسمنت برمل آبار النفط المعالج حرارياً برمل آبار النفط كمادة رابطة يحسن الخواص الميكانيكية والفيزيائية للخرسانة.

تنقسم الدراسة إلى أربعة فصول، يتناول الفصل الأول النظرة العامة لرمال آبار النفط في منطقة حاسي مسعود قبل وبعد المعالجة الحرارية.

يتناول الفصل الثاني طرق استخلاص رمال آبار النفط المعالجة حرارياً من خلال جمع البيانات. ويعرّف هذا الفصل بطرق معالجة واستخلاص سوائل الحفر وتوصيف خصائص هذه المواد والمواد المكونة لها.

يوضح الفصل الثالث خصائص المواد المستخدمة في الدراسة وصياغة الخرسانة باستعمال الرمال النفطيه كماده رابطه، أما الفصل الرابع فقد تناول السلوكيات المختلفة للخرسانة الرملية الزيتية المعالجة بالحرارة، بما في ذلك قوة الانحناء، وقوة الانضغاط، وظاهرة الانكماش.

وأخيرًا، واستنادًا إلى النتائج التي تم الحصول عليها، يتم تقديم ملخص شامل لخصائص الخرسانة الرملية الزيتية المعالجة حراريًا تحت تأثير القوة.

الفصل الاول : عموميات حول الرمال البترولية

1.I. مدخل :

عند استخراج البترول والغاز تخلف لنا عملية الحفر والتنقيب كميات هائلة من الرمال المستخرجة من الآبار البترولية، تكون هذه الرمال ممزوجة بسوائل الحفر، هذه السوائل تحتوي على مواد مضرة بالبيئة، وعليه اقرت الكثير من الهيئات العالمية مدى خطورة هذه الرمال مما اضطرت الدول المنتجة لهذه المادة اتخاذ اجراءات وسن قوانين محكمة للتعامل مع هذه الرمال.

أجريت عدة أبحاث عالمية تقترح العديد من الحلول بإمكانية استعمال رمال الآبار البترولية بعد معالجتها بالحرارة لاستخراج المواد الكيميائية (الزيوت والشحوم). [1]

تستخدم في الوقت الحاضر تقنيات حفر الآبار لاستخراج كميات كبيرة وهامة من الموارد والخامات الطبيعية (النفط - الغاز - المعادن الثمينة) وغيرها من باطن الأرض، وأهم المجالات التي تحفر من أجلها الآبارهى: [2]

1. استخراج النفط والغاز الطبيعي من المكامن النفطية والغازية. [2]

2. التنقيب والاستكشاف، وذلك بهدف اكتشاف المكامن الجديدة للخامات الهامة، أو بهدف تحديد المكامن التي سبق اكتشافها، وحساب مخزون هذه المكامن من الثروات. [2]

4. حفر الآبار المنجمية، وذلك لاستخدامها كمنافذ للتهوية، أو كوسائل لنزح الماء المتدفق في المناجم، أو كممرات للإسعاف السريع وغيرها من الاستعمالات المتعلقة بصناعة المناجم. ه. دراسة التربة، وذلك بهدف إنشاء العمارات والأبراج العالية والسدود والطرق السريعة والسكك الحديدية والممرات تحت الأرض والمنشآت الصناعية، وغيرها من الأعمال الإنشائية. [2]

وبالرغم من تعدد مجالات تطبيق أعمال حفر الآبار، فإن تطور تقنيات حفر الآبار اعتمدت أساساً على أعمال التنقيب والاستكشاف والاستثمار لحقول النفط والغاز، وذلك لأن معظم الآبار المحفورة وأكثرها

يعود أصل كلمة بترول (petroleum) من اللغة اللاتينية وهي عبارة عن مقطعين (petra) وهي الصخر (oleum) تعني زيت الصخر تعني الزيت وباللغة العربية أو الزيت الخام(للتمييز بينه وبين زيوت الخضروات و وشحوم الحيوانات) كما يسمى أيضا بالذهب الأسود وأحيانا يسمى نافثًا من اللغة الفارسية(نافث أو نافثًا والتي تعني قابليته للسريان .)ويطلق مصطلح بترول بصورة عامة على جميع المواد الهيدروكربونية التي تتشكل بصورة طبيعية، ولكن بالمعنى التجاري المحدد يطلق مصطلح النفط الخام على المواد السائلة والنفط الخام عبارة عن مواد هيدروكربونية سائلة دهنية لونها المخضر المائل إلى البني والأصفر كما تختلف لزوجته وبالتالي كثافته النوعية أما المواد الهيدروكربونية الغازية فهي التي تكون الغاز الطبيعي.

وقد تتواجد هذه المواد السائلة (النفط الخام)والغازية (غاز طبيعي) بجانب بعضها البعض في حوض بترولي واحد كحقول كركوك في العراق وقد تنفرد في وجودها كحقول الغاز في الجزائر.

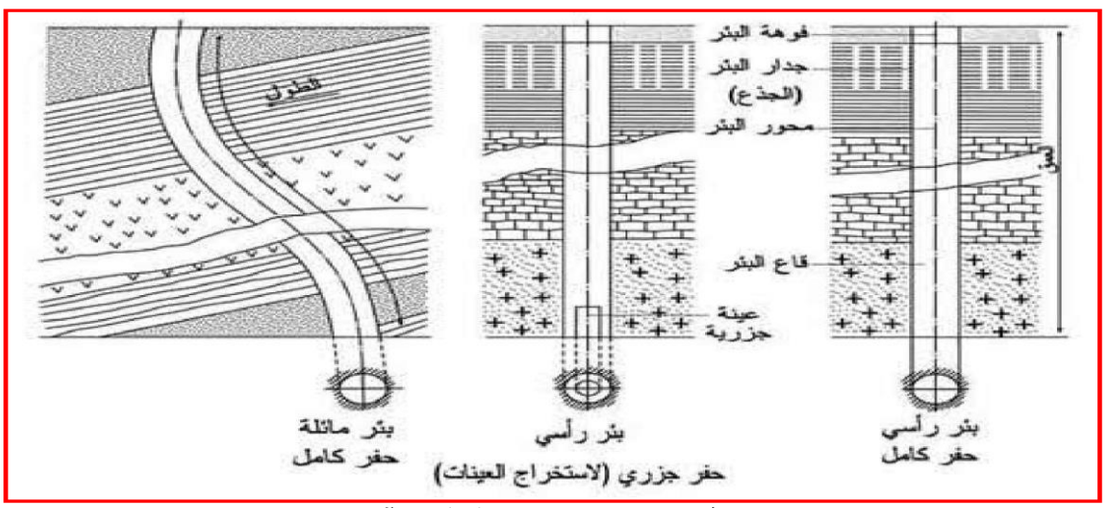
2.I. مفهوم البئر :

تعرف البئر بأنها بناء معدني خاص وذات شكل أسطواني، تحفر دون إنزال الإنسان فيها ، قطرها أقل بكثير من طولها (2.3) وعناصر البئر هي الآتية **صوره رقم (I-1)**: [3]

1.فوهة البئر: وهي الفتحة الواقعة في الجزء العلوي من البئرعلى السطح . قاع البئر : وهي الطرف السفلي من البئر. [3]

2.جدران البئر : وهي عبارة عن السطح الأسطواني الواصل بين فوهة البئروقاعها . [3]

3.محور البئر : وهو الخط الوهمي الذي يصل بين مركز فوهة البئر ومركز القاع ، وقد يكون المحور مستقيماً شاقولياً أو مائلاً أو منحنياً أو متعرجاً . [3]



صوره رقم (I-1) : رسم تخطيطي للآبار

4.عمق البئر: وهو المسافة الشاقولية بين الفوهة والقاع، أي أنه مسقط محور البئر على الشاقول ، ويتغير عمق البئر في مجال واسع ، من عدة عشرات من الأمتار حتى عدة آلاف من الأمتار، وذلك حسب الهدف من حفرها. [3]

5.طول البئر : وهو المسافة بين الفوهة والقاع وفق محور البئر ، أي أن طول البئر أكبر دوماً من عمقها. [3]

6.قطر البئر : تحفر البئر على مراحل ، ويتناقص قطر البئر من مرحلة لأخرى بدءاً من السطح القطر الأول للبئر (على السطح) لا يزيد عادة عن 900 mm ، والقطر الأخير (المرحلة السفلى) نادراً ما يكون أقل من mm . [3]

يتم إنجاز البئر بالحفر، الذي هو عبارة عن مجموعة الأعمال التي يتم بواسطتها اختراق الطبقات الصخرية بدءاً من سطح الأرض وحتى العمق المقرر للبئر . وتشمل هذه الأعمال تفتيت الصخور عند القاع ، ورفع نواتج الحفر إلى السطح ، ثم تغليف البئر وسمنتتها . تفتيت الصخور عند القاع يمكن أن يكون كاملاً، وهو ما يسمى بالحفر العادي، أو يكون جزئياً، ويسمى عندئذ بالحفر التلبيبي ، وذلك بهدف الحصول على عينات أسطوانية من الطبقات الصخرية ترفع بشكل دوري إلى السطح لدراسة هذه الطبقات بشكل دقيق ومفصل. تحفر الآبار على اليابسة وفي البحار، وذلك بواسطة أجهزة حفر (وحدات الحفر)، وعند الحفر في البحار تثبت هذه الأجهزة على منصات ثابتة أو عائمة أو سفن حفر بحرية. [3]

3.I. تكنولوجيا الحفر :

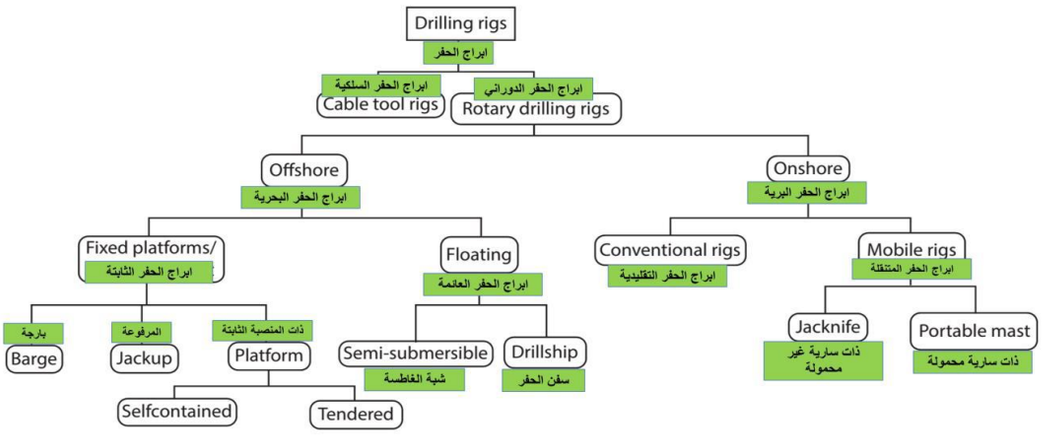
الحفر Drilling بصفة عامة يستخدم في عمل فتحة Bore Hole في طبقات الأرض المتفاوتة الصلابة عن طريق الحفر بإحدى الطرق الثلاث :

1.الحفر الدقاق able tool drilling

2.الحفر الرحوي Rotary drilling

3.الحفر التوربيني Turbine drilling

الحفر السائد والمستخدم حاليا هو الحفر الرحوى Rotary dilling ويستخدم فيه الدقاق الثلاثي Tricone ذات الصلابات المختلفة ويصل عمق الحفر إلى أكثر من 4000 قدم وذلك للوصول إلى Oil Bearing Formation (Reservoir) وذلك لاستخراج البترول Petroleum . وقد يصل عمق هذه الفتحة إلى 2000 قدم للوصول إلى (Water Bearing Formation aquifer . وذلك لاستخراج المياه Water . [4]

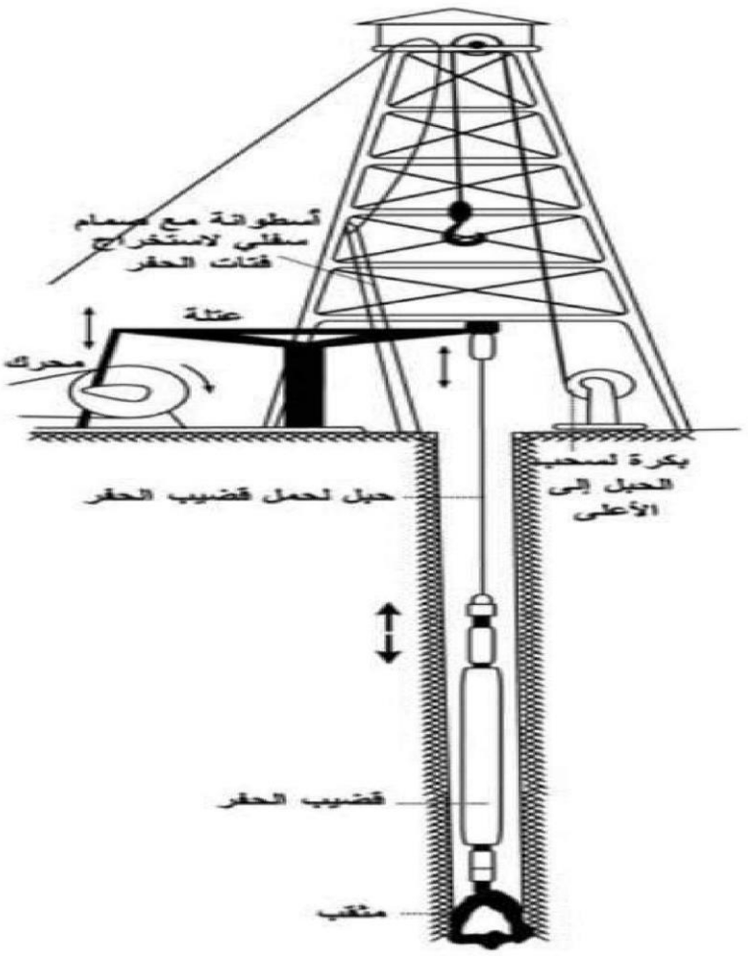


صورة رقم (I-2) : يوضح انواع ابراج الحفر

I.1.3. الحفر الدقاق :

جهاز الحفر الدقاق بسيط في هيكلة وفي بداية الأمر كان نظام الرفع فية يتكون من برج خشبي له أربعة أرجل ويصل ارتفاعه ما بين 22 متر إلى 27 متر (أي 72 قدم في 87 (قدم ويدار نظام الرفع والخفض بمحرك بخاري وتطور الأمر بعد ذلك ليشمل أجهزة أكثر حداثة وتقوم طريقة الحفر الدقاق أساسا على إحداث ضربات متكررة يسددها مثقب (دقاق) Bit مربوط بعمود حفر وعمود الحفر هو عبارة عن قطعة طويلة من الصلب معلقة في طرف كابل معدنى وهذا العمود له ثقل لزوم دفع المثقب لإحداث ثقب في الأرض .

وهذا الثقب يبقى فارغاً وبه قليل من الماء في قاعة وبعد حفر عدة أمتاريتم سحب المثقب (دقاق) Bit من البئر لاستخراج ما تراكم بها من نواتج الحفر في التكوينات الصخرية Rock Cuttings بواسطة دلو Bailer وهو عبارة عن أنبوب مفتوح في طرفه الأسفل صمام وأثناء حفر البئر وعند عمق معين يتم تبطين وتغليف البئر بمواسير تبطين Casing Pipe وذلك لتحول دون تهدم جوانب البئر وتمنع الماء من الشرب. [4]

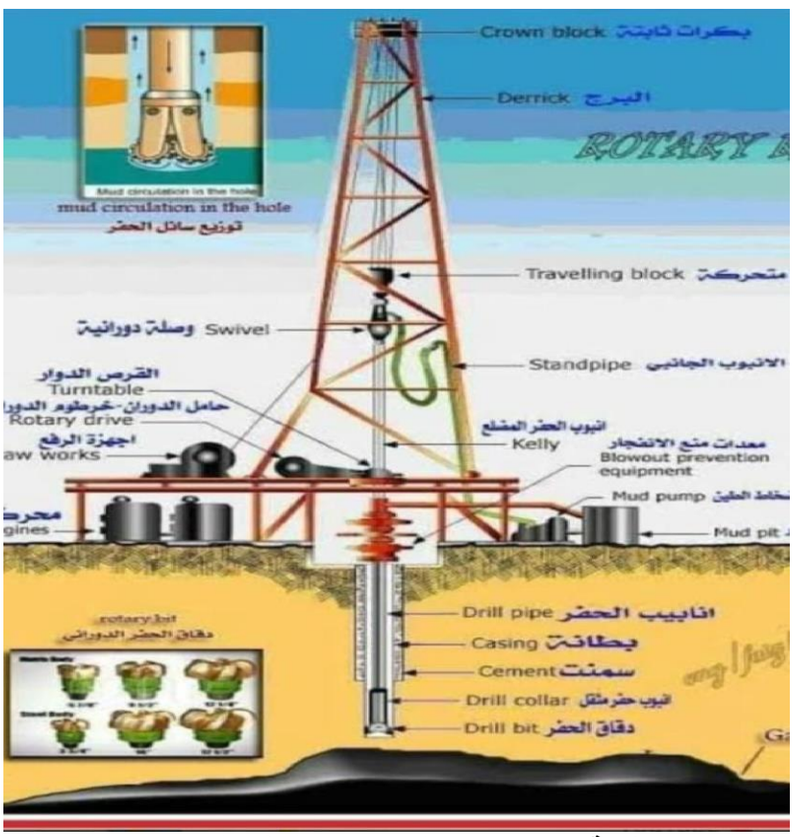


صورة رقم (I-3) : يوضح الحفر الدقاق

2.3.I.الحفرالرحويRotarydrilling:

عندما أصبح لزاما البحث عن مصادر جديدة للنفط قد تقع على أعماق كبيرة من سطح الأرض تم تطوير طريقة الدوران الرحوي المباشر لزيادة معدل اختراق الحفارة للطبقات الجيولوجية ولزيادة أعماق الآبار لتصل إلى خزانات جوفية واقعه على أعماق كبيرة لم يستطع الإنسان الوصول إليها قبل تطوير هذه الطريقة .تتلخص طريقة الدوران الرحوي المباشر في أن رأس الحفارة عبارة عن بريمة تدور دورانا رحويا يؤدي إلى سحق المادة الصخرية التي يخترقها .وتتم إزالة نواتج سحق الصخور باستخدام دوره مستمرة من سائل طيني خاص يستخدم لهذه الطريقة يعرف بسائل الحفر . يضخ سائل الحفر عبر أنبوب الحفر إلى داخل البئر حيث يخرج من خلال فتحات في رأس الحفارة ليأخذ طريقة عبر الفجوة الموجودة بين أنبوب الحفر وجدار البئر حتى يصل إلى السطح .يوجه هذا السائل على السطح إلى حفرة خاصة تعرف بحفرة الترسيب Settling Pit ويترك في هذه الحفرة حتى يتم ترسيب ما يحمله من فتات الصخور الناتجة عن عملية الحفر ثم يتم نقلة إلى حفرة أخرى ليكون جاهزا للضخ مرة ثانية إلى داخل البئر. [4]

نظرا لأن طريقة الحفر الرحوي Rotary drilling هي الطريقة الأكثر شيوعا في حفر آبار البترول والمياة لذا سوف نتناول شرح تفصيلي لهذة الطريقة:



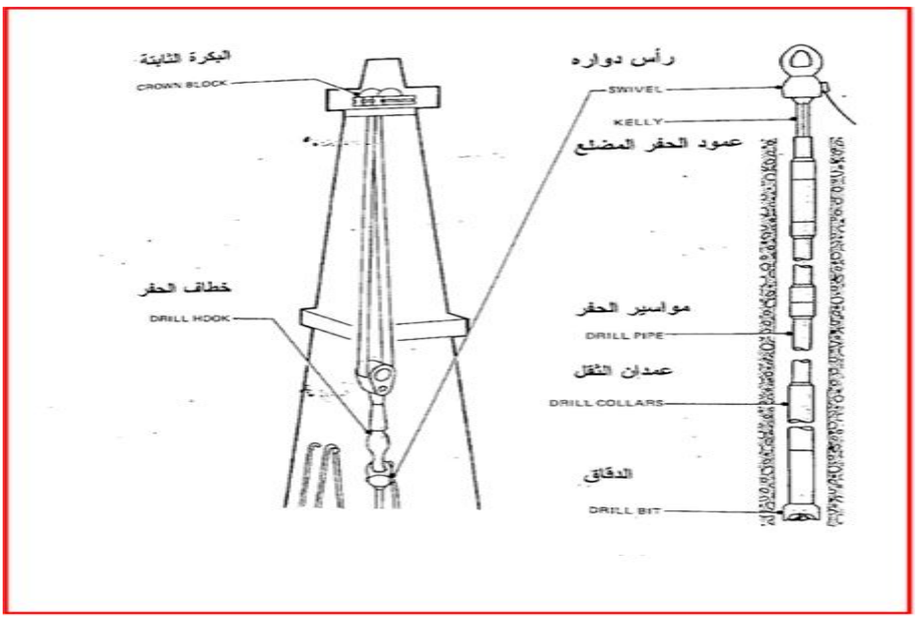
صورة رقم (I-4) : يوضح جهاز الحفر الرحوي

تكون جهاز الحفر الرحوى الدوار Rotary drilling Rig من :

أولا : خط الحفر Drilling String : انظر الشكل رقم (3)

المثقب (الدقاق) Bit .

1. عمدان الثقل Drill collar .
2. مواسير الحفر Drill pipes
3. عمود الحفر المضلع Kelly .
4. رأس دوارة Swivel .



صورة رقم(I-5) : يوضح خط الحفر

1.المثقب (الدقاق) Bit:

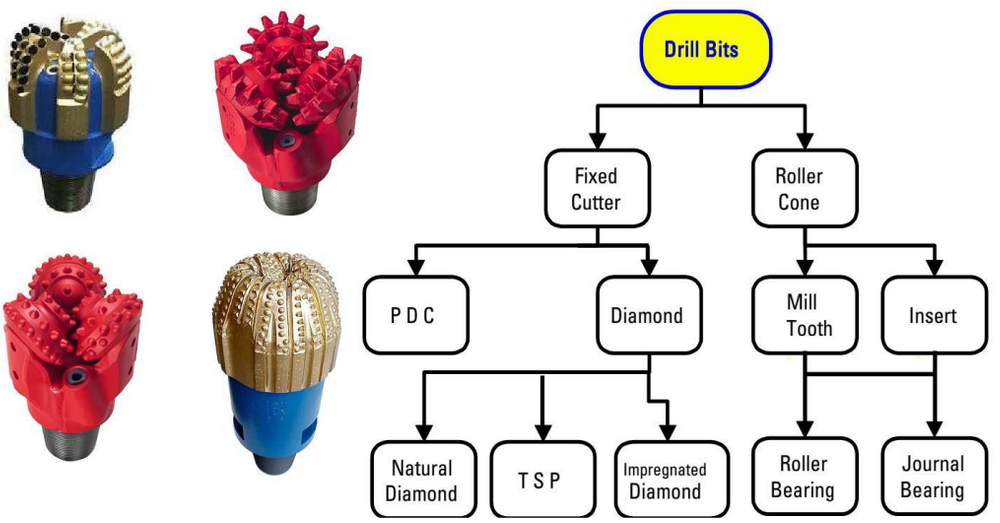
هو مصنوع من مادة معدنية صلبه يمكنها سحق الرواسب الرملية والطينية الهشة. وهو مصنوع من مادة الفولاذ المقواة بمادة التنجستين التي يمكنها من سحق واختراق الصخور الصلبه والرواسب الحصوية. [4]

صورة رقم (I-6) : يوضح انواع المثاقب (الدقاقات)

ويعتبر المثقب ثلاثي المخروط Tricone Bit من أكثر المثاقب شيوعا واستخداما والمثاقب ذات الأسنان الطويلة تستخدم للتكوينات من الصخور الرخوة والمثاقب ذات الأسنان الصغيرة المستخدم للتكوينات من الصخور الصلبة . [5]

وكذلك هناك مثاقب ذات اسنان مرصعة ومحشوة بمادة التنجستين كربيد الشديدة الصلابة Tangisten Carbide Bit كما أن هناك أيضا مثاقب مرصعة ومحشوة بقطع من الماس Diamond Bit وهذة المثاقب تستخدم في التكوينات من الصخور شديدة الصلابة وأقطار المثاقب

تتراوح بين 9.5 سم إلى 22 سم 75.3 بوصة إلى 26 (بوصة وتدور بمعدل 50 إلى 100 لفة / الدقيقة). [5]



صورة رقم (I-7) : انواع الحافرات

1.عمدان الثقل Drill Collars :

هذه عمدان الثقل تعطى حمل من وزنها يتراوح من ٧٠ إلى ٨٠% على المثقب (الدقاق) Bit وذلك حتى يساعد المثقب في اختراقه للتكوينات الصخرية المختلفة ، كما أن النسبة الباقية والتي تتراوح بين ٢٠ : ٣٠% هي التي تجعل خط الحفر Drill String مستقيم وتحميه من عملية الالتواء التي ينتج عنها كسر لخط الحفر Drill pipes ، وعمدان الثقل Drill Collars تجعل خط الحفر Drill String عمودية ويمنع خط الحفر من الحركة البندولية Pendulum والتي بدورها تغير من اتجاه الحفر Direction Of Drilling وكذلك تعرض خط الحفر Drill String للاستعصاء Stuck . ويحدد عدد عمدان الثقل Drill Collars المحملة على المثقب (الدقاق) Bit إلى مدى المثقب (الدقاق) Bit على التحمل . [2]

ويعلو هذه العمدان الثقل سلسلة من مواسير الحفر Drill pipes وهذه المواسير مصنوعة من صلب خاص طول الواحدة منها 10 أمتار (٣٠ قدم) وقطرها فى العادة ٥ بوصة وأحياناً 3.5 بوصة أو أقل ويتم توصيل مواسير الحفر بشكل محكم مانع للتسرب كما يمكن فكها وتركيبها مرة أخرى بسرعة وأمان ويعلو مواسير الحفر Drill pipes عمود الحفر المضلع Kelly والذي يمر عبر طاولة رحوية Rotary Table والتي تستمد حركتها عن طريق عدة تروس متصلة بمحرك وهذة الطاولة الرحوية تدور حول نفسها فتنقل قوة وعزم الدوران إلى عامود الحفر المضلع Kelly ويصنع هذا العمود على هيئة مضلعة رباعية أو سداسية الشكل وهو من الصلب العالي الجودة ويبلغ طوله مابين ١٤ متر إلى

١٦,٥ متر (٤٠ قدم إلى ٥٠ قدم) وتربط بالطاولة الرحوية مجموعات من البكرات لها بيت خاص يدعى جلبة عمود الحفر المضلع Kelly Bushing(8)

2.المعدات الرافعة Hoisting Equipment :

تتكون من :

- خطاف Hook :

الخطاف يكون على شكل حرف J. يتم توصيل الخطاف بالجزء السفلي من البكرة المتحركة ويوفر وسيلة لالتقاط الأحمال الثقيلة باستخدام البكرة المتحركة. ويستخدم لربط البكرة المتحركة بالرأس الدوار (Swivel) وبقية أجزاء خيط الحفر. ويكون الخطاف مقفلاً او حراً في التدوير. [3]

- البكرة المسافرة Travelling Block :

وهي تسمى مجموعة البكرات المتحركة وهي أيضا تحتوي على مجموعة من الحزوز (Sheave) التي تدور حولها حبال الحفر وهي تعتبر مكملة لعمل البكرات الثابتة في تصعيد وإنزال حبل الحفر وهي بالإضافة إلى ذلك يكون عملها مرتبط مع الخطاف (Hook). تغلف هذه البكرات بغلاف حديدي (Steal Housing). يوفر نظام البكرة هذا ميزة ميكانيكية كبيرة لعمل حبل حفر، مما يسمح برفع الأحمال الثقيلة (خيوط الحفر، والبطانات) من أو إنزالها في حفرة البئر[3]

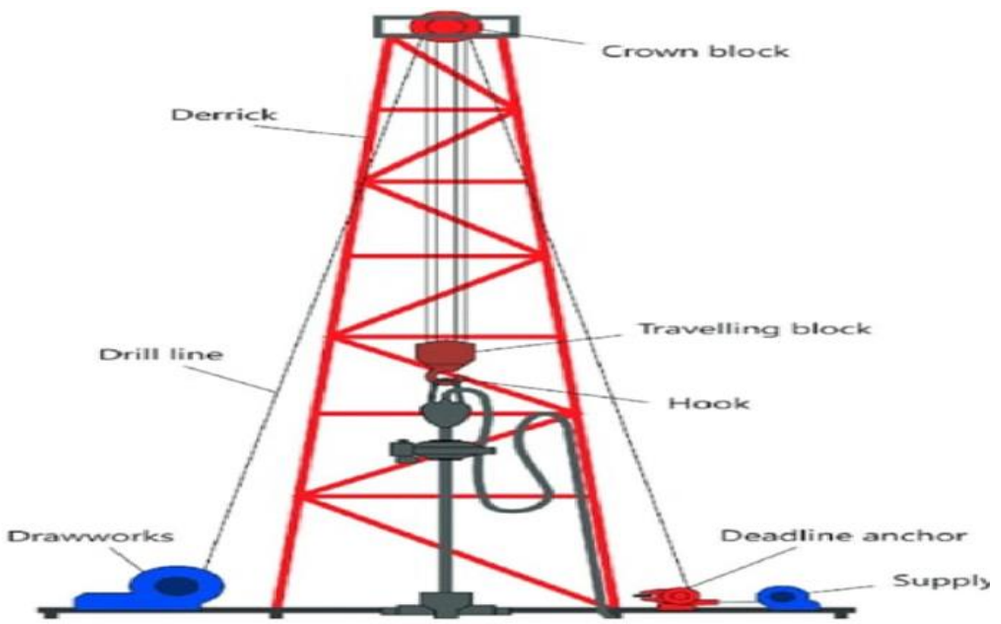
-البكرة الثابتة Crown Block :

تسمى مجموعة البكرات الثابتة ويكون موقعها في أعلى قمة السارية وظيفتها هو السماح بصعود وهبوط حبل او كبل الحفر (Drilling Line) الذي يربط مع البكرات المتحركة وتتكون البكرات الثابتة من مجموعة من البكرات المحزوزة (Sheave) وهي البكرات التي يثبت عليها حبل الحفر (Drilling Line) القادمة من بكرة تجهيز خيط الحفر (Real Apply). يتم اكتساب ميزة ميكانيكية كبيرة، مما يتيح استخدام حبل حفر صغير نسبيًا (4/3 إلى 1 2/1 بوصة، كبل فولاذي) لرفع الأحمال الأثقل عدة مرات مما يمكن أن يدعمه الكابل كخيط واحد. البكرات الثابتة لها عدد من البكرات المحزوزة (وهي تزيد ببكرة واحدة والتي تكون منفصلة وتقع إلى اعلى البكرات الثابتة) عن البكرات المتحركة وهي تستعمل للخط السريع (Fast Line) الذي يصل إلى دولاب الرفع (D.W) وهذه البكرة الزائدة تسمى (Fast Sheave) أي إنها خاصة بالخط السريع فقط. [6]

- حبل الحفر Drilling line :

يتكون حبل الحفر (Drilling line) الموجود في أسطوانة الرافعة من أسلاك فولاذية ملفوفة حلزونيًا حول البلاستيك أو الألياف النباتية أو قلب من الصلب. [3]

ويحتوى الجهاز الرافع أيضاً على آليات للفرملة تحت جهاز التحكم اليدوي الذي في متناول حفار Driller كما يحتوى على حافظات اعمدة لتشغيل آلات مناولة المواسير ولوحة مجمع زيت في الآلات وأذرعة التحكم ومقابض تشغيل المحركات والأجهزة الرافعة سواء باليد أو بالكهرباء أو بالهواء المضغوط انظر الشكل رقم [4]



صورة رقم (I-8) : يوضح المعدات الرافعه

- الطاولة الرحوية Rotary table :

يدار عمود الحفر المضلع Kelly وبالتالي عمود الحفر بواسطة الطاولة الرحوية الدوارة Rotary table الموضوعة في وسط أرضية برج الحفر عن طريق جلبة عمود الحفر المضلع وتدار الطاولة رحويا عبر ترس لتخفيض السرعة بواسطة محرك كهربائي ويتدلى عمود الحفر المضلع Kelly وخط الحفر من الخطاف Hook المعلق أسفل البكرة المسافرة Traveling Block بواسطة وصلة الرأس الدوارة Swivel وتجرى حركة الطاولة الرحوية Rotary table وعمود الحفر المضلع Kelly وجلبة عمود الحفر المضلع كوحدة واحدة وفي اتجاه عقارب الساعة [7]

- المحركات الأساسية Draw Work :

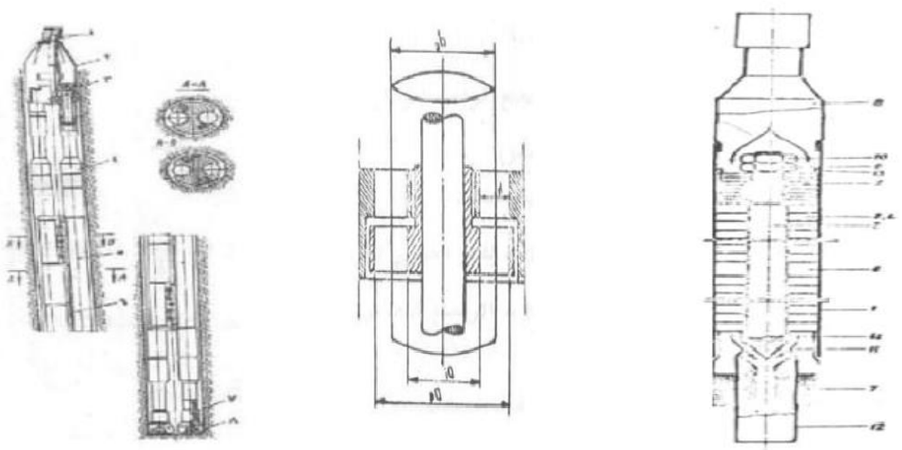
وتمثل قلب الحفارة (Rig) التي تساعد على إدخال المعدات إلى داخل حفرة البئر وإخراجها منها وهي كذلك تهيئ القوة اللازمة لربط وفك وصلات الأنابيب ويعتبر من المعدات المهمة الموجودة في برج الحفر وهو المسؤول عن عملية رفع وتنزيل منظومة الرفع وخيط الحفرSTRING القدرة الحصانية للبرج تعتمد على القدرة الحصانية لدولاب الرفع [6]

صوره رقم (I-9) : يوضح جهاز رحوي رافع للحفر

I.3.3. الحفر التوربيني Turbine drilling :

وهذه طريقة أخرى من طرق حفر الآبار وهي تعتمد على دوران المثقب (الدقاق) Bit من خلال محرك يستمد قوته من سرعة تدفق سائل الحفر الطيني . وفى هذه الطريقة لا يتم دوران عمود الحفر المضلع Kelly . [2]

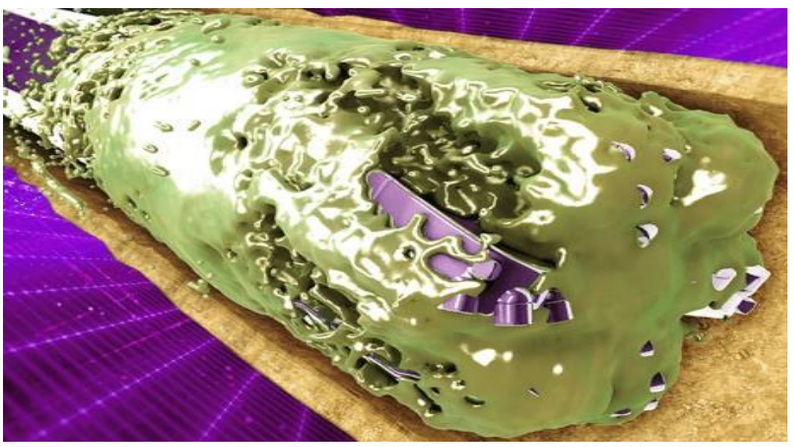
وتمتاز هذه الطريقة بسرعة إختراق المثقب لطبقات الأرض إلا أن سحب المثقب من البئر على فترات قصيرة يسبب تلف المثقب السريع مما يجعل الفعالية الإجمالية لهذة الطريقة أقل وخاصة في الآبار العميقة. [2]



صورة رقم (I-10) : يوضح اجزاء الحفر التوربيني

I.1.4. سوائل الحفر Drilling Fluids :

سائل الحفر او طين الحفر هو خليط سائل لزج وثقيل يُستخدم في عمليات حفر الآبار النفطية لنقل قطع الصخور (الفتات الصخري) إلى السطح، وأيضًا لتزييت لقمة الحفر (Drill bit) وتبريدها. يساعد طين الحفر ايضاً عن طريق توفير ضغط هيدروستاتيكي لمنع انهيار الطبقات الغير مستقرة في تجويف البئر ومنع تسلل المياه من الطبقات الحاملة للمياه التي يمكن مواجهتها أثناء الحفر[8].



صورة رقم (I-11) : سائل الحفر

I.2.4. فوائد سوائل الحفر :

رفع الفتات الصخري المحفور من قعر البئر إلى السطح وتعتمد على العوامل التالية:

1. **سرعة الجريان:** سرعة الجريان الملائمة للحفر في التجويف الحلقي عادة تكون :

(200 ft/min - 100ft/min)

a. **كثافة الطين :** تزداد قابلية الطين لرفع الفتات الصخري بزيادة الكثافة بسبب ظاهرة الطفو.

b. **اللزوجة :** إن اللزوجة المتأتية من نقطة المطاوعة (Yield Point) هي الأكثر قابلية على رفع الفتات الصخري المحفور وتنظيف البئر.

2. تبريد وتزييت الدقاقة (drill bit) وخيط الحفر : (string) ان إضافة مواد مزيته للطين يقلل الاحتكاك ويقلل العزوم المتكونة ويزيد من عمر الدقاقة. [9]
3. بناء جدار البئر: يقوم طين الحفر بترسيب قالب الطين (mud cake) معدومة النفاذية وذلك لمنع دخول موائع الطبقات المحفورة الى تجويف البئر ويتكون هذا القالب بإضافة مادة البنتونايت على الأغلب، وإضافة مواد أخرى مقلله للراشح مثل .(cmc, starch) كما إن معاملة الطين ببعض المواد الكيمياوية مثل المواد المخفضة للزوجة مفيده لتحسين خواص قالب الطين لضمان توزيع المواد الصلبة وانتشارها.

4. السيطرة على الضغوط الطبقية: للسيطرة على الضغط الطبقي بتسليط ضغط هايدروستاتيكي يزيد قليلا على الضغط الطبقي ومقدار الزيادة عادة تكون(2-15 kg/cm^2).
5. المحافظة على بقاء المواد الصلبة والمواد المُزيده للكثافة عالقة ويكون الطين الجيد ذو قوة جيلاتينية مناسبة للمحافظة على بقاء المواد الصلبة عالقة ومنعها من الترسب وخصوصا في حالات التوقف عن التدوير أو سحب الأنابيب.
6. تقليل وزن خيط أنابيب الحفر (string) بسبب ظاهرة الطفو والتي تساعد على التخفيف من المعدات السطحية والتي تقوم بإسناد الأنابيب.
7. يقوم طين الحفر بنقل الفتات الصخري (cutting) والنماذج الجيولوجية إلى السطح لغرض فحصها.
8. نقل القوة الحصانية المتوفرة في الخيط إلى الدقاقة ويجب أن تكون الدقاقة المتوفرة قادرة على تنظيف قعر البئر. [9]

I.3.4. مميزات سائل الحفر :

سائل الحفر المثالي يجب ان يمتاز بما يلي:

1. لا يتطلب ضغط عال لتدويره بالسرعة والكمية المطلوبتين.
2. تكون تأثيراته السلبية على الطبقة او الطبقات المنتجة الى الحد الادنى.
3. لايسبب تآكل خيط الحفر والسطوح المعدنية.
4. لا يقلل من معدل الاختراق.

I.4.4. مكونات سائل الحفر :

يتكون طين الحفر من المكونات الآتية:

I.1.4.4. السوائل :

1. **الماء :** ويكون إما

- **مياه عذبة:** يتراوح تركيز الأملاح فيها اقل من (10000) جزء بالمليون أو أقل من (1%) وزنا. وهي تكون اما مياه عسرة حيث تحتوي على كمية من املاح المغنيسيوم أو الكالسيوم. او مياه يسره لا تحتوي املاح المغنيسيوم أو الكالسيوم. [9]
- **مياه مالحة:** تتراوح نسبة تركيز الأملاح فيها من (10000) جزء بالمليون او (1%) وزنا ولغاية حد الاشباع وهو (315000) جزء بالمليون.

2. **النفط الخام والديزل**

I.4.4.2. المواد الصلبة :

1. مواد صلبة غير متفاعلة :

وهي مواد خاملة كيميائياً مثل:

- البارايت لزيادة كثافة الطين.
- الفتات الصخري والمحفور مثل حجر الكلس.
- الدولومايت والرمل.
- مواد طينية مضافة لزيادة اللزوجة والسيطرة على الراشح مثل البنتونايت. [9]
-

2. مواد صلبة متفاعلة :

وهي المواد التي تتأثر وتتفاعل مع المواد الأخرى المتواجدة معها، والتي يمكن السيطرة عليها بوساطة المضافات الكيمياوية للطين ومثال عليها هو:

- الفتات الصخري الطيني المحفور والذي يحتوي عادة على صخور السجيل مثل كالونايت، كلورايت واللايت [9]

I.4.4.3. المواد الكيمياوية المضافة :

تضاف لمعالجة سائل الحفر والسيطرة على خواصه وابقائه ضمن الحدود المناسبة وتعتمد أنواعها وكمياتها على نوع الطين:

- مواد مزيده للزوجة مثل البوليمر.
- مواد مقلة للراشح مثل (cmc - starch) وانواع اخرى من البوليمر.
- مواد مخفضة للزوجة مثل.(Chrome Lignite ,Lignosulfonate)
- مواد لجعل الطين ذات وسط قاعدي مثل.(NaOH)
- مواد أخرى مثل الواد المزيته، المواد المانعة للتاكل، المواد المبيدة للبكتريا، المواد المزيلة للفقاعات، المواد التي تسهل عملية الاستحلاب وغيرها.[9]

I.4.4.5. الفحوصات الحقلية على سوائل الحفر :

الفحوصات الحقلية على سوائل الحفر ضرورية لتقييم مدى ملاءمتها للحفر ومطابقة الخواص مع الخواص المحددة، والفحوصات عادة تكون حسب مقاييس(API) ، وتتضمن الفحوصات ما يلي:

1. الكثافة(mud weight)

2. اللزوجة(Viscosity)
3. القوة الجلاتينية(gel strength)
4. الراشح(Filtrate)
5. نسبة الرمل(sand content)
6. كمية المواد الصلبة والسوائل في الطين
7. PHالقاعدية
8. القاعدية(Alkalinity)
9. تحليلات الماء والراشح. [9]

1.5.4.I الكثافة :

تعرف الكثافة بأنها كتلة وحدة الحجوم. وتقاس بالحقل بوساطة مقياس كثافة الطين (Mud Balance)ووحدتها غم .(gm/cm^3) وتعتبر كثافة سائل الحفر في غاية الاهمية حيث ان لها علاقة مباشرة بالضغط الساكن لعمود سائل الحفر الذي يسيطر على ضغط موائع الطبقات. فإنخفاض الكثافة اقل من الحد المناسب قد يسبب الانفجار (Blow Out) والارتفاع الزائد في الكثافة قد يؤدي الى تشقق الطبقات الضعيفة وحدوث الفقدان. ان طريقة القياس هي ملئ وعاء الماء بالطين ثم وضع الغطاء وإزالة الزيادة في الطين والتي تخرج من ثقب الغطاء في الأعلى ثم موازنة الميزان بتحريك الجزء المتحرك على ذراع الميزان للمكان الذي يتوازن عند الميزان ثم اخذ القراءة. ان مقاييس القراءة تكون عادة[9] (ppg) (gm/cm^3, lb/ft^3, lb/gal) .

- Gradient of pressure = (PSI/ft)
- SP.Gr.= (lb/ft^3) 62.3 = (lb/gal) 8.33 = (gm/cm^3) 1

صوره رقم (I-12) : mud balance.

I.2.5.4. اللزوجة :

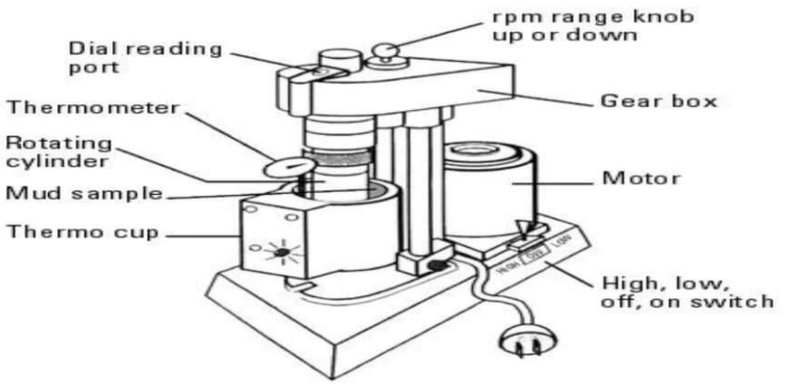
هي مقاومة السائل الداخلية للجريان. ان وسيلة قياس اللزوجة السهلة والمتيسرة في مواقع الآبار والتي تمكن العاملين على المواقع بقياس اللزوجة الظاهرية تتكون من قمع مارشال (Marsh Funnel) ووعاء قياس (Measuring Cup) .

طريقة القياس هي بملأ القمع إلى مستوى المنخل الموجود في أعلاه (1500 cc) ومراقبة وقت نزول لتر واحد من الماء بالثواني ويشار إلى عدد الثواني باللزوجة وتكون لزوجة الماء (28 ثانية).

صورة رقم (I-13): marsh funnel

أما طريقة قياس اللزوجة التي يعتمد عليها بمعرفة سبب ارتفاع أو انخفاض اللزوجة والتي على ضوئها تتم معالجة سوائل الحفر هي باستعمال الـ(Fann V-G meter) ، ومن خلالها تتمكن من معرفة اللـزوجة البلاستيكية (P.V.) ونقطة المطاوعة .(YP) (Yield Point) تكون بوضع الطين في وعاء إلى حد معين وغمر الجزء الدوار من الجهاز في الطين إلى علامة معينة ثم تشغيل الجهاز على سرعة (600 دورة/ دقيقة) واخذ القراءة ($Ø_{600}$) ثم تحويل السرعة على (300 دورة/ دقيقة) واخذ القراءة ($Ø_{300}$) وتكون الحسابات كالتالي:

- Plastic Viscosity (P.V.)= $Ø_{600 - 300}$ (in centipoises)
- Apparent Viscosity (A.V.)= $Ø_{600}/2$ (in centipoises)
- Yield Point (Y.P.)= $Ø_{300}$ - P.V. (in lb/100 ft^2)



صورة رقم (I-14) : Fann V-G meter.

I.3.5.4. القوة الجلاتينية :

هي قوى تجاذب جزيئات السائل عندما يكون في حالة سكون. ان القوة الجيلاتينية ضرورية في سائل الحفر للحفاظ على المواد الصلبة معلقة أثناء توقف التدوير.

تقاس القوة الجيلاتينية بجهاز الـ (Viscometer) ويقاس على مرحلتين، القوة الجيلاتينية الابتدائية بعد أول عشرة ثواني والقوى الجيلاتينية بعد مرور عشرة دقائق وتكون كيفية القياس بعد الانتهاء من قراءات (300 دورة/دقيقة) و(600 دورة/دقيقة) بخيط الطين بسرعة عالية (600 دورة/دقيقة لمدة 15 ثانية)، ثم ترتيب الجهاز على وضع قراءة (300 دورة/دقيقة)، ثم إيقاف الجهاز لمدة عشرة ثواني، بعدها يتم تشغيل الجهاز وقراءة أقصى انحراف للمؤشر وهي القوة الجيلاتينية في عشرة ثواني، ثم إيقاف الجهاز لمدة عشرة دقائق وقراءة أقصى انحراف للمؤشر وهي القوة الجيلاتينية خلال عشرة دقائق. وتكون وحدة القوة الجيلاتينية ($lb /100 ft^2$). وتكون معالجة ارتفاع القوة الجيلاتينية إلى محتويات غير طبيعية بنفس أساليب معالجة نقطة المطاوعة (Y.P.). [9]

I.4.5.4. الراشح :

تتم السيطرة على فقدان السوائل من الطين نتيجة للترشيح في البئر عن طريق تكوين كعكة الطين معدومة النفاذية نتيجة لترسب المواد الصلبة والمواد الكيمياوية الأخرى مثل الـ (cmc , starch) وغيرها.

I.5.5.4. نسبة الرمل :

يكون سبب وجود الرمل في الطين بسبب حفر تكوينات رملية او حاوية على الرمل. ان وجود الرمل في طين الحفر مضر لما يسببه لمعدات الحفر من تخديش بالإضافة لتأثيره على خواص الطين. وتكون معالجته بتشغيل عازل الرمل، ويجب ان تكون النسبة المسموح بها من الرمل هي اقل من (1%). [9]

I.1.5.5.4. طريقة قياس نسبة الرمل كالتالي :

يتكون جهاز قياس نسبة الرمل من ثلاثة أجزاء: منخل 2.5، قمع، وأنبوبة قياس زجاجية عليها علامات كميات الطين والماء، التي يجب أن تضاف لغرض قراءة نسبة الرمل مباشرة في الجزء السفلي من الأنبوبة المدرجة من (% 20-0).

يوضع سائل الحفر في الأنبوبة الزجاجية وصولاً الى العلامة المؤشرة عليها الطين، ثم يضاف إليها ماء إلى حد علامة الماء، تغلق الأنبوبة وتخض جيدا ثم تسكب محتويات الأنبوبة على المنخل، ثم تضاف كمية أخرى من الماء في الأنبوبة وتخض مرة أخرى ويعاد سكبها على المنخل ثم يثبت القمع على المنخل وعلى الجهة التي بقى عليها الرمل، ثم وضع القمع في فوهة الأنبوبة، ثم يغسل الرمل من المنخل لكي ينزل إلى الأنبوب. وبعد تركه إلى أن يترسب في قعر الأنبوبة المدرجة تقرأ نسبة الرمل. [9]

صورة رقم (I-15) : sand content kit

I.1.5.5.4.6. كمية المواد الصلبة والسوائل في الطين :

لقياس كمية المواد الصلبة والسوائل في طين الحفر تأخذ كمية مقاسه من الطين وتوضع في وعاء ثم يسخن حتى تتبخر السوائل ثم تمرر الأبخرة على مكثف ثم تجمع في أنبوبة مدرجة وتسجل كمية النفط وكية الماء وتحسب النسب المئوية كالأتي:

1. % oil by volume = ml oil × 10
2. % water by volume = ml water × 10
3. % solid by volume = 100 - (ml oil + ml water)×10
4. Grams oil = Corrected ml oil × 0.8
5. Grams water = ml water
6. Grams mud = (gm/cc) × 10 = lb/gal mud weight × 1.2

7. Grams solid = F - (D+E)
8. ml solid = 10 - (ml oil + ml water)
9. Average SP.gr. of solids = G/H
10. Solid % by weight = (G/F)×100

أما في حالة الماء المالح (salt water) فانه يستعمل معامل تصحيح ويعتمد على تركيز الملح لغرض حساب نسبة المواد الصلبة بصورة مضبوطة، وباستعمال جهاز الـ (Retort) بملأ وعاء الجهاز والذي سعته (cc10) بالطين ثم يغطى بالغطاء الخاص وإزالة أي زيادة بالطين، ثم يثبت في موضعه في الجهاز بعدها يوضع عدة قطرات من سائل الـ (steel wool) او الـ (steel wool مباشرة بعد غلق الوعاء ثم تشغيل الجهاز والذي يقوم بتسخين النموذج وتبخير السوائل وبعد مرور السوائل من المكثف تتكثف السوائل لتنزل في أنبوبة مدرجة وتضاف عده قطرات من محلول (aerosol) لغرض الفصل بين النفط والماء بصورة تامة وتوضيح القراءات، وتكون مدة التسخين عادة (20 دقيقة)، ويتوقف التسخين أوتوماتيكيا بعد انطفاء المصباح الأحمر. إن ارتفاع نسبة المواد الصلبة في سائل الحفر تعني زيادة في اللزوجة، زيادة في سماكة كعكة الطين وزيادة في الراشح وزيادة الكثافة والتي قد تسبب مشكلة الفقدان وتقليل سرعة الحفر، وتكون المعالجة بتشغيل معدات فصل المواد الصلبة وتتم باستعمال المنخل الهزاز ذات منخل ناعم وتشغيل عازلة الرمل، عازله السلت أو التخفيف باستعمال طين جديد علما إن عملية التخفيف تزيد من كلفة الطين.[9]

إن حجوم دقائق المواد الصلبة والتي تفصل ميكانيكيا باستعمال أجهزة فصل المواد الصلبة مبينة كما يلي:

Mechanical	Screen Size (mish)	Micron size removed
Shale shaker	14	Down to 1410
	18	Down to 997

	28	Down to 705
	60	Down to 249
	80	Down to 174
	100	Down to 140
(Desander)عازلة الرمل		Down to 50 or 60
(Desilter)عازلة السلت		Down to 30 or 20
(Setting in pits)خزانات الترسيب		Down to 2

ويعتمد الترسيب في الخزانات على:

- نقطة المطاوعة.
- القوة الجيلاتينية.
- سرعة الجريان.
- سعة الخزانات.
- طريقة تصميم خزانات الترسيب.
- الوقت الذي يبقى فيه الطين في خزانات الترسيب.

- استعمال بعض المواد الكيمياوية التي تساعد على تجمع المواد الصلبة.

I .7.5.4. القاعدية PH :

درجة الحموضة او القاعدية في طين الحفر يستدل عليها من تركيز ايونات الهيدروجين والتي يعبر عنها بـPH

$$PH = \log_{10}(1/H^{+})$$

Or

$$PH = -\log 10\ H^{+}$$

وتتراوح قيمة الـ PH من (0-14) والتي تعتبر (7) محيط متعادل و (0-7) محيط حامضي و (7-14) محيط قاعدي وان معظم سوائل الحفر ذات محيط قاعدي يتراوح من (8 - 12.5) ويعتمد على نوع سائل الحفر. وان الـ PH مهمة جدا لأنها تؤثر على قابلية ذوبان معظم المواد العضوية المخفضة للزوجة، وتساعد على انتشار المواد الطينية.

ان الطريقة السهلة لقياس الـ PH والمعروفة حقليا تعتمد على استعمال الـ (PH-Paper) والذي يتغير لونه حسب الـ PH وممكن قراءته بأخذ قطعة طولها انج واحد من الشريط ووضعه فوق الطين وبعد مرور فترة مناسبة من الوقت تتراوح بين الثواني ولعدة دقائق تؤخذ القراءة او بواسطة جهاز قياس القاعدية الرقمي

صورة رقم (I-16) : Digital PH meter

I.8.5.4. القاعدية (Alkalinity) :

إن السيطرة على القاعدية والمحافظة عليها بالمستوى المطلوب يساعد بالحصول على سائل حفر جيد مسيطر عليه من كافة الجوانب. يمكن تعريف القاعدية بأنها تركيز ايونات الهيدروكسيل كلما ازداد ايون الهيدروكسيل يكون الطين جيدا أما إذا كان بسبب البيكاربونات أو الكاربونات يكون الطين غير مستقر وصعوبة السيطرة عليه ولهذا ما يخص بالتلوث بالكاربونات وينتج عن اضافة كميات كبيرة

من البيكاربونات والكاربونات للطين أو التلوث بغاز ثاني اوكسيد الكاربون (CO_2) وتكون المعالجة بإضافة مادة الكوستك صودا (HaoH) أو مادة($Ca(OH)_2$) Lime

I.6.4. أنواع سوائل الحفر :

هناك عدة أنواع مختلفة من سوائل وطين الحفر، بناءً على تركيبها واستخدامها. العوامل الرئيسية الثلاثة التي تعطي القرار بشأن نوع سائل الحفر المختار لبئر معين هي:

- كلفة
- الأداء الفني(Technical performance)
- تأثير بيئي (Environmental impact)

يعد اختيار النوع الصحيح من السوائل للظروف المحددة جزءًا مهمًا من عمليات الحفر الناجحة.
يحتوي تصنيف World Oil السنوي لأنظمة السوائل على تسع فئات متميزة من سوائل الحفر، بما في ذلك:

- انظمة المياه العذبة
- انظمة المياه المالحة
- سوائل الحفر ذات الاساس النفطي او التركيبي
- أنظمة "الموائع" الهوائية (الهواء ، الضباب ، الرغوة ، الغاز)

تعتبر السوائل ذات الاساس المائي (WBFs) هي أكثر الأنظمة استخدامًا، وتعتبر أقل تكلفة من السوائل ذات الاساس النفطي (OBFs) أو السوائل ذات الاساس التركيبي .(SBFs) [2]
تعرف السوائل OBFs و SBFs باسم أنظمة المستحلب العكسي (invert-emulsion systems)حيث تحتوي على طين نفطي او تركيبي كطور مستمر (أو خارجي) للمستحلب، ومحلول ملحي كطور داخلي. تتمتع أنظمة الاستحلاب العكسي بتكلفة أعلى من معظم السوائل التي تعتمد على الماء، لذلك غالبًا ما يتم اختيارها عندما تتطلب ظروف البئر تثبيطًا موثوقًا للسجيل (shale)و / أو تزييتًا ممتازاً. يمكن صياغة الأنظمة القائمة على الماء وأنظمة المستحلب المعكوس لتحمل درجات حرارة قاع البئر المرتفعة نسبيًا. [9]

I.7.4. تصنيف سوائل الحفر :

1. الطين ذو الاساس المائي(Water-based fluids)
2. طين غير مشتت(Nondispersed sytems)
3. طين مشتت (Dispersed systems)

4. سوائل الحفر ذو المياه المالحة(Saltwater drilling fluids)
5. سوائل حفر البوليمر(Polymer drilling fluids)
6. الطين المخترق للطبقات(Drill-in fluids)
7. الطين ذو الاساس النفطي(Oil-based fluids)
8. سوائل الحفر ذات الاساس التركيبي(Synthetic-based drilling fluids)
9. جميع السوائل النفطية(All-oil fluids)
10. موائع الحفر الهوائية(Pneumatic-drilling fluids)
11. منتجات متخصصة(Specialty products)

I.1.7.4. السائل ذو الأساس المائي Water-based fluid :

تستخدم السوائل التي أساسها الماء (WBFs) لحفر ما يقرب من 80٪ من جميع الآبار. يكون الطين او السائل الأساسي عبارة عن مياه عذبة أو مياه بحر أو محلول ملحي أو محلول ملحي مشبع أو محلول ملحي فورمات. يعتمد نوع طين الحفر المختار على ظروف البئر المتوقعة أو على الفترة الزمنية المحددة لحفر البئر. على سبيل المثال، يتم حفر المنطقة السطحية للبئر عادةً باستخدام طين حفر منخفض الكثافة ذو اساس من الماء أو ماء البحر يحتوي على عدد قليل من الإضافات التجارية. تتضمن هذه الأنظمة الطين الطبيعي في سياق عملية الحفر. يمكن أيضًا إضافة بعض البنتونيت التجاري أو الأتابولجيت للمساعدة في التحكم في فقدان السوائل ولتعزيز فعالية تنظيف تجويف البئر. بعد تثبيت البطانة السطحية، غالبًا ما يواصل المشغل، الحفر باستخدام WBF ما لم تتطلب ظروف البئر الانتقال إلى نظام ذو اساس نفطي او تركيبي. [10]

I.2.7.4. الطين ذو الاساس النفطي Oil-based fluids :

تم تطوير انظمة طين الحفر ذات الاساس النفطي وإدخالها في الستينيات، للمساعدة في معالجة العديد من مشاكل الحفر منها:

- الصلصال الموجود في التكوين الذي يتفاعل أو ينسلخ او ينتفخ بعد التعرض لـ.WBFs
- زيادة درجات حرارة قاع البئر.
- الملوثات
- الأنابيب العالقة وعزم الدوران والسحب

سوائل الحفر ذو الاساس النفطي (OBFs) المستخدمة اليوم يتمتكوينها باستخدام الديزل أو الزيوت المعدنية أو الأوليفينات الخطية منخفضة السمية والبارافينات. غالبًا ما يشار إلى الأوليفينات

والبارافينات باسم المواد التركيبية (synthetics) على الرغم من أن بعضها مشتق من تقطير النفط الخام وبعضها يتم تصنيعه كيميائيًا من جزيئات أصغر. تتم مراقبة الاستقرار الكهربائي للمحلول الملحي الداخلي أو طور الماء للمساعدة في ضمان الحفاظ على قوة المستحلب عند القيمة المحددة مسبقًا أو بالقرب منها. يجب أن يكون المستحلب مستقرًا بدرجة كافية لدمج حجم ماء إضافي في حالة مواجهة تدفق المياه في قاع البئر. [10]

يستخدم الباريت لزيادة كثافة نظام طين الحفر، يعتبر البنتونايت العضوي المعالج بشكل خاص هو اللزوجة الأساسية في معظم أنظمة طين الحفر ذو الاساس النفطي. يساهم طور الماء للمستحلب أيضًا في لزوجة السوائل. تمت إضافة المواد العضوية المحبة لليغنيت (lignitic) والأسفلتية والبوليمرية للمساعدة في التحكم في فقدان السوائل من) HP / HT الضغط المرتفع / درجة الحرارة المرتفعة). يعتبر ترطيب النفط ضروريًا لضمان بقاء المواد الجسيمية في حالة تعليق. يمكن أن تعمل المواد الخافضة للتوتر السطحي المستخدمة في ترطيب النفط أيضًا كمخففات. عادةً ما تحتوي انظمة سوائل الحفر ذو الاساس النفطي على الجير للحفاظ على ارتفاع درجة الحموضة، ومقاومة الآثار الضارة لغازات كبريتيد الهيدروجين (H_2S) وثاني أكسيد الكربون (CO_2) ، وتعزيز استقرار المستحلب. [10]

يعد تثبيط الصخر الزيتي (Shale) أحد الفوائد الرئيسية لاستخدام طين الحفر ذو الاساس النفطي. يساعد طور المياه عالية الملوحة على منع الصخر الزيتي من الترطيب والانتفاخ والتسريب إلى تجويف البئر. يتم تكوين معظم أنظمة الطين النفطية التقليدية (OBM) (Oil Based Mud) بمحلول ملحي من كلوريد الكالسيوم، والذي يبدو أنه يوفر أفضل خصائص تثبيط لمعظم الصخر الزيتي.

تسمى نسبة النفط إلى نسبة الماء في الطور السائل لطين الحفر ذو الاساس النفطي .oil/water تعمل السوائل ذو الاساس النفطي بشكل جيد بشكل عام مع نسبة oil/water في النطاق من 35/65 إلى 5/95، ولكن النطاق الأكثر شيوعًا هو من 30/70 إلى 10/90.

I.3.7.4. سوائل الحفر ذات الاساس التركيبي Synthetic-based drilling fluids :

تم تطوير السوائل ذات الأساس التركيبي (SBFs) نتيجة الرغبة المتزايدة في تقليل التأثير البيئي لعمليات الحفر البحرية، ولكن دون التضحية بالفعالية من حيث التكلفة للأنظمة طين الحفر ذات الاساس النفطي.

كما في OBFs ، يمكن استخدام SBFs من أجل:

- تعظيم معدل الاختراق.(rate of penetrations) (ROPs)
- زيادة التزييت في الآبار الاتجاهية والأفقية.
- تقليل مشاكل استقرار حفرة البئر، مثل تلك التي تسببها الصخور الزيتية التفاعلية (reactive shales).

تؤكد البيانات الميدانية التي تم جمعها منذ أوائل التسعينيات أن SBFs توفر أداء حفر استثنائي وممتاز، يعادل بسهولة أداء طين الحفر ذو الاساس النفطي.

عند مواجهة درجات حرارة باردة، قد تتطور عوامل SBF التقليدية إلى لزوجة عالية بشكل غير مرغوب فيه نتيجة للصلصال العضوي ومواد الليغنت (lignitic) المضافة الى نظام سائل الحفر. سمح إدخال SBFs المصنوع من صفر أو من الحد الأدنى من الإضافات من الطين العضوي والمنتجات الليغنيتية بالتحكم في خصائص الريولوجيا وفقدان السوائل من خلال خصائص مستحلب طين الحفر. تشمل مزايا أداء هذه الأنظمة ما يلي:

- قوة هلامية عالية ومسطحة تنكسر بأقل ضغط بدء.
- انخفاض ملحوظ في كثافة التدوير المكافئة (equivalent circulating densities) (ECDs).
- تقليل خسائر الطين أثناء الحفر وتثبيت البطانة والتسميت. [10]

5.I. حجم الرمال الملوثة المستخرجة من بئر واحد :

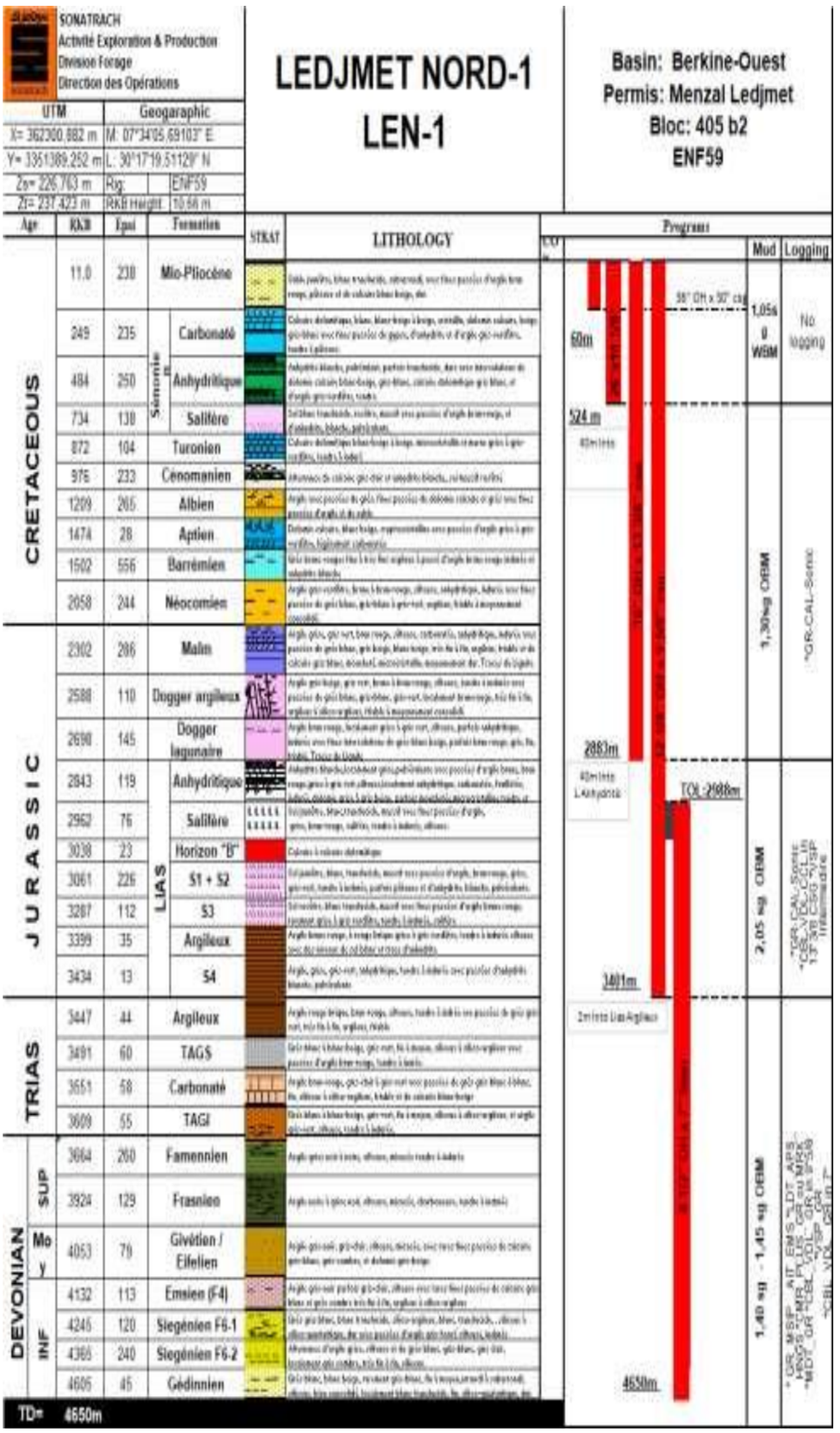
إن الرمل المستخرج من آبار النفط نتيجة لعملية الحفر كبير الحجم، لكن لايزال تلوث هذه الرمال بسائل الحفر

الذي يساعدنا في عملية الحفر واستخراج الرمال يمثل مشكلة. يظهر حجم هذا الرمل المستخرج من بئر واحد فقط

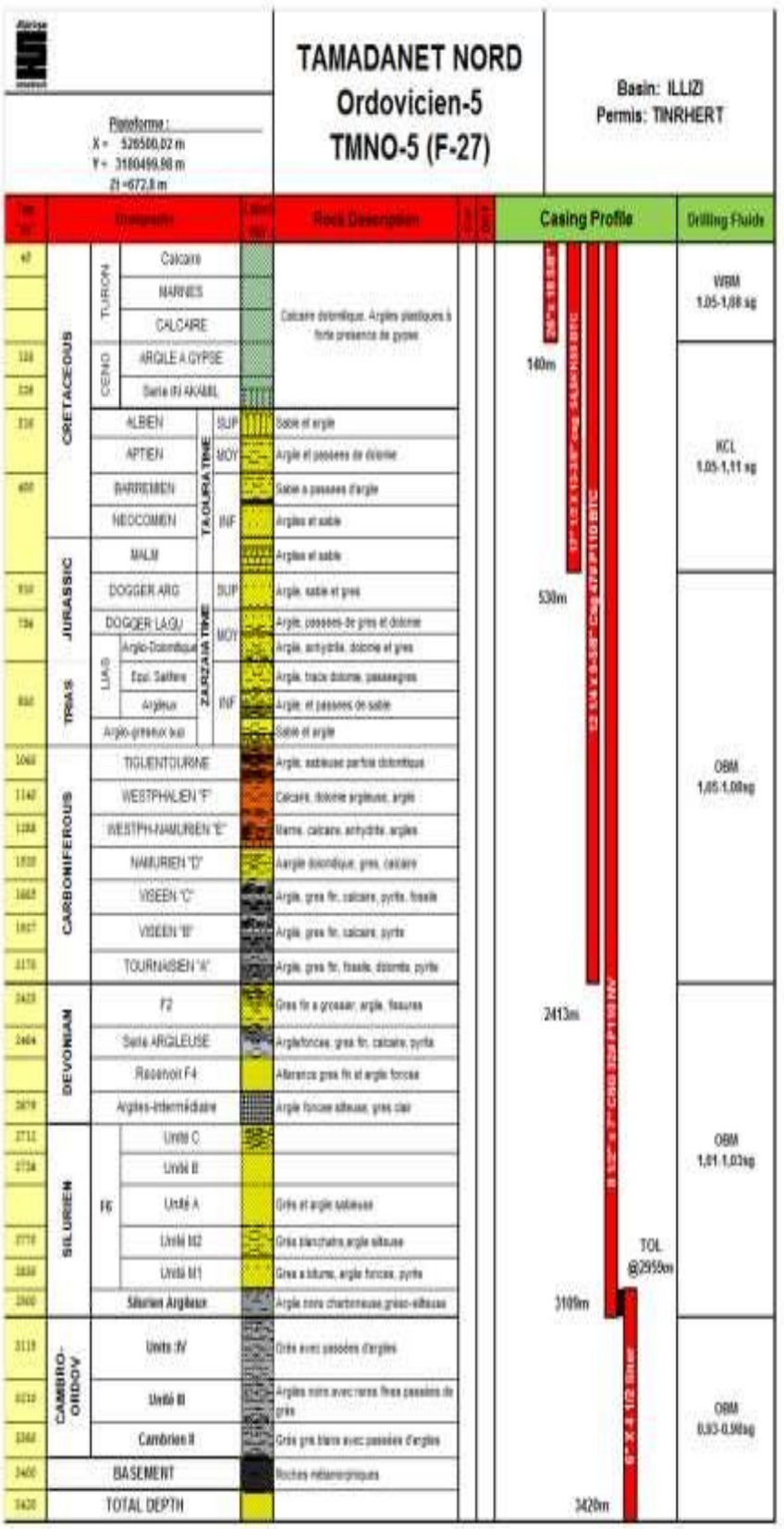
في الجدول أدناه :

المرحلة	القطر(انش)	العمق(بالمتر)	الحجم(م^3)
01	30	0 الى60 م	$27.35m^3$
02	26	60 الى 524=464م	$158.58m^3$
03	16	524الى2883=2359م	$305.85m^3$
04	12 1/4	2883الى3401=518م	$39.37m^3$
05	8 1/2	3401الى4650=1249م	$45.70m^3$
			577.12 * 02
			$1145.24M^3$

جدول رقم (I-17) : كميه الرمال المستخرجه



صورة رقم (I-18) : نموذج حجم الأرض الملوثة المأخوذة من بئر في جنوب بركين



صورة رقم (I-19) : نموذج حجم الرمال الملوثة المستخرجة من بئر منطقة اليزي

6.I. نتائج تحليل التربه حراريا :

تستند نتائج تحليل التربة، التي أجرتها شركة (MI-SWACO) في حاسي مسعود، إلى وجود نسب المعادن. [11]

الثقيلة المبينة في الجدول أدناه:

Echantillons	Métaux lourd : concentration (en mg/ kg)				
	Plomb الرصاص	Cuivre النحاس	Cadmium (cd)	Zinc الزنك	Mangnése المانغنيز (Mn)
Cutting Non Troité	380	00	2.00	275.0	30.00
Cutting Troités	326	0.40	3.00	395.0	40.00

الجدول رقم (I-20) : نتائج تحليل التربة المعالجة حراريا

7.I. التأثيرات والأضرار على البيئة والإنسان :

1.7.I. تعرّف الموسوعة البريطانيّة-Britannica – للتلوث :

التلوث هو إضافة أي مادة (صلبة أو سائلة) أو شكل من أشكال الطاقة (مثل الحرارة أو الصوت أو النشاط الإشعاعي) إلى البيئة بشكل أسرع من إمكانية تشتيتها أو تخفيفها أو تكسيرها أو إعادة تدويرها أو تخزينها بشكل غير ضار. ويؤثر التلوث أياً كان نوعه سلباً على البيئة والحياة البرية، وفي كثير من الحالات، على صحة الإنسان . [12]

يمكن أن يتخذ التلوث أشكالاً عديدة حسب مصدره، لكن البيئات الطبيعية الأكثر عرضة للتلوث هي الماء والهواء والتربة.

I.2.7. التلوث النفطي(البترولي) :

عندما تدخل مكونات غازية أو سائلة أو صلبة أو مركبات أو مخاليط مشتقة من البترول إلى البيئة أو أحد مكوناتها (الهواء أو الماء أو التربة) وتضر بالبيئة أو تدمرها. [13]

I.3.7. النفايات البترولية :

I.7. 3.1. سائل الحفر :

وهو عبارة عن مائع يحتوي على (الباريت والبنتونيت) والمواد الصلبة الأخرى وتضاف حسب الحاجة حسب التكوين. [13]

صورة رقم (I -21): انتاج سائل الحفر على مستوى وحدة الإنتاج

I.2.3.7. أثار سوائل الحفر على البيئة environmental problerr :

تشكل سوائل التكسير الهيدروليكي مخاطر بيئية قليلة ويتم التخلص منها مباشرة. ويتم تنفيذ هذا الإجراء في عمليات الحفر البرية والبحرية على حد سواء، دون الانخراط في برامج التنظيف ودون نقل الحطام الصخري.

أما المخلفات الصخرية الناتجة عن عمليات الحفر باستخدام السوائل البترولية فتغطى ببقعة النفط، وبالتالي لا يمكن إلقائها في البحر خوفاً من تلويث البيئة البحرية والساحلية، بل يتم تجميعها في بركة

ونقلها إلى الشاطئ للتخلص منها بطريقة سليمة بيئياً، ولكن هذا النظام يزيد من تكلفة الحفر البحري. [13]

I.4.7. الماء المنتج :

الماء المنتج ، وهو منتج ثانوي لاستخراج النفط الخام، هو الماء الموجود بشكل طبيعي في حفرة البئر، وعادة ما يكون مع الغاز والهيدروكربونات، ويتم إطلاقه مع النفط الخام أثناء عملية الاستخراج. ويتم فصل المياه المنتجة عن النفط في منشأة معالجة مركزية (CPF) وتُنقل بالأنابيب إلى ميناء الشار للتصدير، بينما يُعاد حقن المياه المنتجة مرة أخرى في بئر النفط باستخدام ضواغط قوية أو يتم التخلص منها بوسائل أخرى. كما أنه ليس من غير المألوف حقن السوائل في آبار النفط أثناء إنتاج النفط للحفاظ على الضغط في قاع الحقل وتحسين معدلات الاستخراج؛ وغالباً ما تستخدم المياه العذبة أو مياه البحر في عملية إعادة الحقن. [14]

I.1.4.7. تعريف الماء المنتج :

المياه المنتجة عالية الملوحة ويمكن أن تتجاوز ملوحة مياه البحر بعدة مرات. وتحتوي مياه البحر على مواد كيميائية عضوية قابلة للذوبان وغير قابلة للذوبان، ومبيدات حيوية، ومثبطات الترسبات الكلسية والتآكل، ومستحلبات ومواد كيميائية أخرى تضاف أثناء الحفر والتعدين. [15]

صورة رقم (I -22) : الماء المنتج

I.2.4.7. مكونات الماء المنتج :

وتشمل المواد الكيميائية العضوية المضافة أثناء عملية الاستخراج (على سبيل المثال لا الحصر) البنزين والتولوين وإيثيل البنزين والزيلين، وهو خليط يعرف باسم BTEX. وبالإضافة إلى ذلك، قد تحتوي المياه المنتجة على مواد مشعة تحدث بشكل طبيعي (NORM) . [16]

I.3.4.7. اضراره على الصحة والبيئة :

أدت الآثار الضارة للمياه المنتجة على الصحة والبيئة في الآونة الأخيرة إلى تطوير تقنيات لمعالجة المياه المنتجة وإعادة استخدامها: [17]

1. يُعرف خليط يسمى BTEX بمخاطره المسببة للسرطان وقدرته على إلحاق الضرر بالرئتين والعينين والجهاز العصبي.
2. التخلص من المياه المصاحبة، وهي منتج ثانوي لعملية استخراج النفط، تحتوي على مواد كيميائية وأملاح ومخلفات هيدروكربونية، مباشرة في الأرض أو في أحواض مفتوحة مبطنة بالبلاستيك، والتي يمكن أن تتلف في بعض الأحيان.
3. حقن كميات كبيرة من مياه الصرف الصحي في طبقات المياه الجوفية العذبة غير المحصورة، بدلاً من اتباع معايير الصناعة لإعادة الحقن في خزانات النفط.
4. إعادة حقن المياه المنتجة في طبقات المياه الجوفية الحاملة للمياه العذبة أو طبقات المياه الجوفية التي تتفاعل مع طبقات المياه العذبة من خلال الكسور أو الصدوع، بدلاً من حقنها في تكوينات محصورة أو إعادتها إلى مكامن النفط.

I.5.7. الانبعاثات الغازية :

تعاني الدول المنتجة للنفط من عدد من المشاكل البيئية، من بينها الغازات الملوثة للهواء المنبعثة من صناعة النفط، والتي تضر بالصحة والبيئة. ولذلك، تتجه هذه الدول نحو تحديث مصافيها لإنتاج وقود أكثر صداقة للبيئة وتقليل مخاطر هذه الغازات. [18]

صورة رقم (I -23) : الانبعاثات الغازية في حقول النفط

I.1.5.7. تأثير الانبعاثات الغازية على البيئة :

فالنفط والنفط القادم إلى سطح الأرض يخل بالتوازن البيئي، ويؤثر على المركبات الموجودة في التربة ويعمل على انتشار المركبات السامة المنتشرة في التربة، ويسبب تلوثاً واسع النطاق، ويزيد من معدل الميثان والكائنات الدقيقة في الجو بسبب احتراق النفط، ويخل بالتوازن البيئي ويسبب أضراراً بيئية لا تطاق. [19]

يطلق احتراق النفط العديد من الأحماض الضارة مما يسبب الأمطار الحمضية الضارة بالنباتات، وترتفع أخطر الغازات (غازات النترات والفوسفات) وغيرها.

I.2.5.7. تأثير الانبعاثات الغازية على الصحة :

ويتأثر الحلق والأنف والرئتان بأول أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين وغاز الأوزون وأكاسيد الكبريت والملوثات المعدنية مثل النيكل والكادميوم والبريليوم.

وتتأثر العينان بقطرات المطر الحمضي والجسيمات العالقة في الغبار والدخان الناتج عن احتراق النفط، والتي يمكن أن تسبب تهيج العينين وتشوش الرؤية الشديد وضعف البصر بشكل كبير. وقد تتأثر صحة الكبد أيضًا حيث يمكن أن تتضرر صحة الكبد لأن المواد المشعة من الهالوجين والزرنيخ الموجودة في الزيت يمكن أن تتلف الأنسجة الموجودة.

يحتوي الزيت أيضًا على الرصاص والكالسيوم ومواد مشعة مختلفة، والتي يمكن أن تؤثر على صحة العظام وتؤدي إلى خلل في العظام والكساح والروماتيزم. ويحتوي الرصاص والزئبق والكوبالت على مواد مشعة تؤثر على خلايا المخ وتضعف الذاكرة، وتضر بالمخ وخلايا المخ وتضر بالغدة الدرقية؛ وهي مواد مشعة مثل الثوريوم واليورانيوم. [19]

I.6.7 . النفايات والمواد المتبقية من أنشطة الاستكشاف البترولية :

هناك مخاوف جدية من أن الشركات تخلف وراءها نفايات صناعية مثل المعادن المستخدمة في الحفر وتحفيز الآبار، والبراميل الفارغة وحتى أكياس المواد الكيميائية: وذلك لأن السكان المحليين يأخذون النفايات التي تتركها شركات النفط في مناطق التنقيب ويعيدون استخدامها في منازلهم. [20]

I.1.6.7. الحمأة الزيتية :

النفط الخام أو النفط المنتج المختلط بالتربة أو غيرها من الوسائط حيث لا يمكن استرداد النفط مباشرة وقد يسبب التلوث. وهو من النفايات الخطرة وأحد الملوثات الرئيسية في صناعة البتروكيماويات. إن التخلص العشوائي من النفايات الزيتية لا يهدر الموارد فحسب، بل يؤدي أيضًا إلى تلوث التربة

والهواء. والأهم من ذلك، فإن نقل الهيدروكربونات النفطية وترشيحها في التربة يلوث المياه الجوفية ويسبب أضراراً بيئية دائمة. وبمجرد وصولها إلى شبكات المياه والأراضي الزراعية، تمتص النباتات هذه المواد السامة بشكل سلبي وتدخل إلى جسم الإنسان من خلال السلسلة الغذائية، مما يسبب أمراضًا مختلفة ويهدد صحة الإنسان. [21]

صورة رقم (I-24) : مكب الحماة الزيتية في حقول النفط

I.2.6.7. الخصائص الفيزيائية والكيميائية للحمأة الزيتية :

نظرًا لتعقيد حمأة الزيت، فإن معالجتها تمثل تحديًا كبيرًا في صناعة النفط. لذلك، يتم عرض تقنيات معالجة وتحليل حمأة النفط. إن معالجة حمأة النفط في حقول النفط صعبة للغاية. فمعظم حقول النفط لم تحقق حتى الآن معالجة غير ضارة وماهرة. لا تغطي عمليات التكديس والتجفيف الشائعة الاستخدام مساحات كبيرة فحسب، بل تتسبب أيضًا في تلوث الهواء والماء والمواد الصلبة. بالإضافة إلى ذلك، يتعين على الشركات دفع رسوم كبيرة لمياه الصرف الصحي. هناك حاجة إلى مزيد من البحوث حول تقنيات معالجة حمأة النفط في حقول النفط. تتناقص جودة حمأة النفط مع تحسين متطلبات حماية البيئة الوطنية. [21]

I.3.6.7. تتجلى الاثار السلبية للحمأة الزيتية في ثلاثة جوانب على الصحة والبيئة هي :

1. يؤدي تبخر المكونات البترولية في الحمأة الزيتية إلى زيادة التركيز الكلي للهيدروكربونات في الهواء المحيط.
2. تلوث الحمأة الزيتية المعالجة بطريقة غير سليمة المياه السطحية وحتى المياه الجوفية، مما يتسبب في تجاوزات خطيرة لتركيزات الحمأة الزيتية والمواد البترولية في المياه.

3. تحتوي الحمأة الزيتية على مجموعة من المركبات العضوية السامة والضارة مثل الهيدروكربونات والفينولات والأنثراسين ومركبات البنزين الحلقية. بعض المواد مسرطنة ومسخنة ومولدة للطفرات.[21]

الخلاصه :

توجد العديد من أنواع الرمال في الطبيعة، وتنقسم إلى فئتين: الرمال العادية والرمال غير العادية، حيث تختلف صفاتها حسب مصدرها واحتياجاتها.

تأتي الرمال بأشكال هندسية متنوعة، مثل الأشكال الدائرية والزاوية والناعمة والخشنة، وتأتي بأحجام صغيرة وكبيرة. بشكل عام، يعزز الرمل الخواص الميكانيكية للخرسانة مع مرور الوقت، ولكن بعض الرمال تعاني من مشكلة التدرج الجيبي.

يتكون الرمل المستخدم في خلطات الخرسانة من نوعين: الرمل الطبيعي الذي يشمل رمال الوديان والأنهار والبحار والمحاجر، والرمل الصناعي الذي يتم إنتاجه عن طريق تكسير كتل الجبس المنصهرة في الأفران الفولاذية بشكل عام. ولمنع استنزاف هذا النوع من الرمال، تم وضع قوانين صارمة. ووفقًا لهذه النظرة، هناك حاجة ملحة لاكتشاف بدائل لهذه الرمال من أجل الحفاظ على النظام البيئي وتشجيع استخدام أنواع أخرى من الرمال. قد تكون رمال حفر آبار النفط خيارًا جديدًا واعدًا.

الفصل الثاني:
طرق المعالجة

1.II. المدخل :

مع ازدياد عمليات التنقيب عن النفط والغاز من المصادر التقليدية وغير التقليدية، تستمر نفايات حفر آبار النفط (ODW) في الزيادة. تتزايد مخلفات الحفر (منتج ثانوي لعمليات الحفر) بشكل كبير.على سبيل المثال، يتم إنتاج أكثر من 80,000 طن من نفايات حفر النفط في المملكة المتحدة كل عام . [22] ومن ناحية أخرى، يتم الاعتراف بمخلفات الحفر النفطية كنفايات خطرة في العديد من البلدان.يتم الاعتراف بها كنفايات خطرة في العديد من البلدان. ولا يقتصر الأمر على صعوبة معالجتها فحسب، بل أيضًا التخلص منها بطريقة غير سليمة. فهي تشكل مشاكل خطيرة على البيئة وصحة الإنسان . [23] ولذلك، أصبحت هذه أصبحت مشكلة عالمية. [24]

وفي الوقت الحالي يتم استخدام الاهتزاز الحراري والاستخلاص بالمذيبات والتصلب والتثبيت وقد تم تطوير العديد من طرق المعالجة، بما في ذلك التصلب والتثبيت والمعالجة البيولوجية [25]. ومع ذلك يتوفر عدد قليل من التقنيات المتاحة لمعالجة نفايات التنقيب عن النفط بسبب تركيبتها المعقدة ولوائح الانبعاث المتزايدة الصرامة [26]، هناك عدد قليل من التقنيات القادرة على معالجة نفايات التنقيب عن النفط المنتجة في ظل مجموعة متنوعة من الظروف المعقدة.

هناك القليل من التقنيات القادرة على معالجة نفايات التنقيب عن النفط ولذلك، تصف هذه المقالة أولاً سياسات الانبعاثات المختلفة لمخلفات الحفر النفطية في المناطق الرئيسية في العالم.وذلك لتحديد أهمها. أخيرًا تتم مناقشة الاتجاهات في تطوير طرق المعالجة من خلال الجمع بين أمثلة لمعالجة مخلفات الحفر البترولية في تطوير النفط والغاز الصخري.

2.II. لوائح الانبعاثات المقطعية للتنقيب عن النفط :

تختلف معايير الانبعاثات لمخلفات التنقيب عن النفط من بلد إلى آخر. على سبيل المثال، في منطقة بحر قزوين في كازاخستان تطبق معايير "الانبعاثات الصفرية" في منطقة بحر قزوين في كازاخستان. وتنظم العديد من المناطق في جنوب شرق آسيا المحتوى النفطي لمخلفات الحفر إلى أقل من 10 في المائة. [27]

ومع ذلك، فإن سياسات الانبعاثات هي عامل مهم في تحديد واختيار طرق التخلص من نفايات الحفر المعتمدة على النفط. والسبب في ذلك هو ما يلي. لذلك، من الضروري تحليل سياسات التخلص من نفايات الحفر القائمة على النفط في المناطق الرئيسية المنتجة للنفط والغاز. [28]

تُصنف متطلبات التصريف (حدود التركيز) لمخلفات الحفر البحرية القائمة على النفط إلى ثلاثة مستويات بمناطق تصريف مختلفة: مناطق الفئة الأولى (المحتوى الدهني)

مناطق الفئة الأولى (المحتوى الدهني أقل من 1 في المائة)، ومناطق الفئة الثانية (المحتوى الدهني أقل من 3 في المائة) ومناطق الفئة الثالثة (المحتوى الدهني أقل من 8 في المائة)

يمكن تصريف نفايات الحفر المحتوية على النفط بتصريح، ولكن ليس في منطقة بحر بوهاي حيث يحظر التصريف بشكل صارم. في [29]، يُحظر التصريف بشكل صارم. ومع ذلك، هناك بعض الاختلافات في متطلبات التصريف البرية.

تحظر وكالة حماية البيئة الأمريكية (USEPA) إلقاء مخلفات التنقيب عن النفط في جميع المناطق. وتسمح النرويج بتصريف نفايات الحفر التي تحتوي على أقل من 1% من النفط، في حين أن جزر بارنتس لديها سياسة التصريف الصفري. وتطبق سياسة التصريف الصفري في بحر بارنتس.

لا تصرح البرازيل بتصريف مخلفات الحفر التي تحتوي على نسبة منخفضة من النفط والزيوت المعدنية المنخفضة، ولكنها تسمح بتصريف الطين الذي يحتوي على الزيوت المعدنية كمكون رئيسي. ومع ذلك فإنها تسمح بتصريف الطين المحسّن الذي يحتوي على الزيوت المعدنية المعتمدة من المعهد البرازيلي للبيئة والموارد الطبيعية المتجددة (IBAMA). يصرح بتصريف الحمأة المحسنة القائمة على الزيوت المعدنية المعتمدة من المعهد البرازيلي للبيئة والموارد الطبيعية المتجددة (IBAMA).

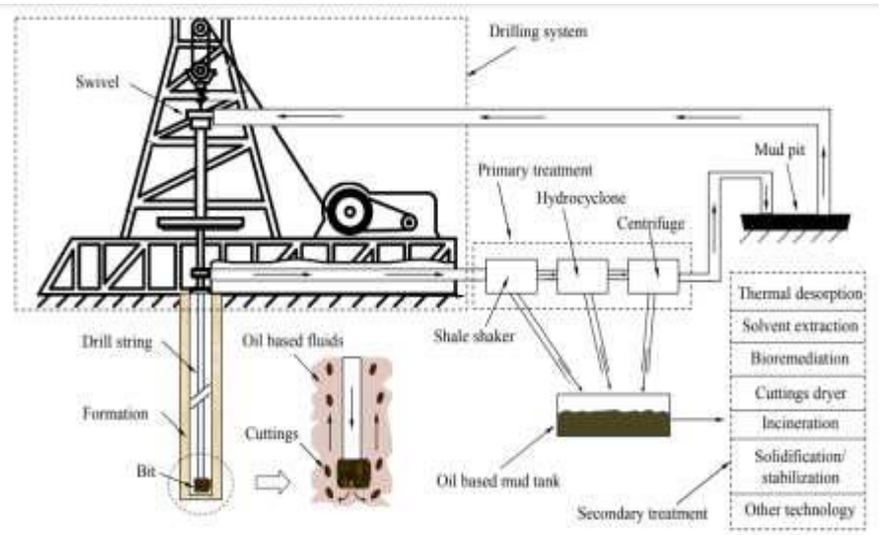
تم وضع سياسة الانبعاثات لبحر الشمال من قبل لجان أوسبار (لجنة أوسلو ولجنة باريس)، وتنص السياسة التي وضعتها لجنة أوسبار على أن نفايات الحفر القائمة على البترول يجب ألا تحتوي فقط على محتوى بترولي أقل من 1%، بل يجب أن تجتاز اختبارات السمية التالية لتحديد ما إذا كانت المادة خطرة أم لا، يجب أن تجتاز اختبار السمية. القيم الفاصلة لمعايير اختبار السمية هي كما يلي:

يجب اجتياز معايير اختبار السمية بحلول نهاية العام. فيما يلي قيم الحد الفاصل لمعايير الاختبار:

1. الثبات: عمر النصف 50 يوماً
2. التراكم ألبيولوجي لوغاريتم معامل التفرق ≤ 4 أو لوغاريتم معامل التفرق ≤ 500. لوغاريتم معامل تفريق الأوكتانول/الماء ≤ 500
3. السمية LC50 الحاد أو EC50 ≤ 1 مجم/لتر، NOEC طويل الأجل ≥ 0.

3.II. تقنيات تكرير نفايات الحفر الرئيسية القائمة على النفط :

تقنيات معالجة نفايات التنقيب عن النفط الرئيسية يوضحه الشكل :



صورة رقم (II-1) : رسم تخطيطي لمعالجة بقايا الحفر القائمةعلى النفط

جميع مراحل إنتاج ومعالجة نفايات التنقيب عن النفط. وتشمل: "تعطيل التكوينات الجيولوجية عن طريق الحفر - توليد كميات كبيرة من مخلفات التنقيب عن النفط - نقل مخلفات التنقيب عن النفط إلى السطح مع طين التنقيب عن النفط - المعالجة الأولية في موقع البئر - استعادة النفايات غير المعالجة - المعالجة الثانوية". والهدف الرئيسي من المعالجة الأولية هو استعادة طين حفر النفط الباهظ الثمن من خلال الهزازات، والهزازات المائية، وأجهزة الطرد المركزي وغيرها من معدات التحكم في المواد الصلبة. [30] ومع ذلك، بعد المعالجة الأولية، لا تزال نفايات الحفر النفطية تحتوي على تركيزات عالية من الهيدروكربونات وتصنف على أنها نفايات خطرة. ولذلك فإن المعالجة الثانوية لمخلفات التنقيب عن النفط ضرورية لضمان جعل النفايات غير ضارة. [24]

واعتمادًا على ما إذا كان يمكن استرداد النفط أم لا، يمكن تقسيم المعالجة الثانوية إلى تقنيات يمكن أن تستعيد النفط (مثل الامتزاز الحراري، واستخلاص المذيبات، ومجففات نفايات الحفر) وتلك التي لا يمكن استعادتها (مثل الحرق، والمعالجة البيولوجية، والتصلب والتثبيت)

وتتمثل الميزة الرئيسية لتقنيات استخلاص النفط في قدرتها على استعادة النفط المكرر باهظ الثمن. وعلى وجه الخصوص، لا يقتصر التنظيف الحراري الحراري الميكانيكي الحراري (التنظيف الحراري الميكانيكي) على تقليل محتوى المخلفات الصلبة إلى أقل من 1% بعد المعالجة فحسب، بل يتيح أيضاً استخدام النفط المستعاد كوقود احتراق أو كزيت أساسي لإعادة توزيع سوائل التنقيب عن النفط. ومع ذلك، غالباً ما تعاني تقنيات استخلاص النفط من مشاكل الاستثمار المرتفع والاستهلاك

العالي للطاقة. لا تستعيد تكنولوجيات المعالجة البيولوجية النفط، ولكنها تستخدم التحلل البيولوجي لجعل نفايات الحفر المحتوية على النفط غير ضارة أساساً وهي أرخص ثمناً. ومع ذلك، فإن تقنيات المعالجة الحيوية لها عواقب كبيرة.

لا يقتصر الأمر على التنوع الكبير في تقنيات معالجة نفايات الحفر النفطية فحسب، بل إن المعدات وطرق المعالجة معقدة أيضًا، ولا توجد تقنية واحدة مناسبة لجميع حالات المعالجة. لذلك، هناك حاجة ملحة لتطوير نظام تقييم لتكنولوجيات معالجة مياه الصرف الصحي الناتجة عن التنقيب عن النفط لاختيار التكنولوجيا الأنسب لحالة معالجة معينة

II.4. طرق المعالجه :

تةجد الكثير من طرق معالجه البقايا ذات الاساس النفطي و الزيتي و نذكر منها الطرق التاليه :

II .4 .1. تشكل الحمأة البترولية :

أثناء حفر البئر، يتم حقن الطين (يسمى طين الحفر) في قضبان الحفر بضغط عالٍ. يتم تفريغ طين الحفر من ارتفاع أداة الحفر بسرعة كافية لجلب شظايا الصخور المحفورة إلى السطح في الفراغ الحلقي بين قضيب الحفر وجدار البئر. [31]

II.4.2. مكونات الحمأة البترولية :

تتكون الحمأة من مرحلة سائلة وجزيئات صلبة. وتكون المرحلة السائلة عبارة عن ماء (WBM) أو مستحلب عكسي للزيت/الماء (OBM) [31].

II.4.3. استعادة الزيوت من الحمأة البترولية :

أثبتت إعادة التدوير أنها أحد الخيارات الرئيسية لإدارة الحمأة النفطية. وإعادة التدوير هي إعادة معالجة وإعادة تشكيل الحمأة الزيتية ذات المحتوى الزيتي المرتفع (أكثر من 50%) والمحتوى الصلب المنخفض نسبياً (أقل من 30%) من قبل صناعة النفط لاستعادة الطاقة. تقلل إعادة التدوير بشكل فعال من كمية حمأة النفط الخطرة من صهاريج التخزين، وتمنع التلوث البيئي وتقلل من الاستهلاك الاقتصادي لموارد الطاقة غير المتجددة. [32]

II.4.4. طرق استخلاص الزيوت من الحمأة الزيتية :

II.4.4.1. الاستخلاص بالمذيبات :

يتم استخدام النسبة المرغوبة من المذيب لإزالة المركبات العضوية غير المتطايرة وشبه المتطايرة من المصفوفة على الأرض أو في الماء، ويتم فصل الزيت عن المذيب عن طريق تقطير الخليط. ودرس غازينو وآخرون استخدام زيت التربنتين كمذيب لاستخلاص الزيت من الحمأة الزيتية ووجدوا أن الزيت المستخلص كان حوالي 13-53% من حجم الحمأة الأولية.

ودرس الزبيدي وأبو النصر تأثير ميثيل إيثيل كيتون الميثيل (MEK) ومكثفات غاز البترول المسال (LPGC) كمذيبات للاستخلاص. وقد أظهرت النتائج أن نسبة المذيب إلى الحمأة 1:4 أدت إلى استخلاص نسبة عالية من الزيت بلغت 39% لميثيل كيتون الإيثيل كيتون و32% لغاز البترول المسال؛ وأظهر الزيت المستخلص بميثيل كيتون الإيثيل كيتون تحسنًا في مستويات الرماد وبقايا الكربون والأسفلتين، ولكنه يحتاج إلى معالجة قبل الاستخدام بسبب ارتفاع نسبة الكبريت وبقايا الكربون.

قارن النجار وآخرون مذيبات مختلفة من خلال قياس تأثيرات استخلاصها على حمأة الزيت الجاف/شبه الجاف. وكانت المذيبات التي تم اختبارها هي النفتا ون-هيبتان والبارافين وثاني كلوريد الميثيلين وثاني كلوريد الإيثيلين والتولوين وثنائي الإيثيلين. أظهرت النتائج أن التولوين كان له أعلى استرجاع بنسبة 75.94% تقريبًا (أثبت ماير وآخرون أيضًا أن المذيبات البترولية التي تحتوي على كميات كبيرة من المركبات الحلقية هي أكثر المذيبات فعالية لإذابة مكونات الأسفلت في الحمأة البترولية).

وقد ثبتت فعالية الهكسان والزيلين في استرداد الهيدروكربونات من حمأة الزيت بالمذيبات، حيث تم استرداد ما يصل إلى 67.5% من مركبات الهيدروكربونات في الحمأة.

تم استخدام مذيبات مختلفة على الحمأة الزيتية من قبل باحثين مختلفين وأثبت مذيب التولوين أنه الأكثر فعالية في معالجة الحمأة الزيتية مع أعلى معدلات استرجاع، كما أفاد النجار وآخرون. وباختصار، فإن الاستخلاص بالمذيب هو طريقة استخلاص بسيطة وفعالة يمكن إجراؤها في وقت قصير. ومع ذلك، فقد ذُكر أن كفاءته منخفضة وتقلباته عالية عند استخدامه في الاستخلاص على نطاق واسع. ولتحسين أداء الاستخلاص بالمذيبات، ينبغي تطوير طرق بديلة لاستكمال الاستخلاص بالمذيبات . [33]

II.2.4.4. المعالجة بالطرد المركزي :

في هذه الطريقة، يتم شفط حمأة الزيت المعالجة مسبقًا من خلال جهاز دوار عالي السرعة مع قوى طرد مركزي قوية تعمل على تكسير مكوناته إلى كثافات مختلفة في وقت قصير.

تتم معالجة حمأة الزيت مسبقًا لتقليل لزوجتها، وبالتالي زيادة أداء أجهزة الطرد المركزي وتوفير الطاقة. تشمل طرق المعالجة المسبقة إضافة مواد مثل المذيبات العضوية، ومزيلات الاستحلاب، والمواد الكيميائية النشطة بالسلالة، والحقن بالبخار، والتسخين المباشر (Cambiella et al. وقد وجد أن كفاءة فصل الزيت عن الماء بالطرد المركزي يمكن تحسينها بنسبة تصل إلى 92-96% مع إضافة كميات معتدلة من أملاح التخثر. في عملية الطرد المركزي، يتم خلط عامل المعالجة المسبقة مع حمأة الزيت وتتم معالجة الخليط في خزان المعالجة المسبقة لتقليل لزوجته. وأثناء عملية الطرد المركزي، يتم فصل الماء عن الزيت (الذي لا يزال يحتوي على الماء والمواد الصلبة)، وتتم معالجة الماء المفصول أيضًا لإزالة حمأة الزيت PHC، ويتم فصل الزيت عن المواد الصلبة والماء لاستعادة الزيت باستخدام فواصل الجاذبية. تتم معالجة جميع المياه والمواد الصلبة المفصولة وفقا للمعايير البيئية.

الفصل بالطرد المركزي هو طريقة متقدمة ونظيفة وفعالة لمعالجة حمأة الزيت. ولا يتطلب استهلاكًا عاليًا للطاقة. ومع ذلك، فإنه يتطلب مساحة كبيرة لتركيب المحطة، وهو مكلف للغاية ويزيد من المخاوف البيئية (الضوضاء والتلوث.) الضوضاء والتلوث). [34]

صوره رقم (II-2) : جهاز الطرد المركزي العمودي

II.3.4.4. الاستخلاص المعزز للنفط (EOR) :

عملية للإزالة السريعة والفعالة من حيث التكلفة للملوثات العضوية من الوسائط الصلبة من خلال استخدام المواد الخافضة للتوتر السطحي. والمواد الخافضة للتوتر السطحي هي مركبات برمائية تحتوي على مجموعات كارهة للماء مثل "الذيول" ومجموعات محبة للماء مثل "الرؤوس". وتعزز قدرتها على تقليل التوتر السطحي والتوتر البيني بين أنواع مختلفة من السوائل وبين السوائل والمواد الصلبة من تطبيقها في إزالة الملوثات العضوية. ومن الأمثلة على المواد الخافضة للتوتر السطحي

التي يمكن أن تزيد من تركيز الكربون الهيدروجيني في الطور المائي كبريتات دوديسيل الصوديوم (SDS)، وكوريكسيت 9527، وتريتون إكس-100، وتوين 80، وأفونيك 1412-7.

قام عبد العظيم وآخرون وDantas وآخرون بدراسة تطبيق ثلاثة مواد خافضة للتوتر السطحي (ن = 9، 11، 13) تعتمد على إيثوكسيلات النونيلفينول الإيثوكسيلية التي أعدت للدراسة. وتألف من محلول 4% من حمض غير عضوي، ومحلول طور مائي بنسبة 10% من NP-9 وNP-11 وNP-13 كمواد خافضة للتوتر السطحي وكحول الأيزوبروبيل أو كحول البوتيل، وكان توازن النظام هو طور الزيت (بنزين/التولوين خليط) كان زمن فصل الطور للمزيج 6 ساعات، مما أدى إلى إزالة فعالة لأكثر من 80% من الماء. وقد لوحظ تأثير تركيبة وتركيز نظام إزالة الاستحلاب بالأجزاء في المليون ووجد أن NP-13 القائم على NP-13 كان الأكثر ملاءمة للتحلل الكامل للحمأة. إن استخدام المواد الكيميائية الخافضة للتوتر السطحي سريع وفعال من حيث التكلفة، ولكن هناك مخاوف بسبب سميتها البيئية ومقاومتها للتحلل الحيوي. وفي السنوات الأخيرة، انصب الاهتمام في السنوات الأخيرة على تطوير مواد خافضة للتوتر السطحي الحيوي أكثر ملاءمة للبيئة وقابلة للتحلل الحيوي، ولكن لا تزال المشاكل التالية قائمة . [35]

II.4.4.4. علاج التجميد والذوبان :

إزالة الاستحلاب هي إحدى الطرق الرئيسية لاستعادة النفط من حمأة الزيت، وفصل الماء والزيت. ويُستخدم التجميد-الذوبان بالتجميد كعملية فعالة لإزالة الاستحلاب من حمأة الزيت في المناخات الباردة. ولعملية التجميد-الذوبان بالتجميد آليتان لإزالة الاستحلاب الفعال. وتتمثل الآلية الأولى في أنه عندما تتجمد المرحلة المائية في الخليط قبل الزيت، يتسبب التمدد الحجمي للقطرات المتجمدة في تجميع الماء ويخلق عدم استقرار داخلي في الخليط الذي يجمد الزيت تدريجيًا مع انخفاض درجة الحرارة. يؤدي التوتر السطحي إلى اندماج مراحل الدهون خلال مرحلة الذوبان وتتسبب الجاذبية في انفصال خليط الزيت والماء إلى مراحل مختلفة. في الآلية الثانية، تتجمد الدهون قبل الماء لتكوين شبكة صلبة تلتقط قطرات الماء أثناء عملية التجميد. تتجمد قطرات الماء الملتقطة ويزداد حجمها مع انخفاض درجة الحرارة، وتجبر الزيادة في الحجم قفص الدهن على الانفتاح، مما يشكل مرحلة مختلطة من الزيت والماء يمكن فصلها بالجاذبية.

وجد غان وآخرون أن الذوبان بالتجميد يمكن أن ينتج أكثر من 50% من الزيت من خليط من الزيت المكرر والماء، بينما وجد تشين وآخرون أنه يمكن فصل 90% من الماء من حمأة الزيت ذات المحتوى المائي العالي.

وقد استُخدمت طرق التجميد-الذوبان بالتجميد بنجاح لفصل أكثر من 90% من الماء من حمأة الزيت، ودرس لين وآخرون تأثيرات أربع طرق تجميد مختلفة (التجميد في المجمد، والتجميد في غرفة التبريد، والثلج الجاف، والنيتروجين السائل) ووجدوا أن التجميد بالثلج المبرد أو الثلج الجاف أنتج خليطًا يحتوي على 60% من الماء. وُجد أن أفضل أداء تم تحقيقه من خلال التجميد في غرفة التبريد مع كفاءة تجفيف تزيد عن 70% للمخاليط التي تحتوي على 60% من الماء.

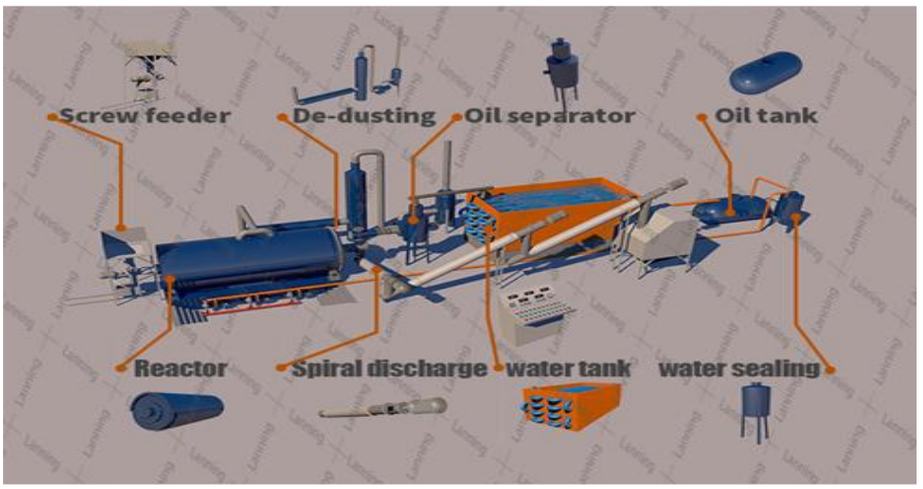
هذه الطريقة لها قيود تتعلق بدرجة الحرارة u1608، والوقت، والمحتوى الرطوبي، وملوحة المرحلة المائية، ووجود المواد الخافضة للتوتر السطحي والمحتوى الصلب، ولكنها مناسبة تمامًا في المناخات الباردة حيث يكون التجميد الطبيعي ممكنًا. [36]

5.4.II. الانحلال الحراري للحمأة :

يسمى الانحلال الحراري للمواد العضوية عند درجة حرارة 500-1000 درجة مئوية بالانحلال الحراري. تتشكل الهيدروكربونات منخفضة الوزن الجزيئي أثناء الانحلال الحراري كغازات مكثفة (سائلة) أو غير مكثفة. ويكون المنتج النهائي دائمًا فحمًا أو سائلًا أو غازًا حسب ظروف المعالجة، ولكن وُجد أن الانحلال الحراري لحمأة الزيت يزيد من إنتاج الزيت عند زيادة درجة الحرارة إلى درجة الحرارة المثلى البالغة 525 درجة مئوية وينخفض عند تسخينه فوق 525 درجة مئوية بسبب التخليق الثانوي كما ذكر شين وزانج؛ ليو وآخرون. كما وجد أنه باستخدام نطاق الانحلال الحراري من 327-450 درجة مئوية، يمكن تحويل 80% من إجمالي الكربون العضوي الموجود في حمأة الزيت إلى هيدروكربونات قابلة للاستخدام؛ وكما وجد شميدت وكامينسكي، يتم فصل الزيت من الحمأة بكفاءة عند درجة حرارة 460-650 درجة مئوية ويتم فصل حوالي 70-80% من الزيت. ومع ذلك، فإن الحد الأقصى لمعدل إنتاج الهيدروكربون يحدث عند درجة حرارة 440 درجة مئوية كما هو موضح من قبل تشانغ وآخرون. ويبدأ الانحلال الحراري لحمأة الزيت عند درجة حرارة منخفضة تبلغ 200 درجة مئوية، ولكن عند درجة حرارة تتراوح بين 350-500 درجة مئوية يزداد إنتاج الزيت ويتحقق الحد الأقصى لإنتاج الهيدروكربون كما اقترح وانغ وآخرون.

وتنتج عملية الانحلال الحراري منتجات في المرحلة السائلة، مما يسهل تخزين ونقل النفط المستعاد. وعلاوة على ذلك، فإن الزيت المستعاد له صفات وخصائص مماثلة لخصائص وخصائص أجزاء الزيت منخفضة الجودة من المصافي ويمكن استخدامه مباشرة في وقود محركات الديزل. ومع ذلك، يمكن أن يكون الانحلال الحراري محدودًا بعدد من العوامل مثل درجة الحرارة ومعدل التسخين وخصائص الحمأة والمواد الكيميائية المضافة. وبالإضافة إلى ذلك، فإنه ليس فعالاً من حيث التكلفة

وقد تحتوي المنتجات على تركيزات عالية من الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات (PAHs). [37]



صوره رقم (II -3) : محطة الانحلال الحراري للحمأة الزيتية

II.4..6. تشيع الميكروويف :

تستخدم العملية ترددات الموجات الدقيقة الصناعية التي تتراوح بين 900-2450 ميجاهرتز. يتم تطبيق طاقة الموجات الصغرية على الحمأة الزيتية من خلال التفاعل الجزيئي مع المجال الكهرومغناطيسي وتوفر تسخينًا أسرع وأكثر كفاءة مقارنة بالطرق التقليدية. ويؤدي التسخين إلى زيادة درجة حرارة خليط الزيت/الماء، مما يؤدي إلى إزالة استحلاب خليط الزيت/الماء، وبالتالي خفض لزوجته وتعزيز ترسيب قطرات الماء في الخليط. كما تتفكك الهيدروكربونات الكثيفة إلى هيدروكربونات أخف مع الارتفاع السريع في درجة الحرارة. الطور الداخلي للحمأة الزيتية هو الماء، الذي يمكنه امتصاص طاقة الموجات الدقيقة أكثر من الزيت. ويؤدي امتصاص الطاقة في المرحلة الداخلية لخليط الزيت والماء إلى تمدد الماء، مما يؤدي إلى تقليل الطبقة السطحية بين الماء والزيت التي تسهل الفصل. وفي إحدى الدراسات، أدى تطبيق التشعيع بالموجات الصغرية على 188 برميلًا من مستحلب الزيت/الماء إلى فصل 146 برميلًا من الزيت و42 برميلًا من الماء، وهو فصل أكثر كفاءة من الطرق التقليدية.

يمكن أن يكون أداء التشعيع بالموجات الدقيقة محدودًا بعوامل مثل طاقة الموجات الدقيقة ووقت التشعيع بالموجات الدقيقة والمواد الخافضة للتوتر السطحي ودرجة الحموضة والأملاح وخصائص الحمأة. وبالمقارنة مع التقنيات الأخرى التي تنطوي على التسخين، يمكن أن يؤدي التشعيع بالموجات الدقيقة إلى زيادة طاقة الجسيمات في الوسط بسرعة، مما يؤدي إلى معدلات تفاعل عالية في وقت

قصير، مما يجعل هذه الطريقة فعالة للغاية في استخدام الطاقة. ومع ذلك، فإن تطبيقها على نطاق صناعي محدود بسبب متطلبات المعدات وتكاليف التشغيل العالية. [38]

II.7.4. طريقة الحركية الكهربائية :

هذه هي عملية تطبيق تيار مباشر منخفض الشدة (DC) بين زوج من الأقطاب الكهربائية على وسط قابل للاختراق، مما يؤدي إلى نقل الإلكترونات من منطقة ذات تركيز منخفض إلى منطقة ذات تركيز مرتفع عبر الوسط القابل للاختراق في الطور السائل. وتتمتع الأقطاب الكهربائية المعنية أيضًا بميزة تبادل جسيمات الأيونات المشحونة والرحلان الكهربائي في الأنظمة الغروية.

إن تطبيق الرحلان الكهربائي في فصل حمأة الزيت هو دائمًا آلية من ثلاث خطوات. أولاً، يؤدي تكسير الركام الغروي في وجود مجال كهربائي إلى هجرة الجسيمات الغروية من الحمأة أو الطور الصلب إلى المنطقة الأنودية (الرحلان الكهربائي) وهجرة الطور السائل المنفصل إلى المنطقة الكاثودية (الرحلان الكهربائي).

استخدم إليكتوروفيتش وحبيبي الحركية الكهربائية لمعالجة الحمأة الزيتية ووجدا أن الجمع بين الحركية الكهربائية والمواد الخافضة للتوتر السطحي أزال 63% من ماء الحمأة و43% من الهيدروكربونات الخفيفة و50% من الهيدروكربونات الخفيفة.

وعلى الرغم من فعاليتها، إلا أن أداء طرق الحركية الكهربائية يمكن أن يتأثر بعوامل مختلفة مثل الأس الهيدروجيني والجهد والمقاومة وتباعد الأقطاب الكهربائية. وبالمقارنة مع طرق الاستخلاص الأخرى مثل الفصل بالطرد المركزي والتحلل الحراري، يتطلب تطبيق طرق الحركية الكهربائية لاستخلاص النفط من حمأة النفط طاقة أقل. ومع ذلك، لم يتم إجراء بحوث على العمليات الكهروكهربائية الحركية لاستخلاص الحمأة النفطية إلا على المستوى المختبري، ولا تزال هناك حاجة إلى مزيد من البحوث حول الأداء والتكاليف على نطاق واسع. [39]

II.8.4. تشعيع بالموجات فوق الصوتية :

تُستخدم الموجات فوق الصوتية لتوليد الضغط والاضطراب في غرفة المعالجة. يعد التشعيع بالموجات فوق الصوتية طريقة معالجة فعالة لفصل المواد الصلبة عن السائلة للمعلقات عالية التركيز عن طريق تقليل ثبات خليط الماء والزيت.

أثناء عملية التشعيع بالموجات فوق الصوتية، تنتشر الموجات فوق الصوتية عبر وسط المعالجة، مما يخلق ضغطًا وتخفيفًا. تخلق دورة الضغط ضغطًا إيجابيًا في الوسط عن طريق دفع الجزيئات معًا، بينما تخلق دورة التخفيف ضغطًا سلبيًا عن طريق دفع الجزيئات بعيدًا عن بعضها البعض. يخلق

الضغط السلبي فقاعات صغيرة عندما تصل إلى مستوى غير مستقر، تنهار بعنف وتسبب موجة صدمة، مما يؤدي إلى زيادة كبيرة في درجة الحرارة والضغط. يزيد التجويف من درجة الحرارة ويقلل من لزوجة نظام المستحلب، مما يسهل انتقال الكتلة إلى المرحلة السائلة ويزعزع استقرار خليط الماء/الزيت. يعتبر التشعيع بالموجات فوق الصوتية أكثر فعالية من الطرق الأخرى من حيث قدرته على تنظيف سطح الجسيمات الصلبة والتغلغل في مناطق مختلفة من النظام متعدد الأطوار. درس شو وآخرون استخدام التجويف بالموجات فوق الصوتية 28 كيلو هرتز في عملية استرداد النفط من الحمأة الزيتية في خزان التنظيف بالموجات فوق الصوتية وأبلغوا عن معدل فصل النفط بنسبة 55.6%. وأفادوا أيضًا أن درجة الحرارة المثلى وضغط الصوت والإخراج بالموجات فوق الصوتية هي 40 درجة مئوية و 0.10 ميجا باسكال و 28 كيلو هرتز على التوالي، وأن جميع هذه العوامل تؤثر على عملية استخلاص الزيت. وأفاد تشانغ وآخرون أنه باستخدام 20 كيلو هرتز بالموجات فوق الصوتية عند 66 واط، حصلوا على 80٪ من الزيت من الحمأة الزيتية / خليط الماء في غضون 10 دقائق.

المعالجة بالموجات فوق الصوتية هي طريقة عالية الكفاءة مع عدم وجود تلوث بيئي (معالجة خضراء) وأوقات معالجة قصيرة جدًا. ومع ذلك، يمكن لعوامل مثل وقت المعالجة، والتردد، والمحتوى المائي في الخليط، ودرجة الحرارة، وحجم الجسيمات الصلبة، والتركيز الأولي من PHC، وشدة وقوة الصوتنة، والملوحة ووجود المواد الخافضة للتوتر السطحي أن تحد من أدائها، كما أنها طريقة مكلفة للغاية. [40]

II.9.4. طرق التخلص من الحمأة البترولية :

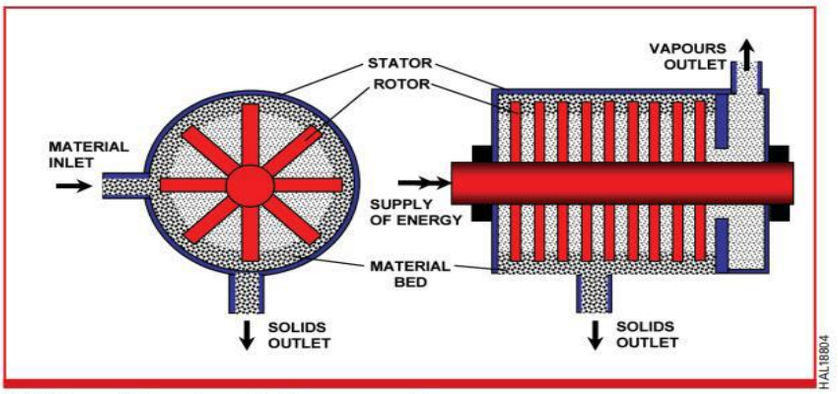
يتم تطبيق طرق معالجة حمأة النفط بعد استخلاص النفط من جميع الزيوت والهيدروكربونات المفيدة. وتشمل الطرق المختلفة الترميد والأكسدة والتصلب/التثبيت (S/S) والتحلل الحيوي. [41]

II. 1.9.4. الحرق :

في هذه العملية، يتم حرق حمأة النفايات من صناعة النفط بالكامل في وجود الكثير من الهواء والوقود الإضافي. والنوعان الرئيسيان من المحارق المستخدمة هما القمائن الدوارة والقواعد المميعة. وتتراوح درجة حرارة الاحتراق في المحارق ذات القمائن الدوارة بين 980 و1200 درجة مئوية ومدة بقاء لمدة 30 دقيقة، بينما تتراوح درجة حرارة الاحتراق في المحارق ذات القيعان المميعة بين 730 و760 درجة مئوية ومدة بقاء لأيام. تعتبر القيعان المميعة مثالية لمعالجة الحمأة منخفضة

الجودة بسبب كفاءتها العالية في الخلط ومرونة الوقود وانخفاض انبعاثات الملوثات وكفاءة الاحتراق العالية.

وجد سانكاران وآخرون أنه تم تحقيق كفاءات احتراق عالية بنسبة 98-99% من خلال معالجة ثلاثة أنواع من الحمأة الزيتية في محرقة الطبقة المميعة دون وقود إضافي، ولكن الحمأة ذات المحتوى المائي العالي تتطلب معالجة مسبقة لتقليل اللزوجة قبل تغذية المحرقة. [42]



TCC Thermal Desorption technology cutaway view

صورة رقم (II -4) : جهاز الحرق TCC

II.2.9.4. الاستقرار / التصلب :

S/S هي عملية تغليف/ختم النفايات بمادة رابطة بوسائل فيزيائية أو كيميائية من أجل منع تسرب النفايات إلى البيئة وتحويلها إلى مواد بناء صديقة للبيئة ونفايات غير خطرة في مدافن النفايات. يتكون S/S من النفايات الخطرة مع الأسمنت من ثلاث مراحل رئيسية

1. الإزالة الكيميائية للملوثات - تتضمن تفاعلاً كيميائياً بين منتج ترطيب الأسمنت والملوث نفسه.
2. الامتصاص الفيزيائي للملوثات من سطح منتج الترطيب الأسمنتي
3. التغليف (نفاذية منخفضة) للنفايات والتربة الملوثة.

في الخطوتين 1 و2 أعلاه، من المهم الانتباه جيداً لطبيعة منتج الترطيب والملوثات. أما الخطوة الثالثة فهي أكثر أهمية لأنها تعتمد على نوع منتج الترطيب وبنية المسام وخصائص العجينة.تُستخدم S/S في جميع أنحاء العالم للمعالجة المسبقة والتخلص من معظم النفايات الخطرة والمنخفضة المستوى الإشعاعي والمختلطة ولإصلاح المواقع الملوثة. ووفقًا لوكالة حماية البيئة الأمريكية (USEPA)، فإن S/S هي أفضل تقنية متاحة مثبتة (BDAT) لـ 57 نوعًا من النفايات الخطرة. ومن بين المجلدات، فإن الأسمنت الهيدروليكي هو الأكثر استخداماً على نطاق واسع في عملية

التثبيت/التسوية للنفايات. الأسمنت الهيدروليكي هو الأكثر استخداماً في عملية تجميع النفايات. ويمكن استخدام المنتج النهائي لأغراض البناء نظراً لخصائصه.

ويعد الأسمنت الهيدروليكي أسرع وأرخص من طرق معالجة النفايات الأخرى، ولكن يمكن أن يطلق تركيزات عالية من الملوثات العضوية عند تعرضه للمرتشحات البيئية وجد كارامياليديس وفودرياس أنه في حمأة S/S الزيتية من المصافي، أدت زيادة محتوى الأسمنت إلى تركيزات أعلى من الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات في الحمأة.

في عملية تحسين فعالية S/S، التي لا يمكن أن تجمد الملوثات السامة تمامًا، يتم إضافة مواد أخرى إلى الخليط؛ حيث استخدم كالدويل وآخرون الكربون المنشط مع الأسمنت البورتلاندي لمعالجة S/S أو إدارة الملوثات العضوية وأظهروا تحسينات كبيرة على الرغم من ارتفاع تكلفة الكربون المنشط. من المواد الأرخص التي يمكن أن تتمتع بخصائص الامتزاز والربط على حد سواء هي الرماد المتطاير عالي الكربون لمحطة توليد الطاقة (HCFA)، وهي مادة بوزولانية مشابهة لـ PFA، والتي تُقبل على نطاق واسع في مواد البناء الأسمنتية، ولكن مع نسبة أعلى من الكربون غير المحترق. يمكن أن يعمل هذا الكربون كمادة ماصة للمركبات العضوية. غالباً ما يستخدم الأسمنت البورتلاندي كمصدر للقلوية والكالسيوم لتنشيط البوزولان. وغالبًا ما يستخدم كمصدر للكالسيوم.

قام ليونارد وستيجمان بدراسة S/S للمخلفات المتولدة أثناء التنقيب عن النفط وإنتاجه باستخدام الأسمنت البورتلاندي المحتوي على CEM1(HCFA) كمادة ماصة للملوثات العضوية وأظهرت نتائجهم أن إضافة HCFA قلل بشكل كبير من ترشيح الكربونات العضوية الهيدروجينية. ولمعالجة الحمأة الزيتية S/S، تم تحضير العينات باستخدام قوالب خرسانية محكمة الغلق بأكياس بلاستيكية لمنع الكربنة المحتملة بسبب التعرض للهواء ومعالجتها في غرفة رطوبة عند 98 ± 2% رطوبة نسبية و21 ± 3 درجة مئوية لمدة 24 ساعة؛ ثم أزيلت القوالب في الأكياس البلاستيكية وأعيدت إلى غرفة الرطوبة قبل الاختبار لمدة 7 و28 و56 ساعة. تمت معالجة العفن أيضًا لمدة 7 و28 و56 يومًا.

أفاد أسنا وآخرون أن قوة انضغاط المنتج زادت من 19.2 نيوتن/مم2 إلى 24.9 نيوتن/مم2 نتيجة استخدام رماد قشر الأرز (RHA) بنسبة 5 و10 و15% كمادة بديلة للأسمنت لتقوية وتثبيت الملوثات في الحمأة الزيتية لتقليل السمية قبل التخلص النهائي. [43]

3.9.4.II. علاج الأكسدة :

المعالجة بالأكسدة هي عملية يتم فيها استخدام مواد كيميائية أو عوامل مؤكسدة أخرى لتفكيك الملوثات العضوية. في المعالجة بالأكسدة، يتم إدخال مواد كيميائية تفاعلية في الحمأة الزيتية وتتأكسد المركبات العضوية في الحمأة الزيتية إلى ثاني أكسيد الكربون والماء أو المواد غير الخطرة. وتستخدم كواشف أكسدة مختلفة مثل كواشف فينتون وهيبوكلوريت والأوزون والإشعاع فوق الصوتي والبرمنجنات والبيرسولفات لمعالجة الحمأة الزيتية في هذه العملية. وقد ثبت أيضًا أن التشعيع بالموجات فوق الصوتية فعال في عملية أكسدة الحمأة الزيتية. وتنتج المعالجات بالموجات فوق الصوتية باستخدام الطاقة الصوتية لتحريك الجسيمات في عينات الحمأة النفطية جذورًا وسيطة مثل الهيدروجين (H*) والهيدروكسيل (OH*) والهيدروكسيل (HO*) وبيروكسيد الهيدروجين (H2O2)، والتي تسهل تكسير الهيدروكربونات المعقدة إلى هيدروكربونات بسيطة ذات قابلية ذوبان عالية.

وجد ماتر وآخرون أن الكواشف من نوع فينتون يمكن أن تقلل من تركيزات الهيدروكربونات العطرية العديدة الحلقات والفينولات والملوثات الأخرى في التربة الملوثة بالحمأة النفطية إلى درجة حموضة أقل. استخدم كوي وآخرون أكسدة المياه فوق الحرجة (SCWO) لمعالجة حمأة النفط ووجدوا أن 92% من الطلب على الأكسجين الكيميائي قد أزيل خلال 10 دقائق بعد المعالجة. كما استخدموا أيضًا أكسدة الهواء الرطب (WAO) لمعالجة حمأة الزيت، ووجدوا أن 88.4% من COD تمت إزالته بشكل فعال في غضون 9 دقائق عند درجة حرارة 330 درجة مئوية ومعدل ارتفاع O2 بنسبة 0.8%، ويمكن تحسينه إلى 99.7% من إزالة COD بإضافة عامل حفاز. يمكن إجراء عملية الأكسدة على حمأة الزيت في وقت قصير جدًا، وهي صديقة للبيئة (مثل تحميل الملوثات، وتغيرات درجة الحرارة، ووجود السموم الحيوية) والمنتج النهائي قابل للتحلل الحيوي. ومع ذلك، قد تتطلب التطبيقات واسعة النطاق كميات كبيرة من الكواشف الكيميائية، ومعدات كبيرة، وزيادة استهلاك الطاقة وتكاليف تشغيل عالية بشكل دائم. [44] .

10.4.II. زراعة الأرض :

تنطوي المعالجة البرية على التكسير البيولوجي والكيميائي والفيزيائي لملوثات الحمأة الزيتية عن طريق الخلط مع التربة. وتفضل المعالجة البرية على طرق التخلص الأخرى بسبب انخفاض تكلفتها، وانخفاض استهلاك الطاقة، والقدرة على استيعاب كميات كبيرة من الحمأة والحاجة إلى إجراءات تشغيل بسيطة، ولكنها تستغرق وقتاً طويلاً وتتطلب مساحات كبيرة جداً من الأراضي. أفاد مارين وآخرون أن معالجة الحمأة الزيتية عن طريق زراعة الأراضي في المناخات شبه القاحلة يمكن أن

تزيل 80% من الحمأة الزيتية في غضون 11 مترًا بعد المعالجة ونصف الحمأة الزيتية في الأشهر الثلاثة الأولى.

أفاد أدمون وآخرون أن نسبة 70-90% من تحلل الكربون الهيدروجيني الفوسفاتيكاني في غضون شهرين عند تطبيق المعالجة بالحرث على الحمأة الزيتية. ولوحظ أن الحد الأقصى للتحلل حدث في غضون ثلاثة أسابيع بعد بدء العملية.

عالج حجازي وحسين حمأة الزيت في ظل ظروف جافة لمدة 12 شهرًا ولاحظا أن الحراثة (إضافة الماء والمغذيات) كانت العامل الرئيسي لتحقيق أقصى قدر من إزالة PHC في المعالجة الحقلية لحمأة الزيت بمعدل إزالة 76%. [45]

II.1.10.4. كومة بيولوجية / سماد :

تُعرف طرق المعالجة التي تحوّل النفايات البترولية إلى أكوام للتحلل بواسطة كائنات مجهرية محلية أو غريبة باسم الأكوام الحيوية. ويمكن أن تحل تقنية المعالجة هذه محل المعالجة البرية التي تتطلب مساحات كبيرة من الأراضي. وعند إضافة المواد العضوية لزيادة الكفاءة، تُعرف هذه التقنية باسم التسميد.

أفاد وانغ وآخرون أنه عند استخدام السماد العضوي في معالجة حمأة الزيت، أدت إضافة المواد الملبدة لساق القطن إلى زيادة النشاط الميكروبي الأيضي بشكل كبير؛ وأفاد ليو وآخرون أن إضافة السماد العضوي إلى حمأة الزيت أثناء عملية التسميد زادت بشكل كبير من النشاط الميكروبي والتنوع. وُجد أن التسميد الحيوي بالسماد الخام والقش يقلل من محتوى الهيدروكربونات البترولية في سماد الحمأة النفطية بنسبة 46-53% في 56 يومًا، مقارنةً بانخفاض بنسبة 31% مع السماد الضابطة أفاد كريبسالو وآخرون أن سماد السماد الخام كان أكثر المواد العضوية فعالية في تقليل الهيدروكربونات البترولية في الحمأة النفطية مقارنةً بالتعديلات الرملية وسماد الزيت القديم ومخلفات الخشب المقطعة. [46]

تعتبر المعالجة البيولوجية/التسميد الحيوي صديقة للبيئة وتتطلب مساحة أقل من الأراضي مقارنة بزراعة الأرز، ولكنها لا تزال تتطلب مساحات كبيرة من الأراضي وتستغرق وقتاً طويلاً.

II.2.10.4. علاج الطين الحيوي :

وتستخدم طريقة المعالجة هذه خليطاً من المواد الصلبة مع الحمأة والماء (50-5% وزن/وزن/ج) حيث يتم إذابة الملوثات في المرحلة المائية ويتم الحصول على كميات كبيرة من الملوثات الذائبة. ويؤدي التحلل الميكروبي للملوثات إما إلى تقليل السمية أو تحويل المنتجات النهائية إلى ثاني أكسيد الكربون والماء.

وقد وجد أيوتاموو وآخرون أنه يمكن تحقيق تخفيضات في الهيدروكربونات البترولية بنسبة 53.2-40.7% خلال أسبوعين و63.7-85.5% خلال 6 أسابيع عند تطبيق المعالجة بالطين الحيوي لحمأة النفط؛ ووجد وارد وآخرون أنه عند إضافة المواد الخافضة للتوتر السطحي الحيوي، يمكن تحقيق تخفيضات تصل إلى 80-99% في 10 إلى إجمالي الهيدروكربونات خلال 20 يومًا. تعتبر المعالجة بالمخلاط الحيوي طريقة فعالة وسريعة لمعالجة حمأة الزيت، ولا تتطلب سوى مساحة صغيرة من الأرض، ولكنها أكثر تكلفة من تقنيات المعالجة الأخرى. [47]

الخلاصه :

في نهايه هذا الفصل تطرقنا الي استكشاف و معاينه معظم المناهج المتعلقه للتخلص من بقايا الرمال النفطيه ذات الاساس النفطي الزيتي للتقليل من هذه المخلفات.

الفصل الثالث: خصائص المواد المستعملة و تركيبة خرسانة الرمل

1.III. مدخل :

الخرسانة مادة مركبة (Composite Material) تتكون من المادة المالئة (Filler) كالركام (Aggregate)المنتشرة في نسيج المادة الرابطة(عجينة الاسمنت)، والتي تملأ الفراغات بين جزيئات الركام وتربطها سوية، ويمكن اضافة بعض المواد الأخرى المضافات (Admixtures) للحصول على خواص معينة تتميز الخرسانة الرملية بعدد من الصيغ العالمية وعدم وجود صيغة موحدة لها ذلك حسب منطقه الاستخدام او الضروره التي تتطلب استعمالها في البناء و تختلف الخرسانه الرمليه بموجب التركيبه المصنوعه منها و الظروف المحيطه بمكان الاستعمال وقد أصبحت مادة صناعية عالمية

2.III. خصائص المواد المستعملة :

بعد مراجعه الدراسه تطرقنا لاستعمال رمال الابار البترولیه المعالجه بالحراره المتواجده في جنوب البلاد وخاصه منطقه (حاسي مسعود و لايه ورقله) و لتطوير خصائص الخرسانه الرمليه قبنا باستعمال رمال الابار البترولیه المعالجه بالحراره و استعمال رمال صفراء الماخوذه من منطقه (جامعه) و استعملنا الاسمنت المقاوم للاسفلت (CRS) لمنطقه (الماء الابيض بتبسه) و هذا للحصول على خلطه لاستعمال الرمال البترولیه المعالجه بالحراره.

2.1.III.الاسمنت :

نستخدمه في الدراسه هو اسمنت من نوع CEMI/42.5 SR5 متواجد في السوق مصنوع من طرف شركه الاسمنت بالماء الابيض تبسه .

و بالنسبه للتجارب المطبقه على هذا الاسمنت بخصوص الكتلة الحجميه الظاهرية و المطلقه معطاة مسبقا في البطاقة التقنيه. [48]

الكتلة الحجمية المطلقة: $P_{ab} = 3010Kg/m^3$

وفيما يلي نتطرق الى بعض التحارب:

1.1.2.III المساحة السطحية للإسمنت Surface spécifique :

النعومة هي خاصية فيزيائية تحدد نعومة الأسمنت؛ فكلما كان الأسمنت مطحوناً بشكل أنعم، كان أكثر نعومة.

تم قياس مساحة سطح الأسمنت المستخدم (أسمنت بالماء الابيض، تبسة) في معمل المطحنه الأسمنت تم إعطاء $3378cm^2/g$.

2.1.2.III. زمن التصلب :

ومع ذلك، بعد ساعه، يدخل العجين في تفاعل كيميائي مع الماء ويبدأ العجين في إظهار أول سماكة له.وهذا ما يسمى بداية التصلب. وتسمى هذه الفترة بين بداية خلط الماء والأسمنت وبداية التشكيل بالتصلب. وفقًا للبطاقه الفني. [49،50]

زمن التثبيت الأولي: 150 دقيقة

زمن التثبيت النهائي: 203 دقيقة

3.1.2.III. التجارب الفيزيائية :

		Garanties NA 442/2013	Mesures
P.S (g/cm³) (NA231)			3.01
SSB cm²/g(NA	SSB		3378
TEMPS DE Prise (NA230)	Début	≥mm60	02.30
	Fin		03.23
Expansion mm(NA230)	A.Chaut	≤mm10	0.0
	A.Froid		
Refus	u45		11.0

الجدول رقم (III-1) : التحليل الفيزيائي للإسمنت.

5.1.2.III. مقاومه الضغط :

يتميز الأسمنت بمقاومته للانضغاط على مدى فترات 2 و7 و28 يوماً من وقت تحضير الخليط. ويتم ذلك باستخدام مواد اختبار عينات الملاط والخرسانة المعتادة ويتم توفير مواصفات خاصة من خلال المعايير. تتبع المعايير الدولية ومعايير الدولة طرق اختبار فيزيائية وميكانيكية محددة.[50 ،51]

Résistances	Résistances à la flexion en MPA			Résistances à la compression en MPA		
Echéance en jours	02jours	07jours	28jours	02jours	07Jours	28jours
Garanties NA 442/2012				≥ 10		≥ 42.5
Mesures	4.00	5.84	7.55	17.9	35.0	48.0

جدول رقم (III-2) : التجارب الميكانيكية للإسمنت [52]

2.2.III. الرمل المعالج بالحرارة :

يتم الحصول عليها عن طريق الحفر وتكسير الصخور الجوفية بأدوات الحفر وطين الحفر، يليها المزيد من المعالجة الحرارية. تُستخدم رمال آبار النفط المعالجة حرارياً في تحضير الخرسانة، وهي متوفرة بنوعين ويجب أن تكون خالية من المواد التفاعلية مثل الأملاح والأحماض والغازات والشوائب العضوية. وفقًا للمواصفات القياسية والمحددة في (NFP 18-101)، NFP 18-301. [54]

تتناول هذه الدراسة الرمال المستخرجة من آبار النفط المعالجة حرارياً في منطقة حاسي مسعود. الإسمنت المستخدم كشاهد هو إسمنت نموذجي لمنطقة الماء الأبيض (تبسة). يتم عرض النتائج التجريبية التي تقارن بين نوعين.

2.2.2.III. الكتلة الحجميه :

هي عبارة عن تجربة لمعرفة نوع الركام المستعمل وكثافته ومعرفة الأحجام والاقطار والكتلة التي تدخل في تركيبة الخرسانة وهي معرفة بالقواعد301 -18 NFP.[34]

a. الكتلة الحجمية الظاهرية(Masse Volumique Apparente) :

هي النسبه بين وزن العينه على الحجم (الكلي) و تعطى بالعلاقه التاليه :

$$P_{app} = \frac{M_T}{V_T}$$

P_{app}= الكتلة الحجمية الظاهرية .

M_T= وزن العينة الكلي.

V_T= حجم العينة الكلي.

b. الكتلة الحجمية المطلقة (Masse Volumique Absolue) :

و هي النسبه بين وزن الحبيبات الصلبه على حجم الحبيبات الصلبه و تعطى بالعلاقه التاليه :

$$P_{ab} = \frac{M_s}{V_s}$$

P_{ab}= الكتلة الحجمية المطلقة .

M_s= زن الحبيبات الصلبة .

V_s = حجم الحبيبات الصلبة .

والجدول الموالي يعرض النتائج المتحصل عليها.

النوع	رمال البترول المعالجه حراريا
الكتله الحجميه الظاهريه (Kg/L)	1.52
الكتله الحجميه المطلقة(Kg/L)	1.90

جدول رقم (III -3) : الكتلة الحجمية الظاهرية والمطلقة لرمل الآبار البترولية المعالجة بالحرارة

3.2.2.III. معامل امتصاص الماء (Coefficient d'absorption d'eau) :

يعرف بالقاعدة [555 -NFP 18] [54] ، هذه التجربة تحسب المسامية الداخلية في الحبيبات وهي تعرف بالنسبة بين الوزن الرطب للعينة على الوزن الجاف وتعطى بالعلاقة. [55]

A_b= معامل امتصاص الماء (%)

$$A_b = [M_a-M_s/M_s]\times 100$$

M_a= كتلة العينة قبل التجفيف.

M_s= كتلة العينة بعد التجفيف وقبل الوصول إلى^o 105 وكانت النتائج كما يلي:

نوع الرمل	معامل امتصاص (الماءAb%)
رمل الآبار البترولية المعالجة بالحرارة	0.52

الجدول رقم (III- 4) : النسبة المئوية المعامل امتصاص الماء

نلاحظ أن قدرة امتصاص حبيبات الرمل للماء جد ضعيفة وهي تقريبا مهملة إذن يمكننا القول أن هذه الأنواع من الرمال مقبولة.

4.2.2.III. المكافئ الرملي (Equivalent de Sable) :

يعرف بالقاعدة ، 598 -NFP 18 يتم إجراء اختبار تكافؤ الرمال، حيث يمكن قياس النظافة، على جزء من الركام الذي يمر عبر منخل شبكي مربع 5 مم. وهذا يوفر تفسيرًا عالميًا لكمية وجودة مكون الرمل الناعم من خلال التعبير عن نسبة الحجم التقليدية بين مكون الرمل المترسب ومكون الرمل الدقيق المترسب. يوفر تفسيرًا عالميًا لكمية ونوعية الغرامات من خلال التعبير عن نسبة الحجم التقليدية بين مكون الرمل المترسب والغرامات المترسبة.

- **مبدأ التجربة :**

يتضمن هذا الاختبار:

- غمس وزن محدد من الرمل في محلولfloculant.
- بعدها نقوم بالرج بواسطة الجهاز لمدة 30 ث.
- نقوم بتسوية العينة وتركها لمدة 20 دقيقة.
- نقيس ارتفاعات الرواسب.
- طبقة سفلى تمثل الرمل الصافي ارتفاعها(*1 H) .
- طبقة علية تمثل الرمل مع الشوائب ارتفاعها. (*2 H)

المكافئ الرملي يعطى عن طريق:

$$Es = \left(\frac{H_1}{H_2}\right) \times 100.$$

صوره رقم (III-5) : اختبار المكافئ الرملي

بعد القيام بالتجارب وجدنا النتائج المدونة في الجدول التالي:

نوع الرمل	رمال بتروليه معالجه بالحراره
المكافئ الرملي(ES %)	%74

الجدول رقم (III-6) : المكافئ الرملي (ES %)

III.5.2.2. التدرج الحبيبي (Analyse granulométrique) :

تتمثل إحدى سمات اختبارات توزيع حجم الجسيمات في فصل حبيبات الركام ذات الأحجام المختلفة المختلطة مع بعضها البعض. يتم الحصول على توزيع حجم الجسيمات للركام عن طريق تحليل المناخل. في تحليل المناخل، يتم وضع سلسلة من المناخل فوق بعضها البعض وفقًا لأقطارها مع وضع المناخل الصغيرة في الأسفل والمناخل الكبيرة في الأعلى. في هذه التجربة، يتم ترتيب المناخل وفقًا للقطر، بحيث تكون الأحجام الصغيرة في الأسفل والأحجام الكبيرة في الأعلى. تسمح هذه التجربة بحساب نسب أحجام الجسيمات المختلفة في العينات التي تم فحصها -18 NFP. [50] 560

سنقوم باختبار عينه من الرمال البتروليه المعالجه بالحراره من منطقه حاسي مسعود

- العينه 100% رمال بتروليه معالجه بالحراره

إن القاعدة تنص على أن الوزن الأصغر المستعمل في العينة يكون يحقق العلاقة التالية: [56] [53]

$$M \geq 0.2Dmax$$

حيث:

M= وزن العينة ب كلغ

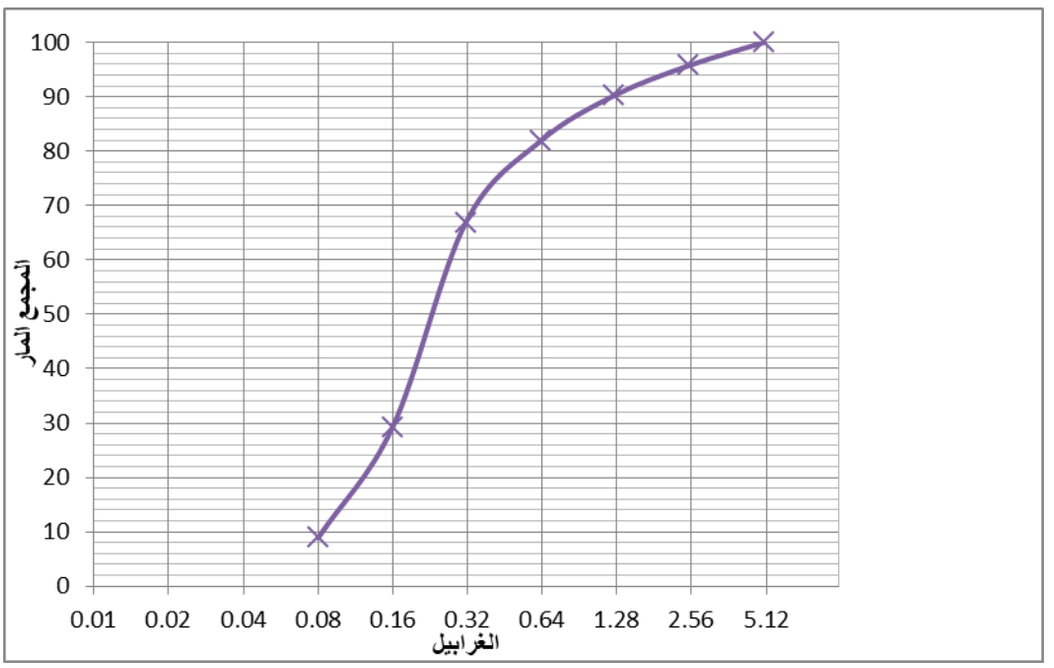
D_{max}= القطر الأعظمي للحبيبات مأخوذ ب ملم

استعملنا في هذه التجربة 2000 غ من الرمل المعالج بالحرارة:

الغرابيل	المجمع الجزئ(g)	المتبقي المجمع ب Rc(g)	المتبقي المجمع نسبه Rc (%)	المجمع المار T (%)
5	0	0	0	100
2.5	85	85	4.25	95.75
1.25	110	195	9.75	90.25
0.630	168	363	18.15	81.85
0.315	300	663	33.15	66.85
0.160	751	1414	70.7	29.3

0.08	408	1822	91.1	8.9

الجدول رقم (III-7) : نتائج تجربة التدرج الحبيبي للعينة % 100 رمل آبار البترول المعالجة بالحرارة



منحنى رقم (III-8) : التدرج الحبيبي للرمال البترولية

III.6.2.2. معامل النعومه (Module de finesse) :

• المعيار الفرنسي [NFP 18-540] معامل النعومة يساوي 100/1 من مجموع حالات الرفض التراكمية المعبر عنها في النسب المئوية على المناخل من السلسلة 0.16 - 0.315 - 0.63 - 1.25 - 2.5 – 5 المليمتر

يصف معيار حجم الحبيبات الدقيقة الحجم المتصور لحبيبات الركام ولا يشير إلى مدى امتداد الركام إلى ما بعد الغسل. يُستخدم معيار حجم الحبيبات الدقيقة في طرق التصميم المختلفة لمخاليط الركام ويمكن تحديد ثلاث مناطق للرمل

يحتوي معيار النعومة للرمل على ثلاث مناطق: [49]

- المنطقة (أ) ذات صفاء يتراوح بين 1.8 و2.2.
- المنطقة (ب) ذات نقاوة متوسطة تتراوح بين 2.2 و2.8 ويفضل استخدامها في الخرسانة.
- المنطقة (ج): رمل خشن بنعومة تتراوح بين 2.8 إلى 3.2.

$$Mf = \frac{\sum Rc}{100}$$

- R_c:المتبقي المجمع ب (%) للغرابيل (23 إلى 38)

- إذا معيار النعومة العينة وبعد الحساب هو:

العينه	معامل النعومه Mf
رمل آبار البترول المعالجة بالحرارة	

الجدول رقم (III-9) : معيار معامل النعومه

بما أن قيمة عامل النعومة Mf هي 1.36 للرمل المعالج ، فيمكن استنتاج أن الرمل ناعم وله تدرج ضيق لحجم الحبيبات مع عدم وجود عناصر بين 0.5 و5 مم.و هذا يسمح لنا بادخاله ضمن الاسمنت كماده رابطه

2.3.III.الرمال الطبيعي :

يتم استخدام رمل السيليكا الطبيعي الذي يجب أن يكون خاليًا من المواد التفاعلية مثل الأملاح والأحماض والقلويات، وكذلك الشوائب الغازية والعضوية

NFP18-301 [57] NFP18-101 [58]المحددة في المواصفات القياسية. يمكن استخدام أي نوع من الرمال في الخرسانة، ولكن هناك شرط نقاء محدد (la propreté) لاستخدامها.

استعملنا في هذه الدراسة الرمال الطبيعية المحضر من منطقة جامعة ذات اللون الأصفر.

1.3.2.III الكتلة الحجميه :

هي عبارة عن تجربة لمعرفة نوع الركام المستعمل وكثافته وهي معرفة بالقواعد301 -18 NFP.[59]

والجدول الموالي يعرض النتائج المتحصل عليها.

النوع	رمال صفراء
الكتله الحجميه الظاهريه (g/cm^3)	**1.83**
الكتله الحجميه المطلقة (g/cm^3)	**2.68**

جدول رقم (III -10) : الكتلة الحجمية الظاهرية والمطلقة للرمال المدروسة

III.2.3.2معامل امتصاص الماء(coefficient d'absorption d'eau):

بعد القيام بالتجارب وجدنا النتائج المدونة في الجدول التالي :

نوع الرمل	معامل امتصاص الماء(%)
رمال صفراء	2.60

جدول رقم (III-11) : النسبه المؤويه لمعامل امتصاص الماءA_b

نلاحظ ان قدرة امتصاص حبيبات الرمل للماء جد ضعيفة وهي تقريبا مهملة إذن يمكننا القول أن هذا النوع من الرمل مقبولة.

III. 3.3.2.المكافئ الرملي (Equivalent de Sable) :

صوره رقم (III-12) : اختبار المكافئ الرملي

نوع الرمل	رمال صفراء
المكافئ الرملي(ES %)	%72.5

الجدول رقم (III-13) : المكافئ الرملي(ES %)

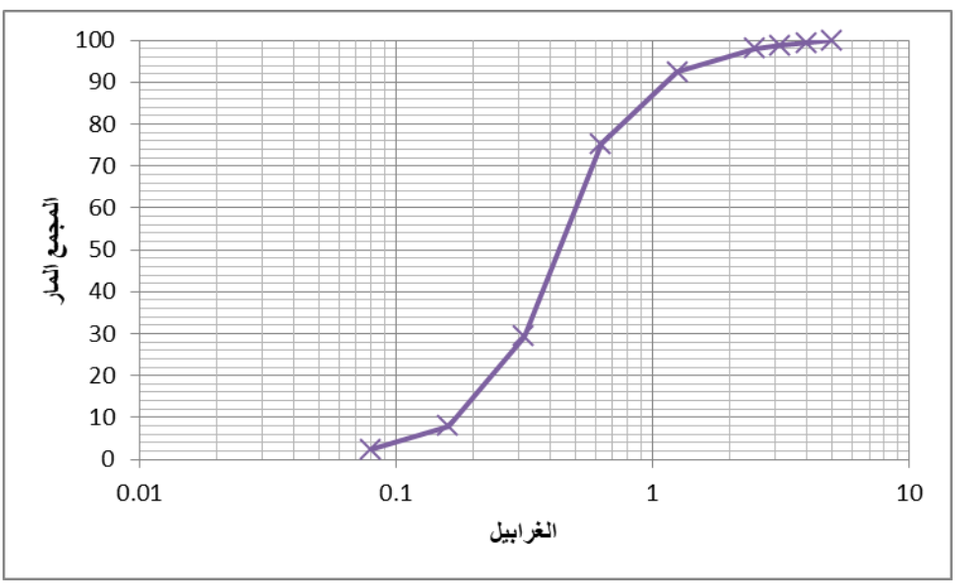
III.4.3.2. التدرج الحبيبي (Analyse granulométrique):

بعد القيام بالتجارب وجدنا النتائج المدونة في الجدول التالي استعملنا في هذه التجربة 1000 غ من الرمال الصفراء :

الغرابيل	المجمع الجزئ(g)	المتبقي المجمع ب Rc(g)	المتبقي المجمع نسبه Rc (%)	المجمع المار T (%)
5	0	0	0	100

99.4	0.6	6	6	4
98.7	1.3	13	7	3.15
98	2	20	7	2.5
92.5	7.5	75	55	1.25
75.3	24.7	247	172	0.630
29.3	70.7	707	460	0.315
7.9	92.1	921	214	0.160
2.4	97.6	976	55	0.08

الجدول رقم (III-14) : نتائج تجربة التدرج الحبيبي الرمال الصفراء



منحنى رقم (III-15) : التدرج الحبيبي للرمال الصفراء

III.5.3.2.معامل النعومه (Module de finesse) :

- إذا معيار النعومة العينة وبعد الحساب هو:

العينه	معامل النعومه Mf

الرمال المدروسة	**1.989**

الجدول رقم (III-16) : معيار معامل النعومه

بما أن قيمة عامل النعومة Mf هي 1.989للرمل المعالج ، فيمكن استنتاج أن الرمل لديه نقاوه عاليه و في المجال 1.8 -2.2 .

2.4.III. الاضافات والمحسنات :

مثل الأنواع الأخرى من الخرسانة، تتطلب الخرسانة الرملية مواد محسنة بطرق مختلفة: على سبيل المثال، الملدنات. على سبيل المثال، الملدنات. توفر العوامل المحسّنة أو المواد المساعدة للخرسانة فوائد فيزيائية واقتصادية مهمة، مثل قابلية تشغيل أفضل واستخدام الخرسانة في ظروف صعبة، مع السماح باستخدام مواد أخرى في الخرسانة. مواد أخرى في الخرسانة. [60]

المواد المضافة للخرسانة أو المونة أو العجينة الأسمنتية هي مواد غير عضوية أو عضوية. تضاف إلى المكونات العادية لخليط الخرسانة ولكن لا تتجاوز عادة 5٪ من كتلة الأسمنت أو العجينة الرابطة. [61]

2.1.4.III. دور الاضافات والمحسنات :

- يقلل من نسبة الماء إلى الإسمنت في حدود 12 ٪ إلى 20 ٪
- يزيد من قابلية التشغيل مع الاحتفاظ بتجانس وثبات قوام الخلطة أثناء عمليات النقل.
- يحسن قابلية ضخ الخرسانة.
- يمكن استخدامه مع جميع أنواع الأسمنت البورتلاندي.
- يمنع زحف وانكماش الخرسانة.
- يزيد من قوة مقاومة للخرسانة للضغط.
- يقلل من نفاذية الخرسانة. [62]

2.2.4.III انواع الاضافات :

- المسرعات
- مضافات حبس الهواء
- مساعدات الضخ
- مساعدات الخرسانة المرشوشة
- مثبطات التآكل [63]

:Sika®ViscoCrete®TEMPO-12.2.3.4.III

BUILDING TRUST

NOTICE PRODUIT

Sika® ViscoCrete® TEMPO-12

Superplastifiant/Haut Réducteur d'eau polyvalent pour bétons prêts à l'emploi.

INFORMATIONS SUR LE PRODUIT

Sika® ViscoCrete® TEMPO-12 est un superplastifiant/haut réducteur d'eau polyvalent de nouvelle génération non chloré à base de copolymère acrylique.

DOMAINES D'APPLICATION

- Sika® ViscoCrete® TEMPO-12 permet la fabrication de bétons plastiques à autoplaçants transportés sur de longues distances et pompés.
- Dans les bétons autoplaçants, Sika® ViscoCrete® TEMPO-12 améliore la stabilité, limite la ségrégation du béton et rend les formules moins susceptibles aux variations d'eau et des constituants.

CARACTÉRISTIQUES / AVANTAGES

Sika® ViscoCrete® TEMPO-12 est un superplastifiant puissant qui confère aux bétons les propriétés suivantes :
- longue rhéologie (>2h),
- robustesse à la ségrégation,
- qualité de parement.

AGRÉMENTS / NORMES

Marquage CE et NF selon la norme NF EN 934-2 tab 3.1 et 3.2.
PV CNERIB : DTEM/108/2017

DESCRIPTION DU PRODUIT

Conditionnement	• Fût de 230 kg • Cubi de 1100 kg • Vrac
Durée de Conservation	12 mois dans son emballage d'origine intact.
Conditions de Stockage	A l' abri du gel. En cas de gel accidentel, le produit retrouve ses qualités d'origine une fois dégelé lentement et réhomogénéisé.
Aspect / Couleur	Liquide brun clair à foncé
Densité	1,06 ± 0,01
Valeur pH	4,5 ± 1,0
Teneur Totale en Ions Chlorure	≤ 0,1 %
Équivalent Oxyde de Sodium	≤ 1 %

RENSEIGNEMENTS SUR L'APPLICATION

Dosage	Plage de dosage : 0,2 à 3,0% du poids du liant ou du ciment selon la fluidité et les performances recherchées. Plage d'utilisation usuelle : 0,4 à 1,5 % du poids du ciment ou du liant.

VALEURS DE BASE

Toutes les valeurs indiquées dans cette Notice Produit sont basées sur des essais effectués en laboratoire. Les valeurs effectives mesurées peuvent varier du fait de circonstances indépendantes de notre contrôle.

ÉCOLOGIE, SANTÉ ET SÉCURITÉ

Pour obtenir des informations et des conseils sur la manipulation, le stockage et l'élimination en toute sécurité des produits chimiques, les utilisateurs doivent consulter la fiche de données de sécurité (FDS) la plus récente contenant les données physiques, écologiques, toxicologiques et autres données relatives à la sécurité.

INSTRUCTIONS POUR L'APPLICATION

Sika® ViscoCrete® TEMPO-12 est ajouté, soit en même temps que l'eau de gâchage, soit en différé dans le béton préalablement mouillé avec une fraction de l'eau de gâchage.

RESTRICTIONS LOCALES

Veuillez noter que du fait de réglementations locales spécifiques, les données déclarées pour ce produit peuvent varier d'un pays à l'autre. Veuillez consulter la Notice Produit locale pour les données exactes sur le produit.

INFORMATIONS LÉGALES

Les informations, et en particulier les recommandations concernant les modalités d'application et d'utilisation finale des produits Sika sont fournies en toute bonne foi et se fondent sur la connaissance et l'expérience que Sika a acquises à ce jour de ses produits lorsqu'ils ont été convenablement stockés, manipulés et appliqués dans des conditions normales, conformément aux recommandations de Sika. En pratique, les différences entre matériaux, substrats et conditions spécifiques sur site sont telles que ces informations ou recommandations écrites, ou autre conseil donné, n'impliquent aucune garantie de qualité marchande autre que la garantie légale contre les vices cachés, ni aucune garantie de conformité à un usage particulier, ni aucune responsabilité découlant de quelque relation juridique que ce soit. L'utilisateur du produit doit vérifier par un essai sur site l'adaptation du produit à l'application et à l'objectif envisagés. Sika se réserve le droit de modifier les propriétés de ses produits. Notre responsabilité ne saurait d'aucune manière être engagée dans l'hypothèse d'une application non conforme à nos renseignements. Les droits de propriété détenus par des tiers doivent impérativement être respectés. Toutes les commandes sont soumises à nos conditions générales de vente et de livraison en vigueur. Les utilisateurs doivent impérativement consulter la version la plus récente de la Notice Produit correspondant au produit concerné, accessible sur internet ou qui leur sera remise sur demande.

III.5.2. هيدروكسيد الصوديوم :

هو مركب كيميائي قوي له الصيغة الكيميائية .(NaOH) يعرف أيضاً (بالصودا الكاوية) يعرف في بعض الدول العربية بالأطرونة، ويستخدم في العديد من الصناعات درجة ذوبانه في الماء عالية جداً وتصل المحاليل المائية إلى تركيزات كبيرة ، ويعتبر هيدروكسيد الصوديوم المصدر الأساسي في صناعة ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) .وهو ماده متميعه اي انها تمتص بخار الماء من الهواء الجوي[63، 64]

III.1.5.2. خواصه :

- مركب صلب أبيض متميع
- له ملمس صابونى وتأثيره كاو على الجلد
- يذوب في الماء بسهولة ويكون محلول قلوي
- يتفاعل مع الأحماض المخففة مكونا ملح الصوديوم للحمض والماء

III.2.5.2 التحضير :

دئما كان يحضر من معالجة رماد الصودا الناتج من طريقة لوبلان بهيدروكسيد الكالسيوم

$$Na_2CO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow 2NaOH + CaCO_3$$

وذلك اعتمادا على أن كربونات الكالسيوم غير منحلة في محلول الصودا الكاوية. إلا أن هذه الطريقة لم تعد تستخدم منذ عام .1962 الطريقة المعتمدة حاليا للإنتاج تتم من خلال التحليل الكهربائي لمحلول مركز من كلوريد الصوديوم في الماء حيث يتشكل غاز الكلور على الأنود(المصعد) في حين يتشكل كل من غاز الهيدروجين وهيدروكسيد الصوديوم على الكاثود (المهبط). المعادلة الإجمالية للتفاعل:

$$NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow 1/2\ H_{2\ (g)} + 1/2\ Cl_{2\ (g)} + NaOH_{(aq)} \ldots \Delta H=224KJ$$

III.5.5.2. الاستخدامات :

هيدروكسيد الصوديوم قاعدة رئيسية قوية تستخدم في الصناعات الكيميائية

- الكشف عن الشقوق القاعدية (الكاتيونات)
- تنقية البترول من الشوائب الحامضية
- إنتاج الألومينا
- الحفر بحثاً عن النفط
- إنتاج الوقود

- الديزل الحيوي
- الاستخدام في التحليل الكيميائي

III.2.5.6. طريقه الاستخدام في المعالجه :

لقد استخدمنا هيدروكسيد الصوديوم بتراكيز مختلفه و هي (2٪ - 4٪ - 6٪) في معالجه الرمال البترولیه المعالجه بالحراره وزن الرمل هو 1 كلغ لكل تركيز . و ذلك لزياده نظافه الرمال و ازاله الشوائب الضاره بها و ذالك عبر عده مراحل و هي :

- طحن الرمال البترولیه للحصول على رمل ذو قطر اقل من 0.08 مم
- وضع الرمل البترولي في التراكيز المختلفه (حيث كل 2٪ من تركيز الهيدروكسيد الصوديوم يوضع في 1 لتر ماء)
- ترك الرمال البترولیه في التراكيز لمده 24 ساعه
- نقوم بادخال الرمال البترولیه للفرن في درجه حراره °105
- نقوم بوزن الرمال كل نصف ساعه حتى يصبح الوزن ثابت تقريبا و ذلك لنتاكد من ان الرمال لا تحتوي على الماء

كما هو موضح في الجدول التالي:

التركيز	الوزن (غرام)					
٪2	1844	1766	1659	1550	1284	1016
٪4	1820	1752	1632	1442	1352	1023
٪6	1836	1686	1512	1364	1123	1005

III.2.6. الماء :

يجب استخدام الماء المستخدم في خلط الخرسانة بنسب قياسية معينة و يجب أن تكون المياه المستخدمة في خلط الخرسانة نظيفة وخالية من المواد الضارة: الزيوت والأحماض الزيوت والأحماض والأحماض والقلويات والأملاح الأخرى التي قد تؤثر سلباً على خواص الخرسانة والصلب. الحدود القصوى المسموح بها للأملاح في ماء الخلط هي كما يلي: [59]

- يجب ألا تتجاوز أملاح الكلوريد 5.0 جم/لتر.
- يجب ألا تتجاوز الكبريتات 3.0 جم/لتر.
- يجب ألا يتجاوز إجمالي الأملاح 0.2 جم/لتر.

في جميع الحالات، تعتبر المياه الصالحة للشرب مناسبة لخلط الخرسانة، ولكن يمكن استخدام المياه غير الصالحة للشرب إذا يجوز استخدام المياه غير الصالحة للشرب في الحالات التالية: [65]

- زمن التثبيت الأولي لعينة الأسمنت المخلوط بهذه المياه لا يتجاوز(31 دقيقة).
- يجب أن يكون أطول بدقيقة واحدة على الأقل من زمن التثبيت الأولي لنفس عينة الأسمنت المخلوطة بماء الشرب.
- يجب ألا يقل هذا الزمن بأي حال من الأحوال عن (25) دقيقة.
- يجب أن يكون تحمل الضغط لعينة قياسية بهذا الماء 71% على الأقل من تحمل الضغط للأسمنت.
- تحمل الضغط للعينات المخلوطة بماء الشرب.

1.6.2.III تاثير نسبة E/C :

هي نسبة وزن الماء الحر المخصص للتفاعل (باستثناء الماء الذي تمتصه الحبيبات) إلى وزن الأسمنت في الخلطة. إن النسبة الدقيقة لوزن الماء في المزيج إلى وزن الأسمنت مهمة جداً حيث تأثر مستقبلا على قوة المزيج ومساميته وقابليته للانضغاط والديمومة. ان وجود الكثير من الماء له تاثير كبير على مسامية المزيج والانفصال الأسمنتي او الحبيبي والانكماش والتشققات المختلفة.

3.III. التركيبة النظاميه للملاط :

الملاط النظامي هو عبارة عن مزيج من الرمل والاسمنت والماء ومع خلط هذه المواد مع بعضها يتم الحصول على الملاط الذي يبدأ بالتصلب التدريجي مع الوقت حتى يصبح صلب وقوي وتفاوت قوته حسب المكونات الأساسية وكذلك حسب طريقة الرج أثناء الصب ونوعية المعالجة. [66]

حيث ناخذ 1350 g ± 5g من رمل يتم خلط هذه الكمية من الرمل مع 450 جم ± 2 جم اسمنت و225 جم ± 1 جم ماء0.5 الماء إذن يكون المعامل E/C يساوي0.5 قبل إجراء اختبار المعالجة واختبار زمن المعالجة الأولي واختبار الانكماش. يتم تقليب الخليط لمدة 4 دقائق [67]، وفقًا للشروط المحددة في اللوائح:

- قم أولاً بإضافة الماء ثم الأسمنت إلى وعاء الخلاط ثم قم بتشغيل المحرك على الفور بسرعة منخفضة.

- بعد الخلط لمدة 30 ثانية، ابدأ بإضافة الرمل تدريجياً وشغّل المحرك بأقصى سرعة لمدة 30 ثانية أخرى.

- أوقف الخلاط لمدة 1.5 دقيقة. يتم جمع ودفع الملاط الملتصق بجدران الخلاط.

- ثم يتم تشغيل الخلاط بأقصى سرعة لمدة 60 ثانية.

لاحظ أن هذا الملاط يستخدم لتحديد بعض خواص الأسمنت، وخاصةً قوته [49]

3.1.III صياغة خراسنه الرمل العاديه(الشاهد) :

لتحديد تركيبة خراسنه الرمل العاديه (الشاهد) نعتبرها نوعا من الملاط الرملي العادي، حيث استخدمنا تركيزات الأسمنت والرمل المحددة للملاط النظامي، أي جزء واحد من الأسمنت وثلاثة أجزاء من الرمل، وحدد مقدار الماء عن طريق التجارب التشغيلية. للحصول على خراسنه الرمل العاديه المرنة الموصى به في المواصفة القياسية

1.1.3.III تجربه التشغيليه :

استخدمنا **اختبار منضدة الانسياب** (بالإنجليزية Flow table test) والذي هو عبارة عن اختبار تجريبي يُستخدم لتعيين النسبة المئوية لانسيابية الخرسانة والتي تعبّر عن حالة قوامها [62]

ولذلك كان الهدف من هذه التجربة هو قياس انتشار الخرسانة على طاولة الاهتزاز، وتحديد قيمة الانتشار، وبيان جودة الخرسانة. وتصنف خراسنه الرمل العاديه إلى عدة أصناف وفقًا لهذه التجربة إلى:

خرسانة جافة، خرسانة صلبة، خرسانة لدنة، خرسانة مبتلة، خرسانة رخوية. [50]

1- خطوات الاختبار

1. ينظف القرص والقالب جيدا
2. يوضع المخروط في منتصف القرص
3. يملأ القالب على طبقتين مع دمك كل طبقة 25 مرة باستخدام قضيب الدمك ويسوى السطح النهائي
4. يتم رفع المخروط بعناية وباتجاه راسي
5. يتم رفع القرص بواسطة اليد الجانبية 15 مرة
6. يقاس قطر الخرسانة بعد انسيابها (يؤخذ متوسط قياس القطر في 6 اتجاهات)
7. يتم حساب النسبة المئوية للانسياب

طريقه حساب التشغيلية :

$$S = \frac{D}{\text{قطر العينة قبل الهز}}$$

D=S/ قطر العينة قبل الهز

حيث(D) = قطر انتشار العينة بعد الهز

قطر العينة قبل الهز 10 = سم(قاعدة المخروط)

صنف الخرسانة (القوام)	الانسياب
جافة	%30-10
صلبة	%60-30
لدنة	%80-60
مبتلة	%100-80
رخوية	أكبر من 100%

جدول رقم (III-17) : صنف الخرسانة بدلالة التشغيلية.

صوره رقم (III-18) : طاولة الهز لتجربة التشغيلية.

وبعد إجراء التجربة تحصلنا على النتائج التالية:

التركيبه	E/C	10 /D	تصنيف الخرسانه حسب مجال التشغيليه
الشاهد	**0.50**	**71**	**خرسانه لدنه**

جدول رقم (III-19) : نتائج تجربه التشغيليه

ملاحظة :بعد اجراء التجربة النسبة الى **E/C** = 0.50 تحصلنا التشغيليه المطلوبه و التي كانت في المجال اللدن كما هو موصى به :

المركبات	ملاط
رمال صفراء	3 اجزاء
الاسمنت	جزء واحد
المعامل E/C	0.50

جدول رقم (III-20) : تركيبه الملاط للشاهد

3.1.III. صياغة خرسانه الرمل المدروسة:

الصياغه (غرام)	10% رمل بترولي 90% اسمنت
رمال صفراء	1350
الاسمنت	405
رمال البترول	45
المعامل E/C	0.50

جدول رقم (III-21) : تركيبه 10% رمل بترولي 90% اسمنت

الصياغه (غرام)	20% رمل بترولي 80% اسمنت
رمال صفراء	1350
الاسمنت	360
رمال البترول	90
المعامل E/C	0.50

جدول رقم (III-22) : تركيبه 20% رمل بترولي 80% اسمنت

الصياغه (غرام)	30% رمل بترولي 70% اسمنت
رمال صفراء	1350
الاسمنت	315

رمال البترول	135
المعامل E/C	0.50
المحسن	2

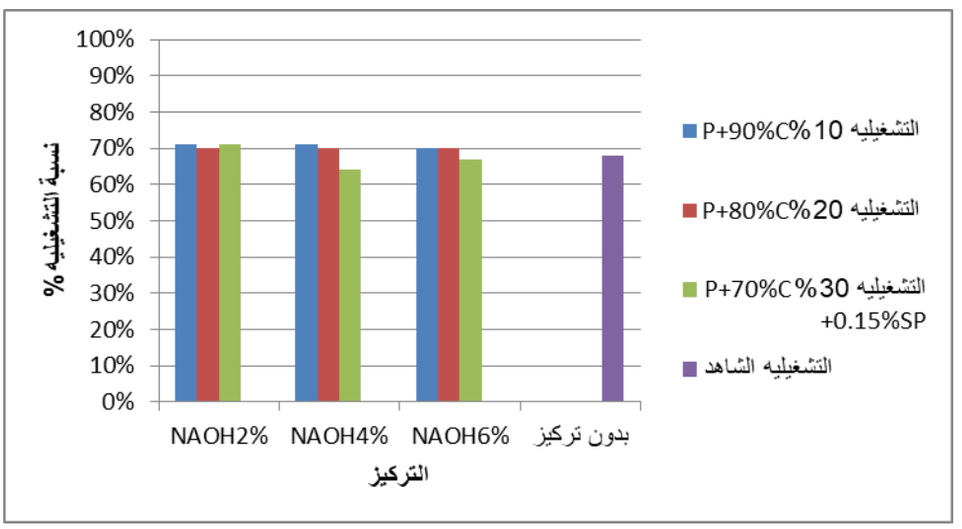
جدول رقم (III-23) : تركيبه 30% رمل بترولي 70% اسمنت

حيث استخدمنا المحسن (**Sika®ViscoCrete®TEMPO-12**) في تركيبة (تركيبه 30% رمل بترولي 70% اسمنت) بنسبة (0.15%) و التي تعادل قيمه 2 غرام و ذلك بسبب نقص انسياب الخلطه و الناتج عن زياده كميه رمل البترول ذو النعومه العاليه في الخلطة.

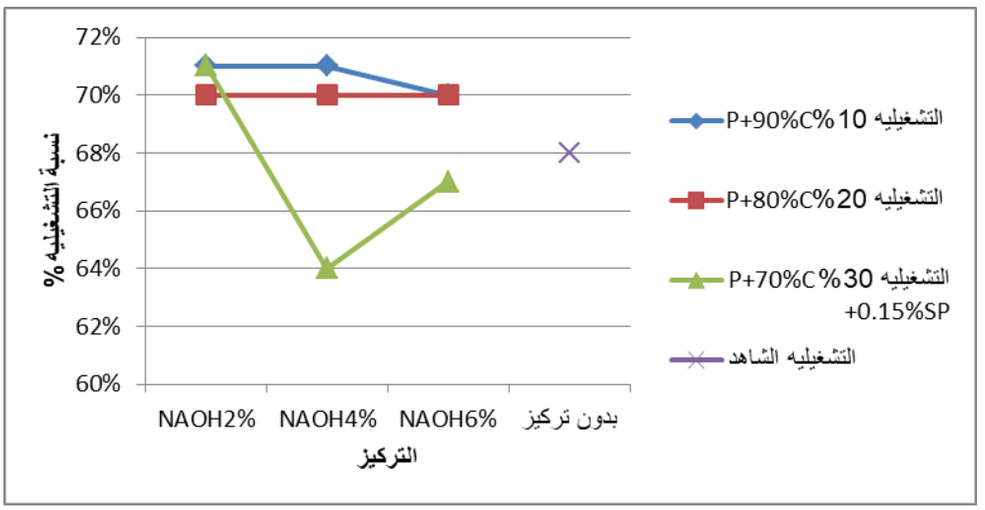
2.1.3.III. نتائج تجربة التشغيلة للتركيبات :

التشغيليه	التركيز	بدون تركيز	NAOH2%	NAOH4%	NAOH6%
التركيبة	10%P+90%C		71%	71%	70%
	20%P+80%C		70%	70%	70%
	30%P+70%C +0.15%SP		71%	64%	67%
	الشاهد	68%			

جدول رقم (III-24) : نسبة التشغيلية



اعمده بيانية رقم (III-25) : توضح نسبة الشغيلية بدلالة التركيز



منحنى بياني رقم (III-26) : توضح نسبة الشغيلية بدلالة التركيز

3.1.3.III تحضير العينه وشكلها :

بعد الحصول على الخلطة المثلى للخرسانة الرملية تم إعداد عملية الخلط، وأثناء صب العينات المطلوبة بأبعاد (40*40*160) مم، تم خلط العجينة يدوياً، وتم إعداد هذه الخلطة وفقاً لطريقة البحث التالية

- تم خلط الرمل (S) بمفرده لمدة 60 ثانية.
- تمت إضافة الأسمنت (C) وخلطه لمدة 60 ثانية.
- تم إضافة الماء إلى الخليط (S+C+E) مع الخلط التدريجي وخلط لمدة 4 دقائق.
- تم ملء القالب في طبقتين وتم رج كل طبقة لمدة دقيقة واحدة أثناء الملء، 60 مرة خلال هذا الوقت.

4.III. توضح اشكال القوالب المستعمله :

تترك العينة في الهواء الحر وفي شروط HR = 25° و T= 65 ثم ينزع القالب بعد 24 ساعة

عدد العينات ثلاثه (3) عينات

حيث المرحله الزمنيه لدراسه الخرسانه والاعمار المدروسه هي (7، 28 يوم)

الخلاصه:

نستخلص من هذا الفصل ما يلي :

1. اعطت الرمال البترولیه المعالجه بالحراره معامل نعومه ضعيف
2. من اجل استغلال الرمال البترولیه نقوم باضافه نسبه منها مع الاسمنت بقيم متغيره بدون اضافات – معتبره ماده كلينكر -

3. الاسمنت المستعمل كشاهد ماخوذ من منطقه الماء الابيض تبسه وهو اسمنت يورتلاندي من نوع CEMI/42.5 SR5
4. تركيبه خرسانه الرمل التي استخدمناها كشاهد ، ناخذ تركيز من الرابط المقترح و رمل جامعة كما هو موصى به في الملاط النظامي اي ناخذ جزء من الرابط المقترح و 3 اجزاء من الرمال الصفراء، و اما بالنسبه للماء فحددناه من خلال تجربه التشغيليه بمقدار E /C يساوي 0.5

الفصل الرابع : مختلف سلوك الخرسانة المدروسة

1.IV. مدخل :

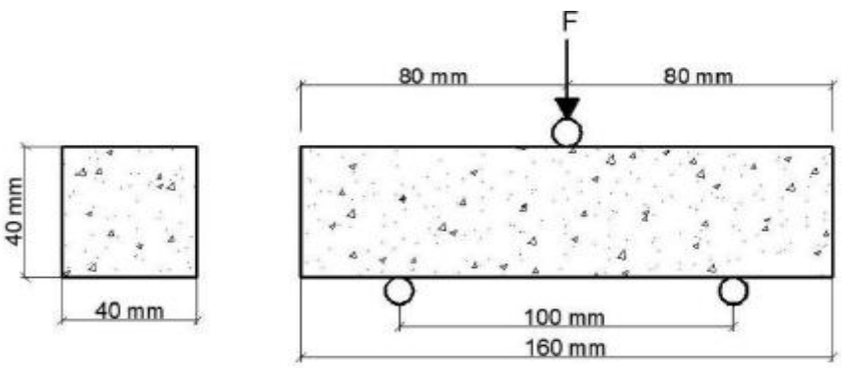
تعتبر الخصائص الميكانيكية للمادة من أهم الخصائص التي تميزها عن الكثير من المواد و المركبات وبعد معرفة التركيبة المثلى لهذه المادة المقترحة في الدراسة والمعتبرة خرسانة الرمل . في هذا الفصل سنتطرق الى الخصائص الميكانيكية لخرسانة الرمل وبالتحديد إلى مقاومة الضغط ومقاومة الانحناء في الأيام 7 و 28 وسنقوم بدراسة ظاهرة الانكماش في الايام 7 و 21 و 28 و دراسة الامتصاص الشعيري من 10 دقائق الي 72 ساعه

2.IV. طرق التجارب :

1.2.IV. تجربة التحطيم بالانحناء :

تتم تجربة الانحناء على عينا ت لها مقطع مربع 4 × 4 سم و طول 16 سم البعد بين المسندين 10 سم ، كما يتم تنفيد هده العملية بواسطة الة الانحناء بثلاث نقاط الالة مزودة بمسندين أسطوانيين من الأسفل ثابتين تستند عليهما العينة ومسند علوي اسطواني كذلك مطبق وسطها متحرك بواسطة محرك الالة ليطبق القوة على العينة وتقرا الحمولة مباشرة من الالة

هذه التجربة منصوص عليها حسب القاعدة EN 196 - 1 والشكل هو عبارة عن شكل تخطيطي لآلة التحطيم بواسطة الانحناء. [67]



صورة رقم (IV-1) : يوضح تجربة التحطيم بالانحناء

التجربة تجرى بواسطة آلة التحطيم الخاصة بتجربة الانحناء لعينة من خرسانة الرمل ذا أبعاد (40×40×160مم). والصورة التالية توضح كيفية وضع العينة في الآلة :

الصورة رقم (IV-2) : الة التحطيم الخاصه تجربة الانحناء

مقاومة الانحناء تحسب بالعلاقه التالية :

$$Rt = \frac{1{,}5.F_f.l}{b^3}$$

حيث:

Rt: مقاومة الانحناء ب Mpa

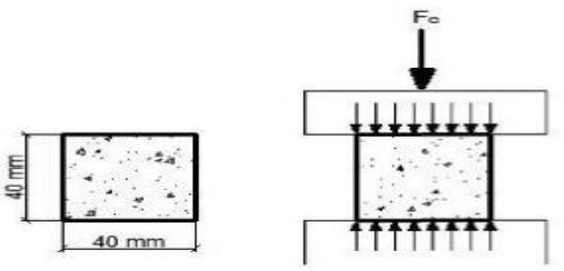
F_f: قوة تحطيم العينة عند الانحناء

L: البعد بين المسندين (mm)

b^3 : ضلع العينة الذي يساوي 40 مم

2.2.IV. تجربة التحطيم بالضغط :

هذه التجربة منصوص عليها حسب القاعدة EN 196 - 1 . وتكون بواسطة جهاز ضغط المواد الصلبة وتكون على عينات (40 × 40 مم) توضع هذه العينة ما بين صفيحتين معدنيتين صلبتين كما هو موضح في الشكل. [68]



صورة رقم **(IV-3) : يوضح تجربة التحطيم بالضغط**

و تحسب مقاومة الضغط بالعلاقة التالية :

$$Rc = \frac{F_C}{A}$$

حيث :

RC: مقاومة الانحناء ب Mpa

Fc : قوة تحطيم العينة عندالضغط N

A : مساحة المقطع العرضي للعينة mm^2

الصورة رقم (IV-4) : الة التحطيم الخاصه بتجربة الضغط

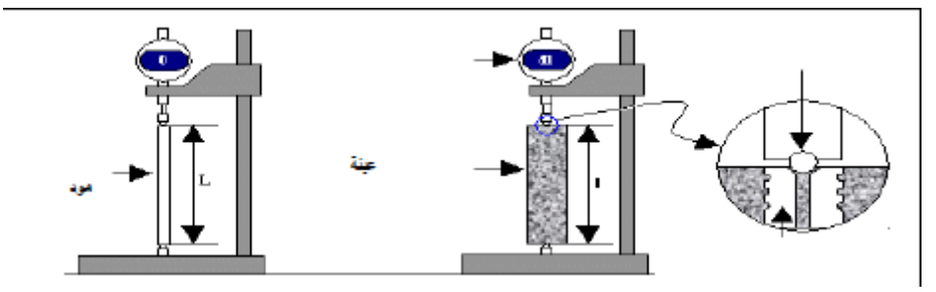
3.2.IV. تجربة الانكماش :

تتم تجربة الانكماش على عينات لها مقطع مربع 4*4 cm و طولها 16 cm مزودة في سطوحها العلوية

والسفلي بصامولتان توضع عليهما كوريتين حديديتين وتدخل العينة وهي على هذا الحال الى جهاز رقمي

يقيس الطول مباشرة اعتبارا من طول ابتداء يضبط عليه ، هذا الجهاز من النوع: Rétrocontrôle ما هو موضح في الشكل التالي :

هذه التجربة منصوص عليها حسب القاعدة43 -NF P 15.[69]



الصورة رقم (IV-5) : يوضح آلة الانكماش

4.2.IV. تجربة الامتصاص الشعيري :

يتضمن الاختبار تشبع عينة خرسانية جافة ثم قياس معدل امتصاص الماء لها خلال فترة زمنية محددة. معدل امتصاص الماء هو مقياس لنفاذية الخرسانة ويمكن استخدامه لتقييم متانتها ومقاومتها لاختراق الماء

تحدد المواصفة القياسية المعدات المطلوبة للاختبار وتحضير العينات وإجراء الاختبار وحساب النتائج. يمكن إجراء الاختبار على عينات تم معالجتها في المختبر أو معالجتها ميدانيًا وهي مناسبة لتقييم خصائص امتصاص الماء. [70]

حيث قمنا :

- وزن العينه قبل وضعها في الماء
- وضع العينات في الماء على مدة زمنيه كالتالي (10 – 20- 30 – 40 – 50 – 60) دقيقه و (24- 48 – 72) ساعه
- وزن العينه بعد كل مده زمنية

تعطى العلاقه بالشكل التالي :

$$\text{Increase in weight, \%} = \frac{\text{wet weight} - \text{conditioned weight}}{\text{conditioned weight}} \times 100$$

ملاحظة : عدد العينات في كل التجارب 3 عينات

3.IV. النتائج :

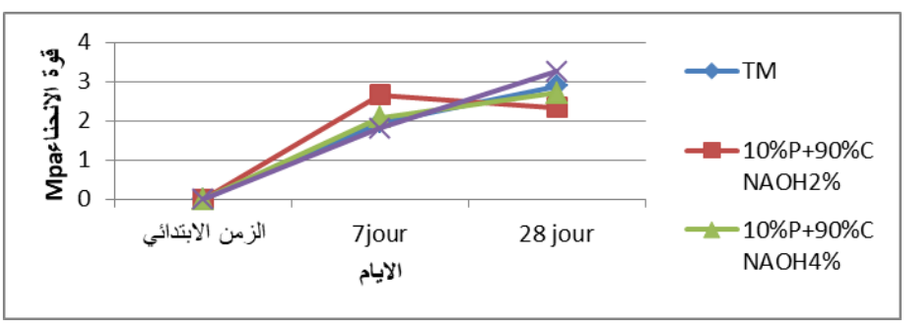
1.3.IV. تجربة التحطيم بالانحناء :

1.1.3.IV. تاثير تركيز NAOH على مختلف التركيبات :

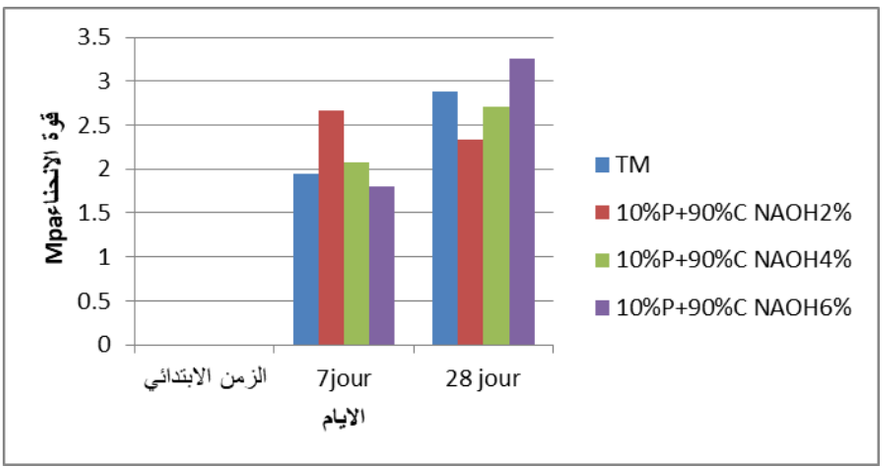
- **التركيبة 10%P+90%C :**

التركيبة	التركيز	الزمن الابتدائي	7jour	28 jour
TM		0	1.95	2.88
10%P+90%C	NAOH2%	0	2.66	2.33
	NAOH4%	0	2.08	2.71
	NAOH6%	0	1.8	3.26

جدول رقم (IV–6) : توضح تاثير تركيز NAOH على التركيبة 10%P+90%C في الانحناء



منحنى رقم (IV-7) : توضح تاثير تركيز NAOH على التركيبة 10%P+90%C في الانحناء

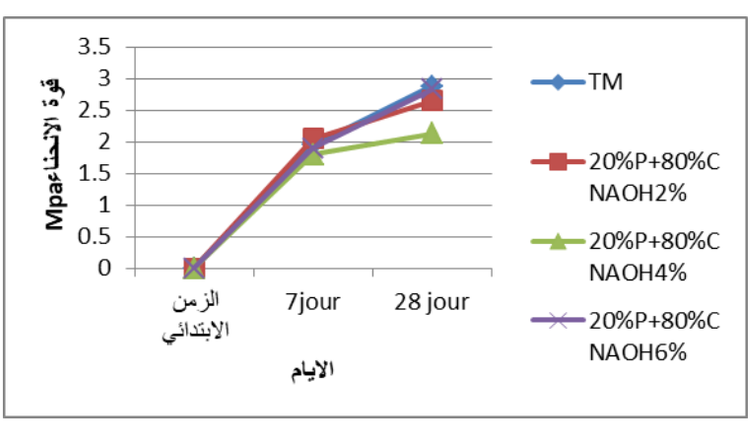


اعمدة بيانية رقم (IV-8) : توضح تاثير تركيز NAOH على التركيبة 10%P+90%C في الانحناء

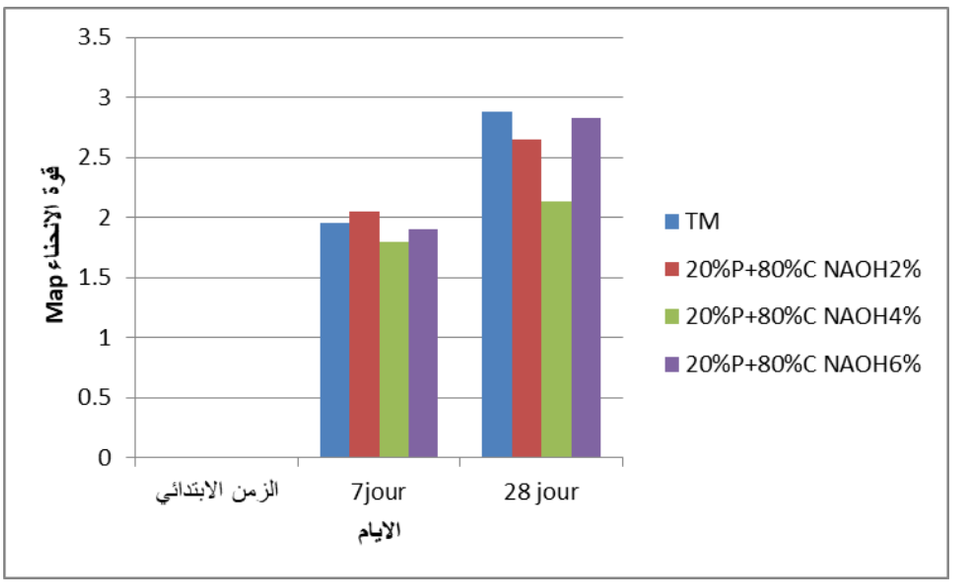
- التركيبة 20%P+80%C :

التركيبة	التركيز	الزمن الابتدائي	7jour	28 jour
TM		0	1.95	2.88
20%P+80%C	NAOH2%	0	2.05	2.65
	NAOH4%	0	1.8	2.13
	NAOH6%	0	1.9	2.83

جدول رقم (IV-9) : توضح تاثير تركيز NAOH على التركيبة 20%P+80%C في الانحناء



منحنى رقم (IV-10) : توضح تاثير تركيز NAOH على التركيبة 20%P+80%C في الانحناء

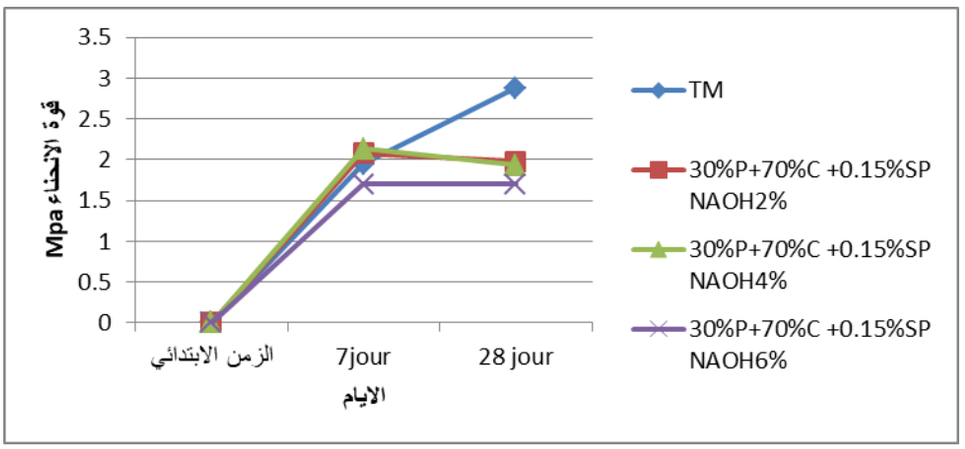


اعمدة بيانية رقم (IV-11) : توضح تاثير تركيز NAOH على التركيبة 20%P+80%C في الانحناء

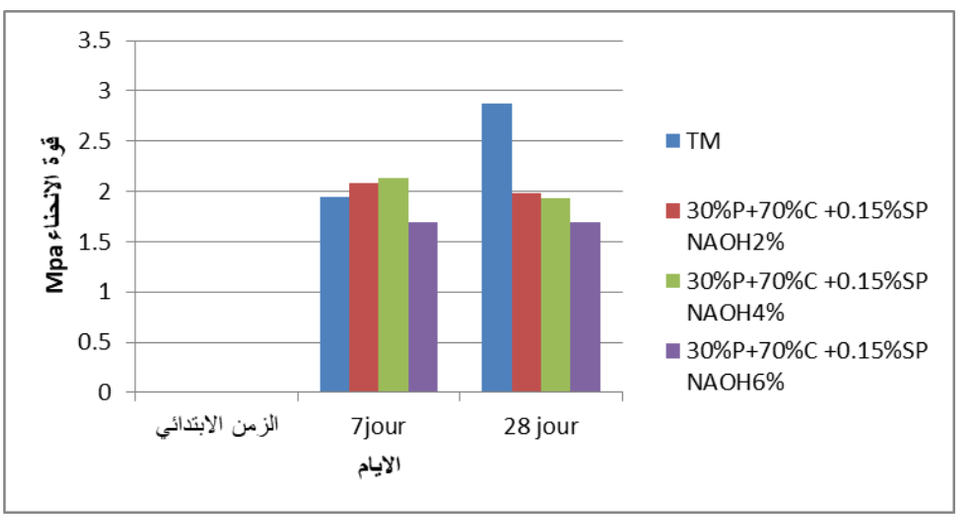
- التركيبة 30%P+70%C+0.15%SP :

التركيبة	التركيز	الزمن الابتدائي	7jour	28 jour
TM		0	1.95	2.88
30%P+70%C +0.15%SP	NAOH2%	0	2.08	1.98
	NAOH4%	0	2.13	1.93
	NAOH6%	0	1.7	1.7

جدول رقم (IV-12) : توضح تاثير تركيز NAOH على التركيبة 30%P+70%C+0.15%SP في الانحناء



منحنى رقم (IV-13) : توضح تاثير تركيز NAOH على التركيبة 30%P+70%C+0.15%SP في الانحناء



اعمدة بيانية رقم (IV-14) : توضح تاثير تركيز NAOH على التركيبة 30%P+70%C+0.15%SP في الانحناء

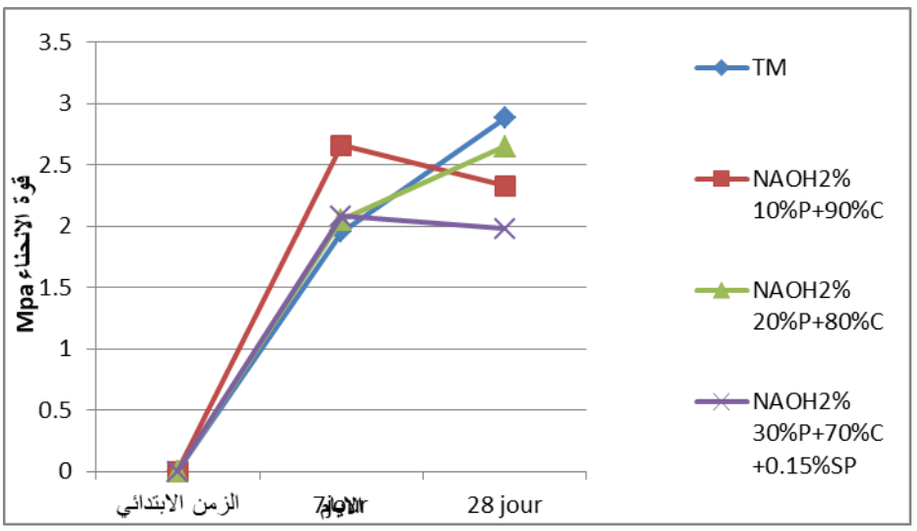
2.1.3.IV. تاثير التركيبات على مختلف التراكيز NAOH:

- **التركيز NAOH2% :**

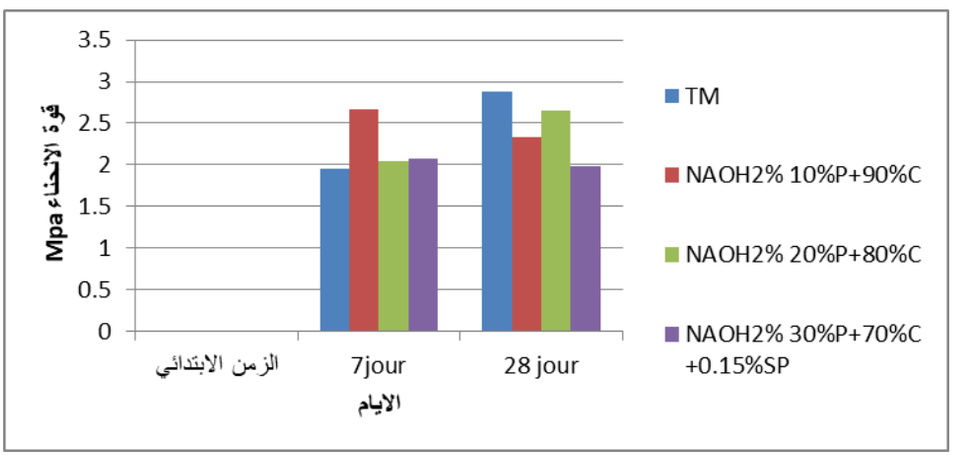
التركيبة	التركيز	الزمن الابتدائي	7jour	28 jour
	TM	0	1.95	2.88
NAOH2%	10%P+90%C	0	2.66	2.33

	20%P+80%C	0	2.05	2.65
	30%P+70%C +0.15%SP	0	2.08	1.98

جدول رقم (IV-15) : توضح تاثير التركيبة على تركيز NAOH2% في الانحناء



منحنى رقم (IV-16) : توضح تاثير التركيبة على تركيز NAOH2% في الانحناء



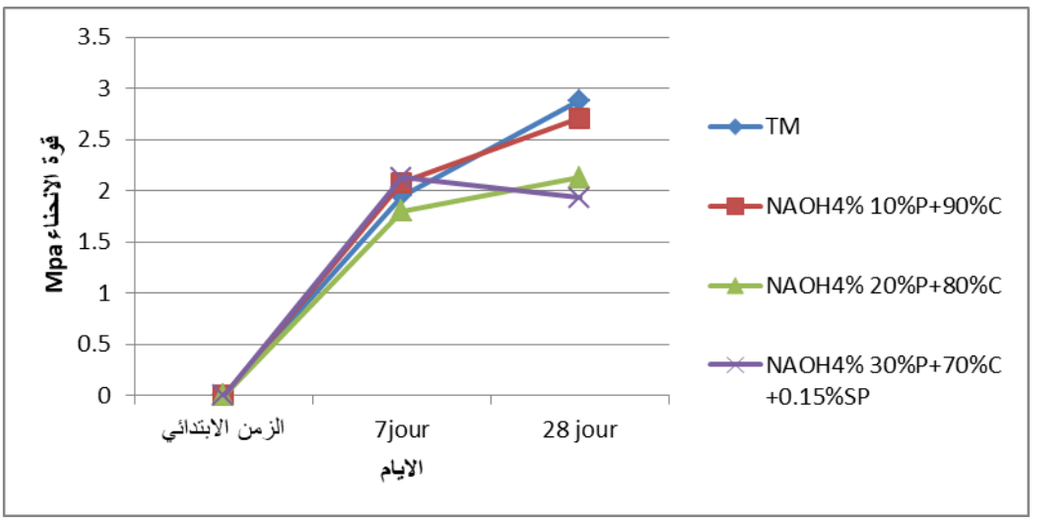
اعمدة بيانية رقم (IV-17) : توضح تاثير التركيبة على تركيز NAOH2% في الانحناء

- التركيز NAOH4% :

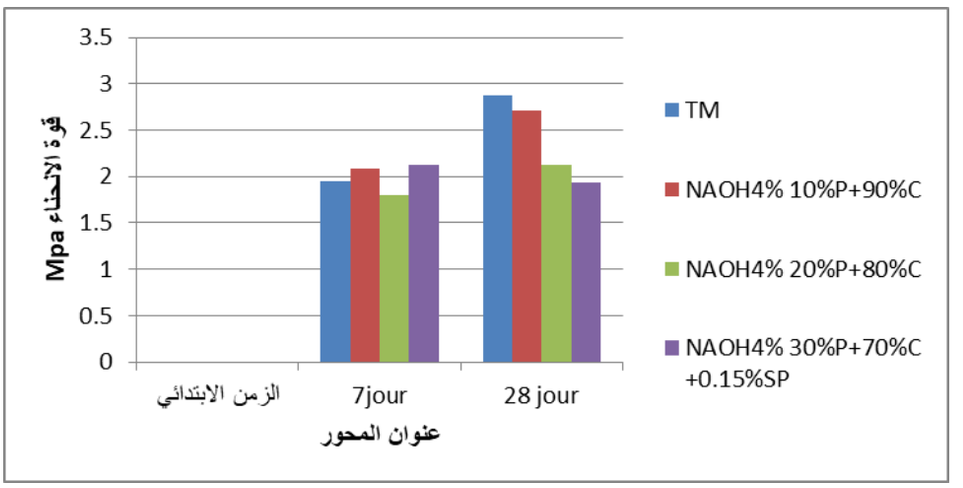
التركيبة	التركيز	الزمن	7jour	28 jour

		الابتدائي		
TM		0	1.95	2.88
NAOH4%	10%P+90%C	0	2.08	2.71
	20%P+80%C	0	1.8	2.13
	30%P+70%C +0.15%SP	0	2.13	1.93

جدول رقم (IV-18) : توضح تاثير التركيبة على تركيز NAOH4% في الانحناء



منحنى رقم (IV-19): توضح تاثير التركيبة على تركيز NAOH4% في الانحناء

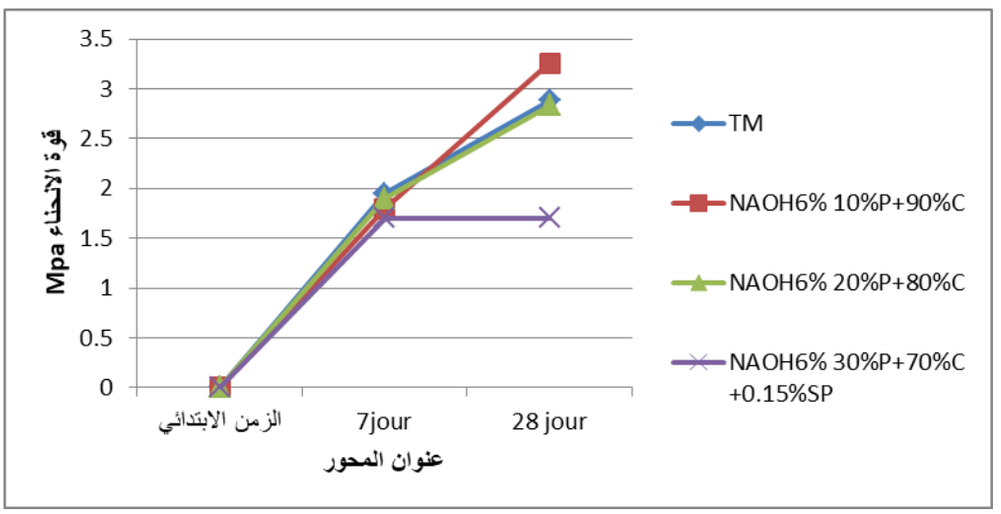


اعمدة بيانية رقم (IV-20) : توضح تاثير التركيبة على تركيز NAOH4% في الانحناء

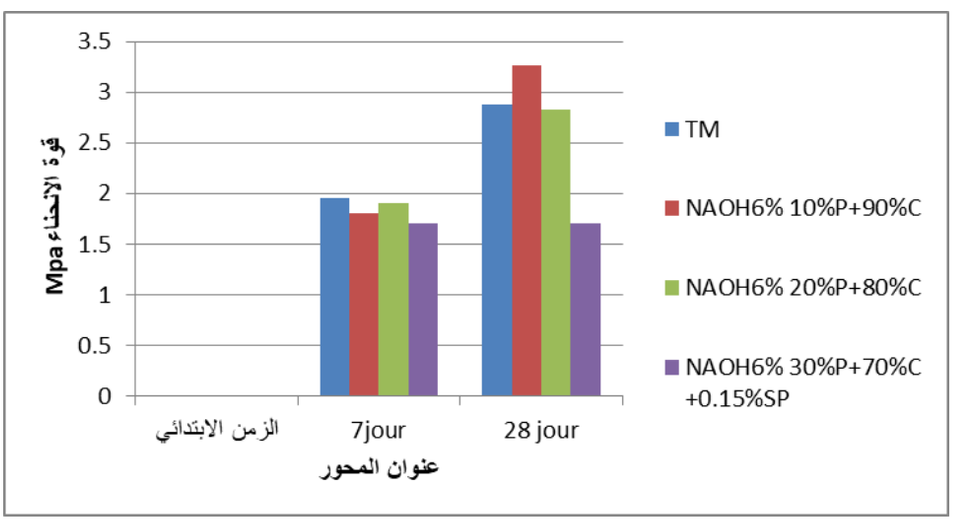
- التركيز NAOH6% :

التركيبة	التركيز	الزمن الابتدائي	7jour	28 jour
TM		0	1.95	2.88
NAOH6%	10%P+90%C	0	1.8	3.26
	20%P+80%C	0	1.9	2.83
	30%P+70%C +0.15%SP	0	1.7	1.7

جدول رقم (IV-21) : توضح تاثير التركيبة على تركيز NAOH6% في الانحناء



منحنى رقم (IV-22) : توضح تاثير التركيبة على تركيز NAOH6% في الانحناء



اعمدة بيانية رقم (IV-23) : توضح تاثير التركيبة على تركيز NAOH6% في الانحناء

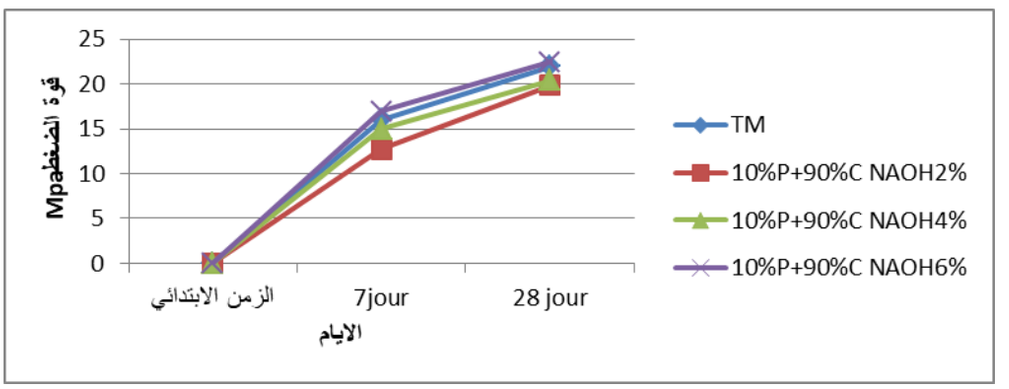
2.3.IV. تجربة التحطيم بالضغط :

1.2.3.IV. تاثير تركيز NAOH على مختلف التركيبات :

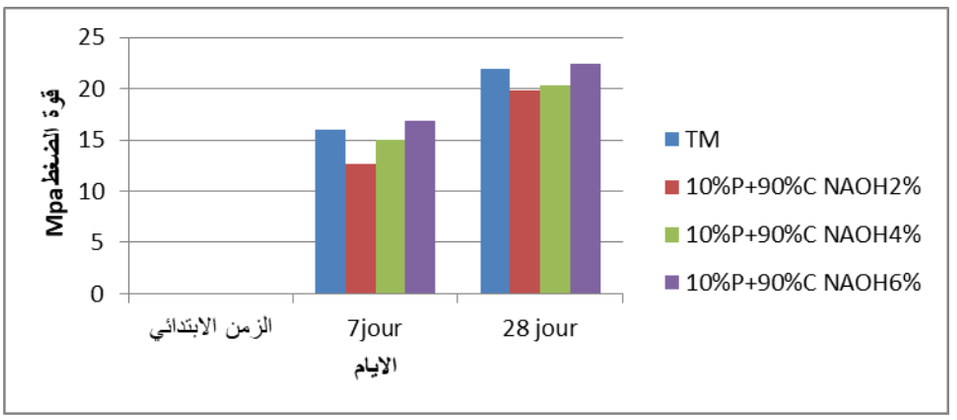
- التركيبة 10%P+90%C :

التركيبة	التركيز	الزمن الابتدائي	7jour	28 jour
TM		0	16.01	21.92
10%P+90%C	NAOH2%	0	12.69	19.81
	NAOH4%	0	14.96	20.37
	NAOH6%	0	16.91	22.44

جدول رقم (IV-24) : توضح تاثير تركيز NAOH على التركيبة 10%P+90%C في الضغط



منحنى رقم (IV-25) : توضح تاثير تركيز NAOH على التركيبة 10%P+90%C في الضغط

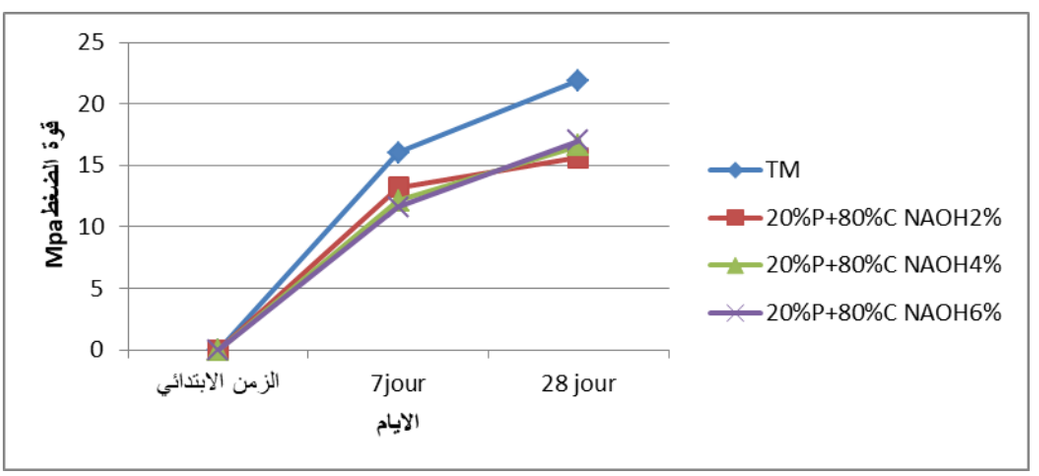


اعمدة بيانية رقم (IV-26) : توضح تاثير تركيز NAOH على التركيبة 10%P+90%C في الضغط

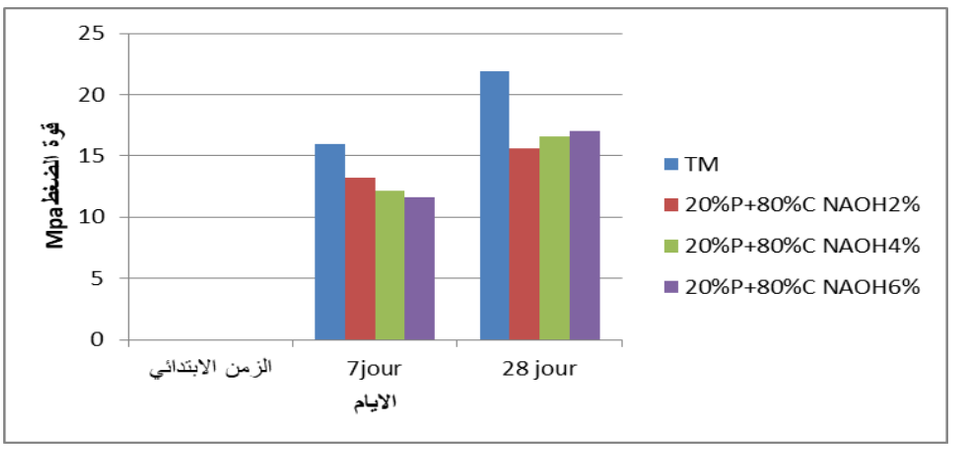
- التركيبة 20%P+80%C :

التركيبة	التركيز	الزمن الابتدائي	7jour	28 jour
TM		0	16.01	21.92
20%P+80%C	NAOH2%	0	13.18	15.62
	NAOH4%	0	12.12	16.58
	NAOH6%	0	11.59	17

جدول رقم (IV-27) : توضح تاثير تركيز NAOH على التركيبة 20%P+80%C في الضغط



منحنى رقم (IV-28) : توضح تاثير تركيز NAOH على التركيبة 20%P+80%C في الضغط

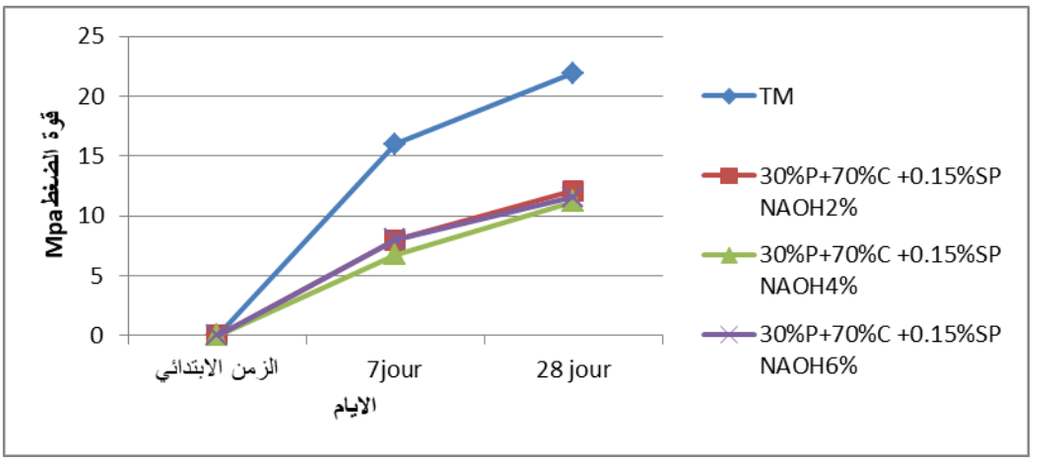


اعمدة بيانية رقم (IV-29) : توضح تاثير تركيز NAOH على التركيبة 20%P+80%C في الضغط

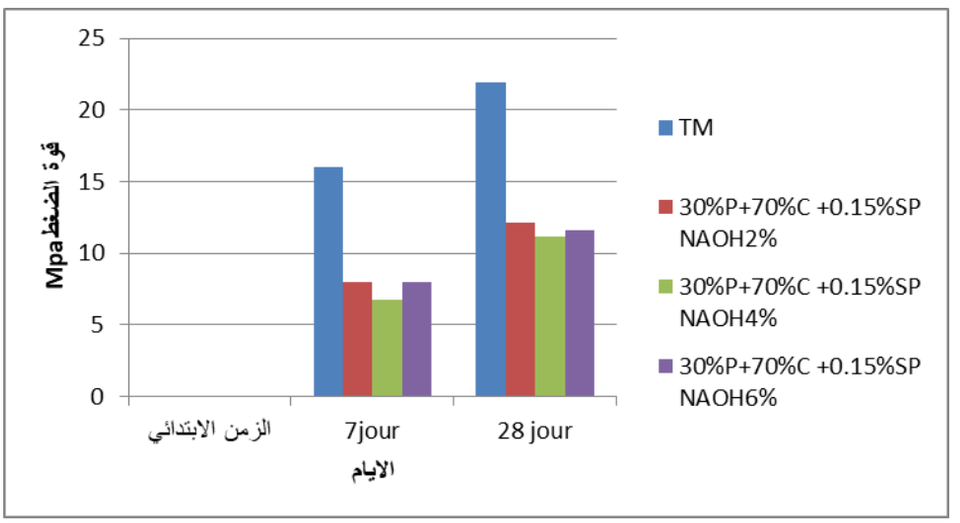
- التركيبة 30%P+70%C+0.15%SP :

التركيبة	التركيز	الزمن الابتدائي	7jour	28 jour
TM		0	16.01	21.92
30%P+70%C +0.15%SP	NAOH2%	0	7.99	12.11
	NAOH4%	0	6.79	11.18
	NAOH6%	0	8.01	11.59

جدول رقم (IV-30) : توضح تاثير تركيز NAOH على التركيبة 30%P+70%C+0.15%SP في الضغط



منحنى رقم (IV-31) : توضح تاثير تركيز NAOH على التركيبة 30%P+70%C+0.15%SP في الضغط



اعمدة بيانية رقم (IV-32) : توضح تاثير تركيز NAOH على التركيبة 30%P+70%C+0.15%SP في الضغط

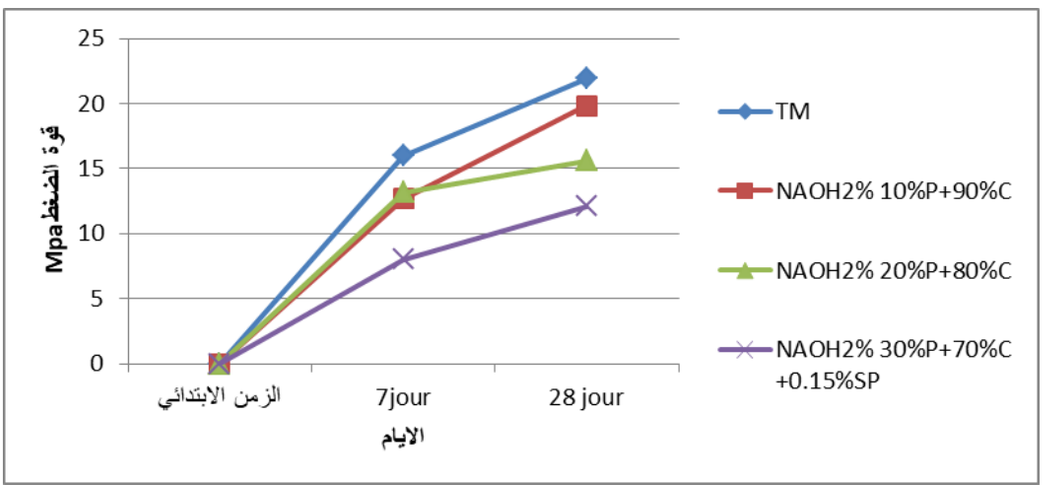
2.2.3.IV. تاثير التركيبة على مختلف التراكيز NAOH:

- التركيز NAOH2% :

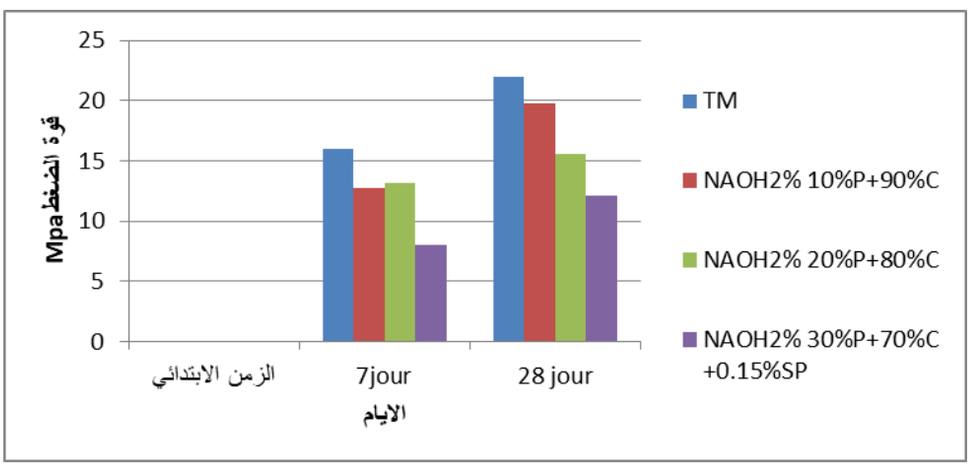
التركيز	التركيبة	الزمن الابتدائي	7jour	28 jour
	TM	0	16.01	21.92

NAOH2%	10%P+90%C	0	12.69	19.81
	20%P+80%C	0	13.18	15.62
	30%P+70%C +0.15%SP	0	7.99	12.11

جدول رقم (IV-33) : توضح تاثير التركيبة على التركيز NAOH2% في الضغط



منحنى رقم (IV-34) : يوضح تاثير التركيبة على التركيز NAOH2% في الضغط



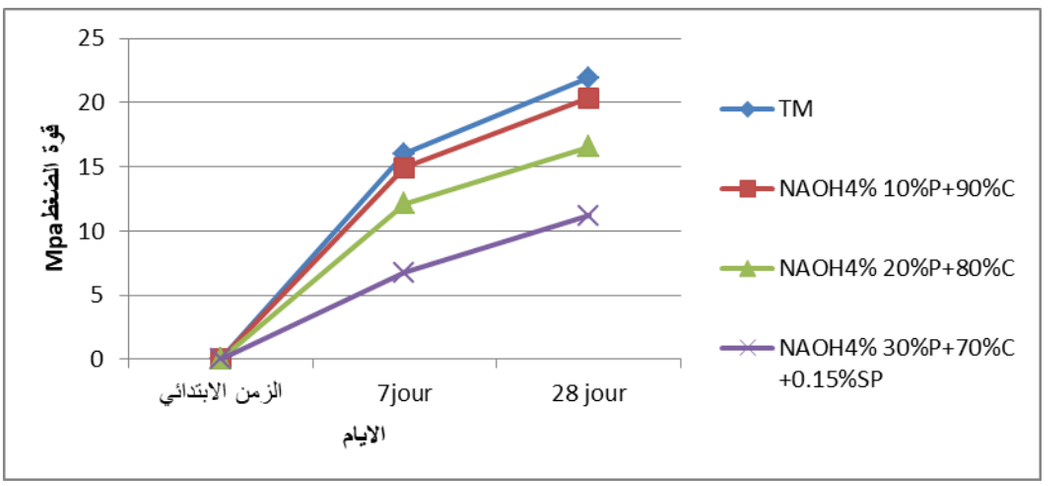
اعمدة بيانية رقم (IV-35) : يوضح تاثير التركيبة على التركيز NAOH2% في الضغط

- **التركيز NAOH4% :**

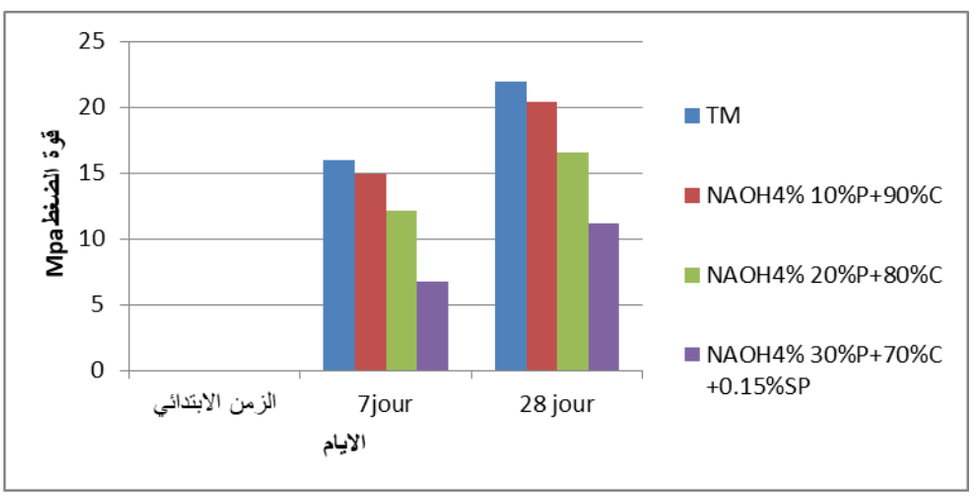
التركيز	التركيبة	الزمن الابتدائي	7jour	28 jour

	TM	0	16.01	21.92
NAOH4%	10%P+90%C	0	14.96	20.37
	20%P+80%C	0	12.12	16.58
	30%P+70%C +0.15%SP	0	6.79	11.18

جدول رقم (IV-36) : توضح تاثير التركيبة على التركيز NAOH4% في الضغط



منحنى رقم (IV-37) : يوضح تاثير التركيبة على التركيز NAOH4% في الضغط

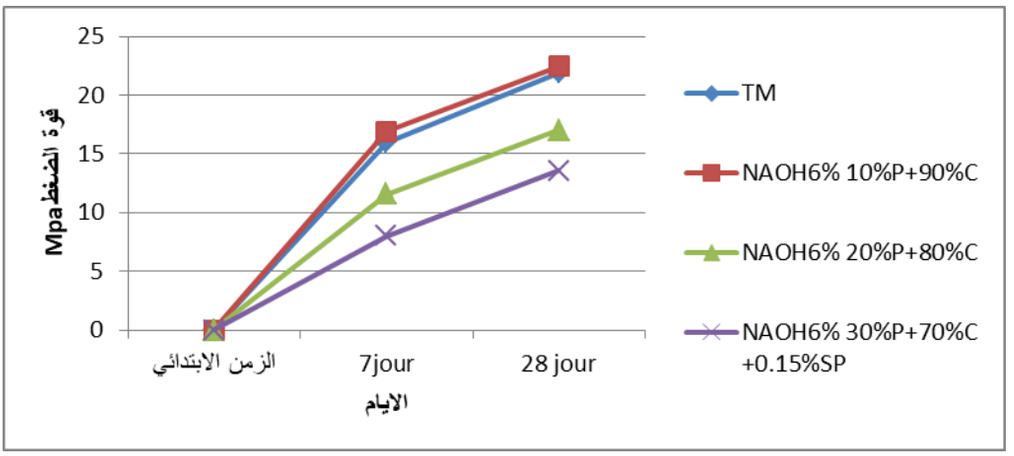


اعمدة بيانية رقم (IV-38) : يوضح تاثير التركيبة على التركيز NAOH4% في الضغط

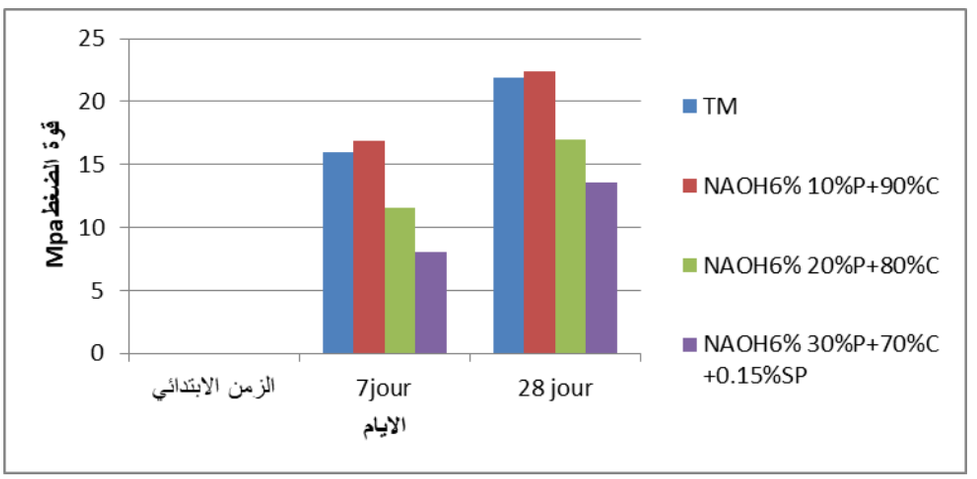
- التركيز NAOH6% :

التركيز	التركيبة	الزمن الابتدائي	7jour	28 jour
	TM	0	16.01	21.92
NAOH6%	10%P+90%C	0	16.91	22.44
	20%P+80%C	0	11.59	17
	30%P+70%C +0.15%SP	0	8.01	13.58

جدول رقم (IV-39) : توضح تاثير التركيبة على التركيز NAOH6% في الضغط



منحنى رقم (IV-40) : يوضح تاثير التركيبة على التركيز NAOH6% في الضغط



اعمدة بيانية رقم (IV-41) : يوضح تاثير التركيبة على التركيز NAOH6% في الضغط

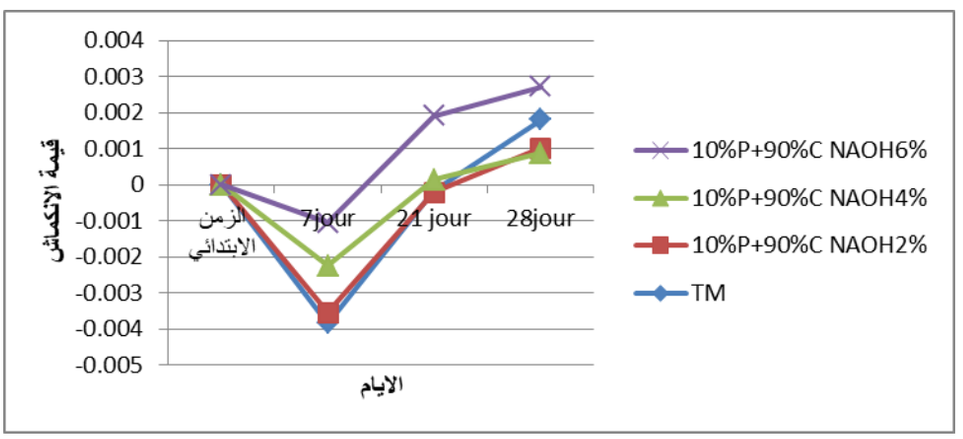
IV.3.3. نتائج تجربة الانكماش :

1.3.3.IV. تاثير تركيز NAOH على مختلف التركيبات :

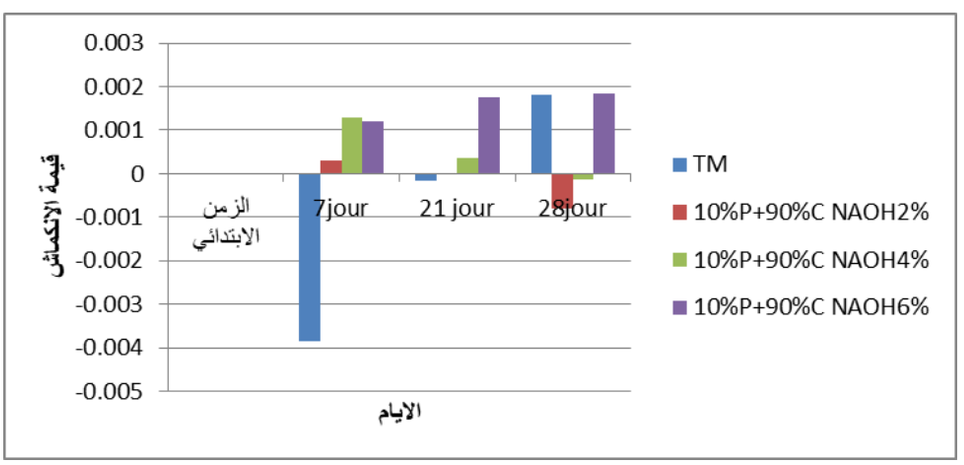
- التركيبة 10%P+90%C :

التركيبة	التركيز	الزمن الابتدائي	7jour	21 jour	28jour
TM		0	-0.00385	-0.00018	0.001806
10%P+90%C	NAOH2%	0	0.000309	-3.1E-05	0.0008-
	NAOH4%	0	0.001292	0.00035	0.00013-
	NAOH6%	0	0.001198	0.001763	0.001844

جدول رقم (IV-42): توضح تاثير التركيز على التركيبة 10%P+90%C في الانكماش



منحنى رقم (IV-43): يوضح تاثير التركيز على التركيبة 10%P+90%C في الانكماش

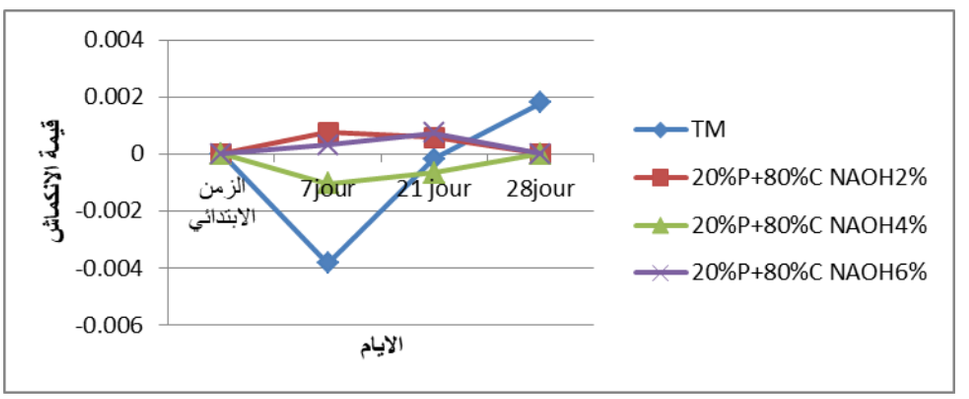


اعمدة بيانية رقم (IV-44): يوضح تاثير التركيز على التركيبة 10%P+90%C في الانكماش

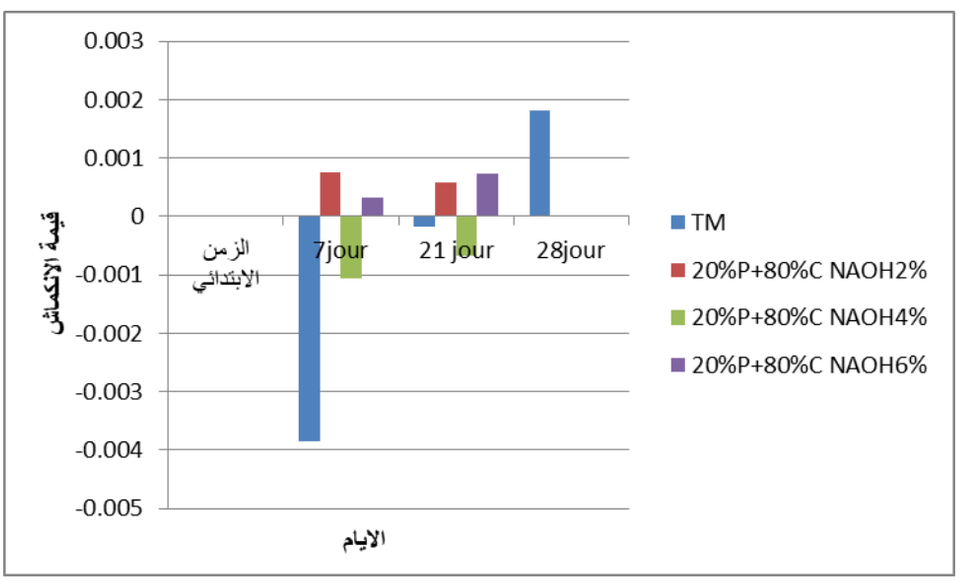
- التركيبة 20%P+80%C :

التركيبة	التركيز	الزمن الابتدائي	7jour	21 jour	28jour
TM		0	-0.00385	-0.00018	0.001806
20%P+80%C	NAOH2%	0	0.000752	0.000581	-0.004689583
	NAOH4%	0	-0.00105	-0.00068	-0.001304166
	NAOH6%	0	0.000313	0.000731	-0.00009166

جدول رقم (IV-45): توضح تاثير التركيز على التركيبة 20%P+80%C في الانكماش



منحنى رقم (IV-46) : يوضح تاثير التركيز على التركيبة 20%P+80%C في الانكماش

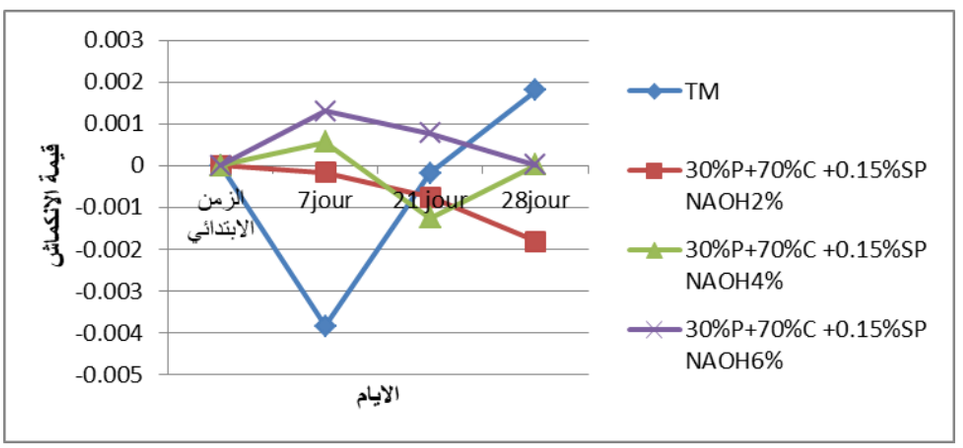


اعمدة بيانية رقم (IV-47) : يوضح تاثير التركيز على التركيبة 20%P+80%C في الانكماش

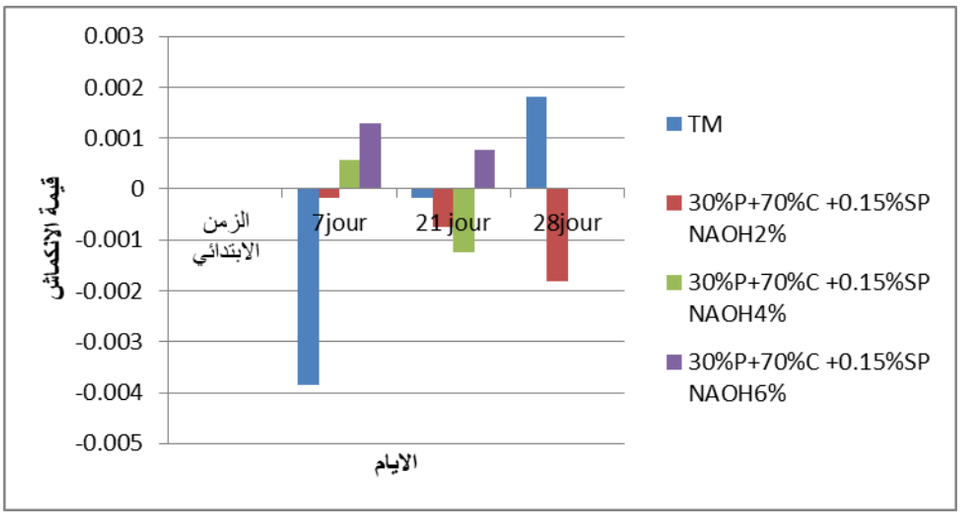
- التركيبة 30%P+70%C +0.15%SP:

التركيبة	التركيز	الزمن الابتدائي	7jour	21 jour	28jour
TM		0	-0.00385	-0.00018	0.001806
30%P+70%C +0.15%SP	NAOH2%	0	-0.00017	-0.00075	0.00181-
	NAOH4%	0	0.000567	-0.00125	E-051.25
	NAOH6%	0	0.001298	0.000779	E-051.67

جدول رقم (IV-48) : توضح تاثير التركيز على التركيبة 30%P+70%C +0.15%SP في الانكماش



منحنى رقم (IV-49) : يوضح تاثير التركيز على التركيبة 30%P+70%C +0.15%SP في الانكماش



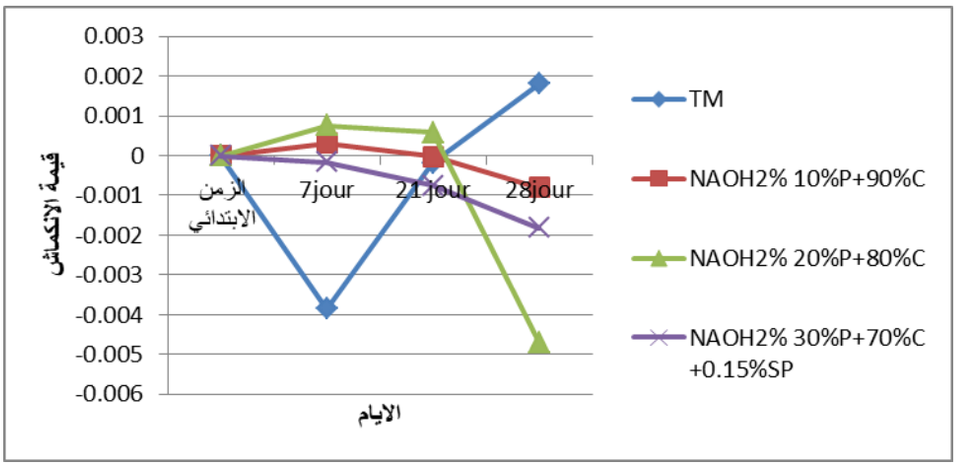
اعمدة بيانية رقم (IV-50) : يوضح تاثير التركيز على التركيبة 30%P+70%C +0.15%SP في الانكماش

2.3.3.IV. تاثيرالتركيبة على مختلف التراكيزNAOH :

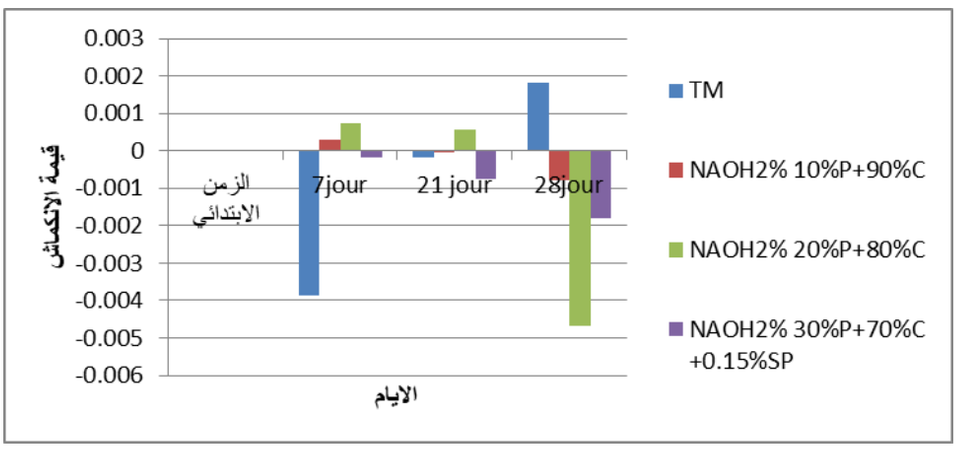
- التركيز%NAOH2 :

التركيز	التركيبة	الزمن الابتدائي	7jour	21 jour	28jour
	TM	0	-0.00385	-0.000175	0.00180625
NAOH2%	10%P+90%C	0	0.000309	-0.0000312	-0.0008
	20%P+80%C	0	0.000752	0.00058125	-0.0046895
	30%P+70%C +0.15%SP	0	-0.00017	-0.00075	-0.0018125

جدول رقم (IV-51): توضح تاثير التركيبة على التركيز NAOH2% في الانكماش



منحنى رقم (IV -52) : يوضح تاثير التركيبة على التركيز NAOH2%

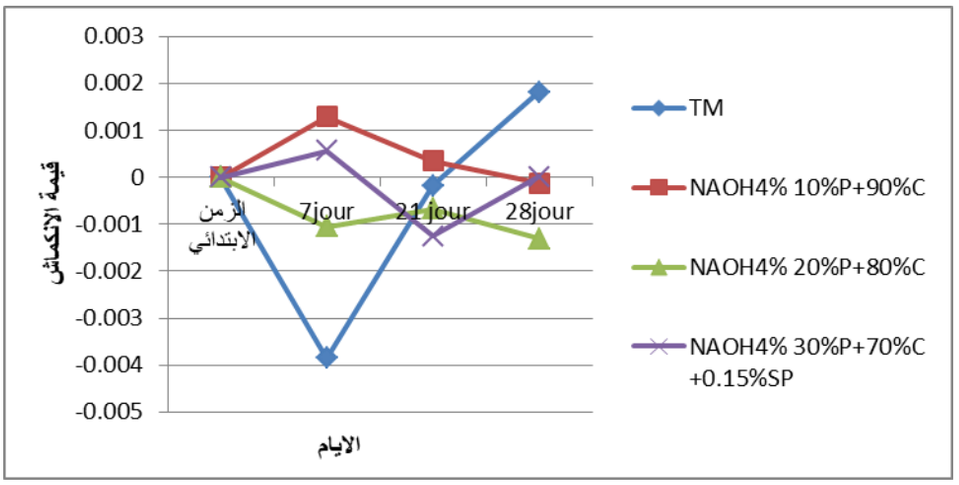


اعمدة بيانية رقم (IV-53) : يوضح تاثير التركيبة على التركيز NAOH2% في الانكماش

- التركيز NAOH4% :

التركيز	التركيبة	الزمن الابتدائي	7jour	21 jour	28jour
	TM	0	-0.00385	-0.000175	0.00180625
NAOH4%	10%P+90%C	0	0.001292	0.00035	-0.0001312
	20%P+80%C	0	-0.00105	-0.000675	-0.0013041
	30%P+70%C +0.15%SP	0	0.000567	-0.0012520	0.0000125

جدول رقم (IV-54): توضح تاثير التركيبة على التركيز NAOH4% في الانكماش



منحنى رقم (IV-55) : يوضح تاثير التركيبة على التركيز NAOH4% في الانكماش

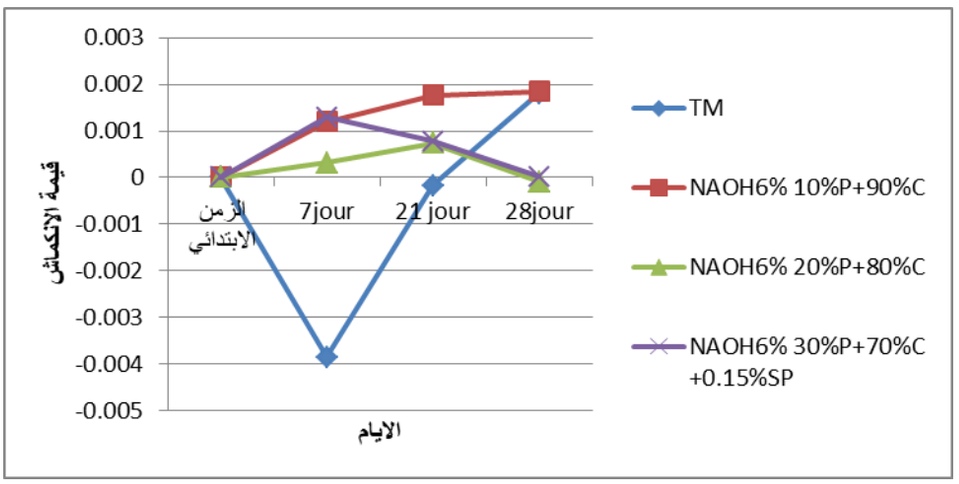
اعمدة بيانية رقم (IV-56) : يوضح تاثير التركيبة على التركيز NAOH4% في الانكماش

- **التركيز NAOH6% :**

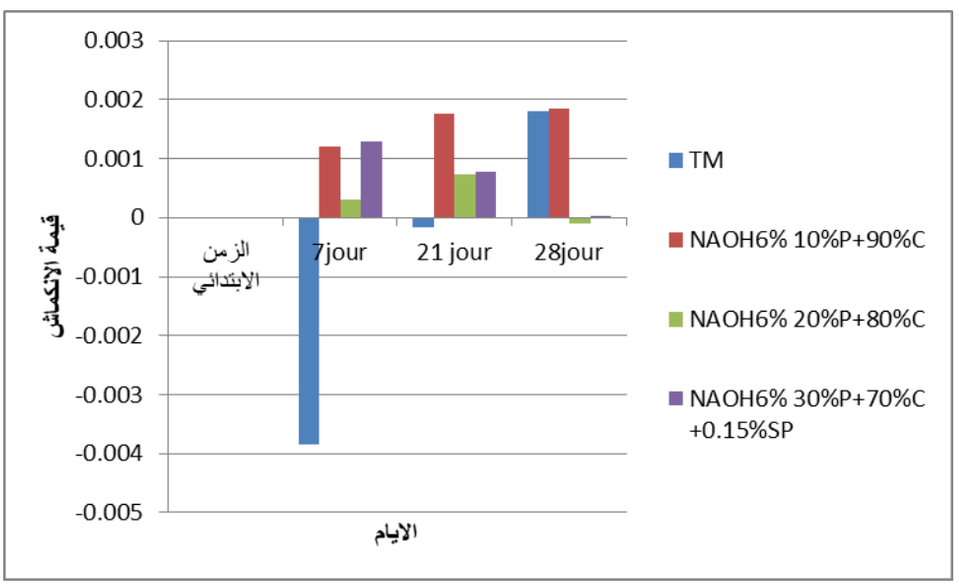
التركيز	التركيبة	الزمن الابتدائي	7jour	21 jour	28jour
	TM	0	-0.00385	-0.000175	0.00180625
NAOH6%	10%P+90%C	0	0.001198	0.0017625	0.00184375
	20%P+80%C	0	0.000313	0.00073125	-0.0000916
	30%P+70%C	0	0.001298	0.00077916	0.00001666

+0.15%SP

جدول رقم (IV-57) : توضح تاثير التركيبة على التركيز NAOH6% في الانكماش



منحنى رقم (IV-58) : يوضح تاثير التركيبة على التركيز NAOH6% في الانكماش



اعمدة بيانية رقم (IV-59) : يوضح تاثير التركيبة على التركيز NAOH6% في الانكماش

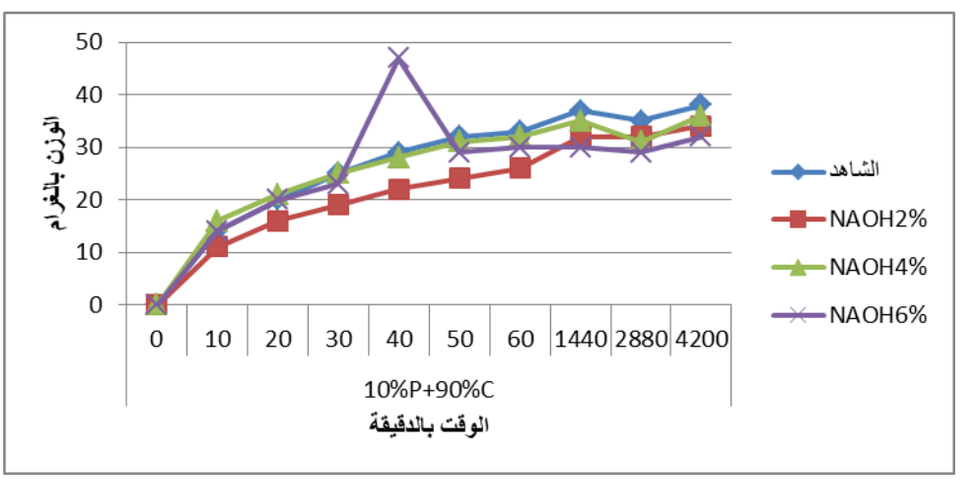
IV.4.3. نتائج تجربة الامتصاص الشعيري :

- التركيبة 10%P+90%C :

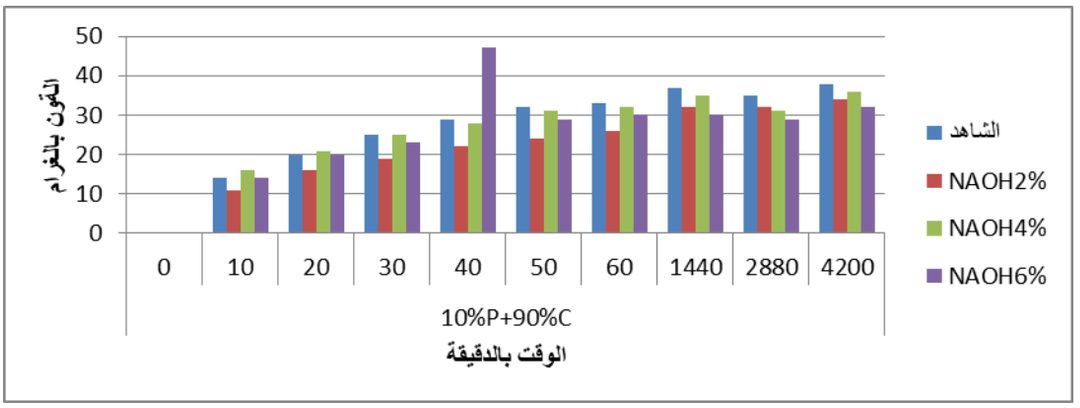
التركيبة	الوقت	الشاهد	NAOH2%	NAOH4%	NAOH6%

	بالدقيقة				
10%P+90%C	0	0	0	0	0
	10	14	11	16	14
	20	20	16	21	20
	30	25	19	25	23
	40	29	22	28	47
	50	32	24	31	29
	60	33	26	32	30
	1440	37	32	35	30
	2880	35	32	31	29
	4200	38	34	36	32

جدول رقم (IV-60): توضح تاثير الامتصاص الشعيري على التركيبة 10%P+90%C في الامتصاص الشعيري



منحنى رقم (IV-61) : يوضح تاثير الامتصاص الشعيري على التركيبة 10%P+90% في الامتصاص الشعيري

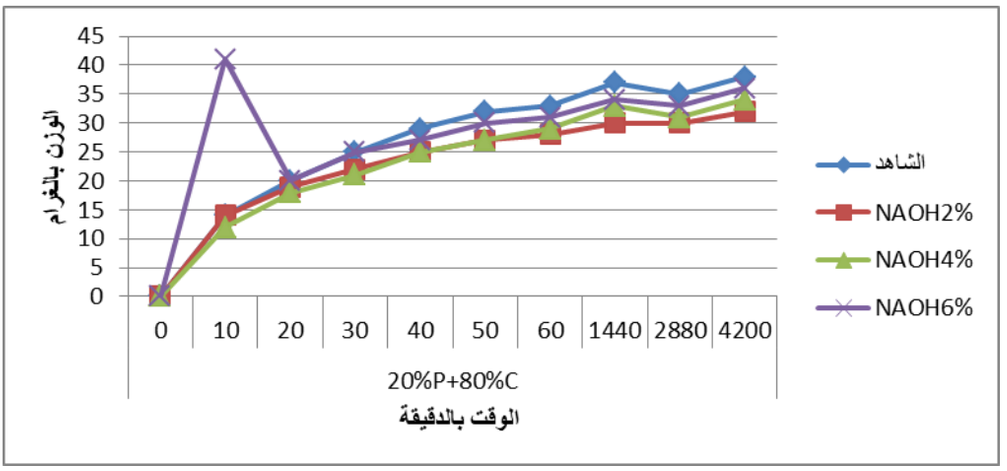


اعمدة بيانية رقم (IV-62) : يوضح تاثير الامتصاص الشعيري على التركيبة 10%P+90%C في الامتصاص الشعيري

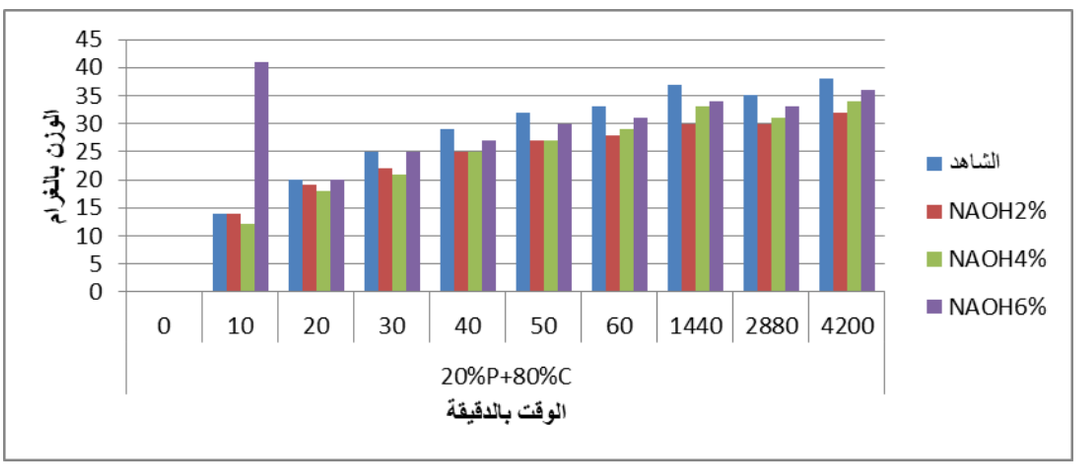
- **التركيبة 20%P+80%C :**

التركيبة	الوقت بالدقيقة	الشاهد	NAOH2%	NAOH4%	NAOH6%
20%P+80%C	0	0	0	0	0
	10	14	14	12	41
	20	20	19	18	20
	30	25	22	21	25
	40	29	25	25	27
	50	32	27	27	30
	60	33	28	29	31
	1440	37	30	33	34
	2880	35	30	31	33
	4200	38	32	34	36

جدول رقم (IV-63) : توضح تاثير الامتصاص الشعيري على التركيبة 20%P+80%C في الامتصاص الشعيري



منحنى رقم (IV-64) : يوضح تاثير الامتصاص الشعيري على التركيبة 20%P+80%C في الامتصاص الشعيري



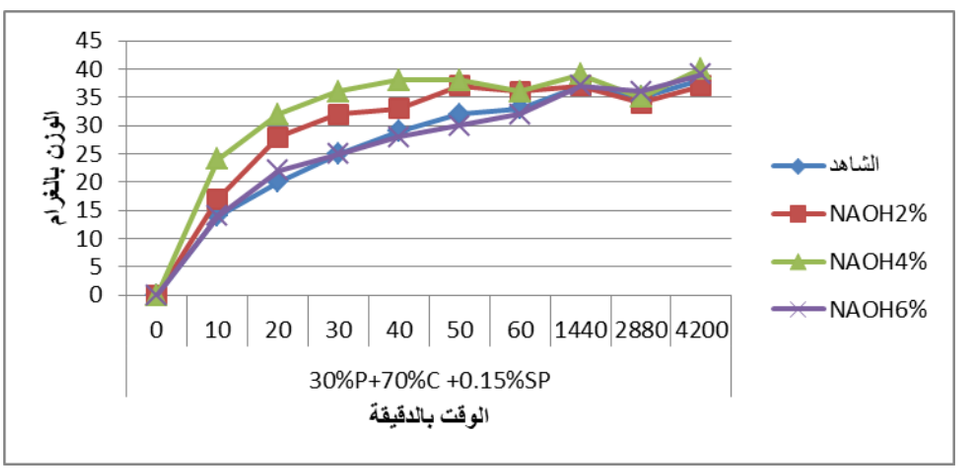
اعمدة بيانية رقم (IV-65) : يوضح تاثير الامتصاص الشعيري على التركيبة 20%P+80%C في الامتصاص الشعيري

- **التركيبة 30%P+70%C +0.15%SP:**

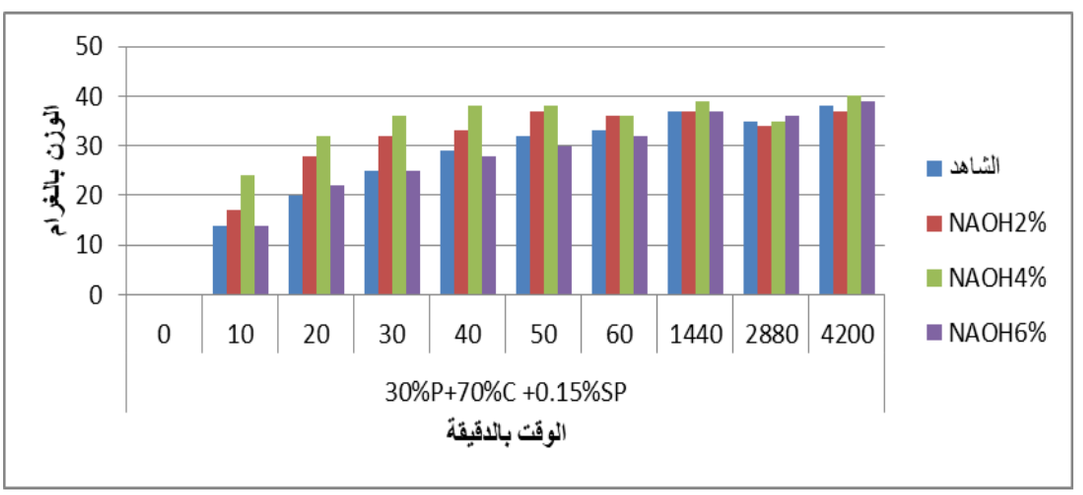
التركيبة	الوقت بالدقيقة	الشاهد	NAOH2%	NAOH4%	NAOH6%
30%P+70%C +0.15%SP	0	0	0	0	0
	10	14	17	24	14
	20	20	28	32	22

	30	25	32	36	25
	40	29	33	38	28
	50	32	37	38	30
	60	33	36	36	32
	1440	37	37	39	37
	2880	35	34	35	36
	4200	38	37	40	39

جدول رقم (IV-66) : توضح تاثير الامتصاص الشعيري على التركيبة P+70%C 30%+0.15%SP في الامتصاص الشعيري



منحنى رقم (IV-67) : يوضح تاثير الامتصاص الشعيري على التركيبة P+70%C 30%+0.15%SP في الامتصاص الشعيري



اعمدة بيانية رقم (IV-68) : يوضح تاثير الامتصاص الشعيري على التركيبة P+70%C 30%+0.15%SP في الامتصاص الشعيري

4.IV. منتاقشة النتائج :

1.4.IV. منتاقشة نتائج الانحناء و الضغط :

1. انه بالنسبه لتاثير تركيز naoh على مختلف التركيبات انه كلما زادت نسبه التركيز زادت المقاومه و لقد لاحظنا بالنسبه للتركيبة الاولى لقد تحسنت العينه الشاهد بنسبه تقدر 13.2% عندما تم غسلها ب 6% naoh و اما باقي النسبة فهي مقاربه للعينه الشاهد و هذا ما لاحظناه ايضا في بالتركيبه 2 حيث تحسنت المقاومه بنسبة 6.8% مقارنه بين العينه التي غسلت ب 2% و العينه التي غسلت ب 6% و يرجع هذا التحسن الي التفاعلات الكيميائيه بين محلول naoh و التركيبه الكيميائيه للرمال المعالجه بالحرارة
2. تاثير التركيبه على مختلف التراكيز : نلاحظ انه كلما استبدلنا نسبه من الاسمنت بنسبه من الرمال المعالجه كلما قلت المقاومه الا في حاله واحده و هي التركيبة 1 التي عولجت بنسبه 6% من naoh و هذا راجع الي التركيبه الكيميائيه للرمال المعالجه بالحراره حيث تفتقد الى العناصر الفعاله في مواد الربط خاصه عنصر الكالسيوم و لكن عند غسلنا لهذه الرمال بنسبه 6% naoh فقد تتحسن هذه التركيبه و تحرر بعض شوارد الكالسيوم و الشوارد الفعاله في الربط الهيدروليكي طما هو عليه الحال في الاسمنت

2.4.IV. منتاقشة نتائج الانكماش :

نلاحظ من نتائج الإنكماش في كل التركيبات وفي مختلف التراكيز أن النتائج مختلفة جذريا بحيث لم يمكن تفسيره وهذا راجع إلى عدة عوامل تقنية وأخرى موضعية فمن العوامل التقنية واجهتنا عند حفظنا للعينات في بهو الجامعة مشكلة تسرب المياه من السطح حيث أن بعض العينات قد إمتصت كميات منه في حين أن بعض العينات الأخرى لم تمتص نفس الكميات بالإضافة إلى عدم دقة جهاز الإنكماش في مخبر الجامعة نظرا لتداول الطلبة عليه وضعف بطاريته من حين إلى آخر حيث أنه لم يعطي نتائج مظبوطة .

أما الإختلاف في الناحية الموضوعية فيعزى إلى تركيبة الرمال المعالجة حراريا التي إستبدلناها بنسبة الإسمنت والتي تكون تحتوي في الغالب على كميات من الطين الذي من شأنه أن يعمل عمل الإنتفاخ الذي هو معاكس تماما للإنكماش خاصة عند تعرض العينات للماء الطارئ في المخبر.

3.4.IV. منتاقشة نتائج الامتصاص الشعيري :

نلاحظ أن ظاهرة الإمتصاص الشعيري قد إختلفت من تركيبة إلى أخرى بحسب نسبة إستبدال الإسمنت بالرمال المعالجة حراريا حيث أنه كلما زادت نسبة الإستبدال زادت نسبة الإمتصاص وهذا راجع إلى العمل الفيزيائي الذي قامت به حبيبات الرمل المعالج حراريا ذات الأقطار الأقل من أقطار الحبيبات الإسمنت ونحن نعلم أنه كلما قل قطر الحبيبات زادت خاصية الإمتصاص الشعيري وهذا ما لاحظه الكثير من الباحثين حيث أنه ليس هناك دور للتركيز(Naoh) على هذه الخاصية .

الخلاصة العامة و التوصيات :

تتواجد رمال آبار النفط المعالجة حرارياً الموجودة بكثرة في معظم حقول النفط، وخاصة حقول النفط في حاسي مسعود على مساحة كبيرة، مما يخلق مشكلة كبيرة من التلوث الضار للناس والطبيعة.
وكنقطة انطلاق، قمنا بعدة تجارب:

- تأهيل الرمل المعالج حرارياً، وعند الكشف عن تركيبه الكيميائي وجد يمكننا استخدامه كرابط واستخدامها مع الاسمنت

- حيث قمنا باستعمال نسب مختلفة من الرمال المعالجة حراريا مع الاسمنت وتتفاوت هذه النسب كما وقمنا بمعالجة هذه النسب باستخدام مادة الهيدروكسيد الصوديوم

بعد القيام بالتجارب الميكانيكية لخرسانة الرمل تحصلنا أن :

- وجدنا القيمة الاحسن لنسبة الرمال التي يمكن اضافتها هي 10 % من الرمال المعالجة حراريا ونسبت استخدام الهيدروكسيد الافضل هي 6 % حيث اعطت نتائج جد مرضية مقارنة بالشاهد في الضغط و الانحناء

ومن خلال هذه الدراسة نوصي ب :

- زيادة نسبة المعالجة بمادة هيدروكسيد الصوديوم او استخدام مادة اكثر فاعلية

- نوصي بالقيام بالتحاليل الكيميائية للرمال المعالجة بهيدروكسيد الصوديوم و مقارنتها بالرمال المرجعية الغير معالجة لمعرفة نواتج التفاعلات و مدى تأثيرها على تفاعلات اماهة الاسمنت

المراجع :

[2] تكنولوجيا حفر الابار من اعداد المهندس "محمد كمال شجاع"

[3] المفاهيم االساسية في هندسة حفر االبار Basic conceptions in drilling engineering
https://www.spu.edu.sy/downloads/files/1573333637_Lecture%201%201.pdf

[4] طرق حفر الابار

[5] كتاب drilling technology للخبير الروسي Brisinku

[6] "دليل المبتدئين في هندسة حفر الآبار النفطية " من اعداد المهندس "عباس راضي عباس"
https://docs.google.com/document/d/1KpEWWxLSiHlesWmZZexn-jiwdBpkWJCnThqoQOwKUaI/mobilebasic

[7] كتاب well design

[8] تقنية الحفر : *حفر الآبار*.

[9] عباس راضي. 2016 .دليل المبتدئين في هندسة حفر الآبار النفطية.

[11] د. ياسين صالح كريم، تقنيات حفر الآبار جامعة تكريت العراق

[12] مديرية الدراسات الإنمائية المهندسة مها لطف جمول 2019 ، الأثار البيئية للتلوث بالنفط، طبعة01 لبنان المركز الاستشاري للدراسات والتوثيق.

[14] وجيري نيف، كينيث لي، وإليزابيث إم ديبلويه،" الماء المنتج :نظرة عامة على تركيبها ومصيرها وتأثيراتها، "الماء المنتج،(نيويورك :سبرينغر نيويورك،) 2011 ، ص54 - 3 .

[15] شكوات شودري، طاهر حسين، بريان فيتش، نيل بوز، وريهان صادق،" تقييم المخاطر على صحةالإنسان للمواد المشعة التي تحدث بشكل طبيعي في الماء المنتج – دراسة حالة"، تقييم المخاطر البشريةوالبيئية :مجلة دولية 10 ، رقم 6 ، 1 ديسمبر/كانون الثاني 2004 ، ص 1171-1155

[16] صحيفة وقائع، الماء المنتج :مسرد مصطلحات النفط والغاز"، اتحاد بيئة المياه، 2018

بيركمان، بي ومارك ديشيلدز، بريدجيت باتانايك، مالا لايلز، كريستوفر إل، إيرل هاجستروم، Environmental) البيئية المطالبات مجلة ،"والفرص والمخاطر الناشئة التحديات :المنتج الماء Claims Journal) 28 (2) ، 2016 ص 122 – 39

[18] مجلة بيئتنا - الهيئة العامة للبيئة - العدد145

[19] محمد، حرق الغاز ...من عمليات استخراج البترول وتأثيراته على البيئة

[20] مقابلة مركز صنعاء مع سامي الجوهي، مهندس بيئي، 18 أغسطس/آب2020 / 01 / 04

[48] البطاقة التقنية لاسمنت مصنع الماء الأبيض بتبسة

[52]علي عبد الكريم التركي،" الانكماش اللدن للخرسانة المسلحة بالألياف"، رسالة جامعية ، جامعة

الملك عبد العزيز، 1416 ه

[59] اتحاد المهندسين العرب : الكود العربي لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية المسلحة، دمشق، سوريا، ص 06.

[60] بلة نبيل " المعالاة الحرارية لخرسانة الرمل ," جامعة محمد بوضياف وهر , الا زائر2005

[61] البطاقة التقنية للمحسن

[62] مؤيد نوري الخلف وهناء عبد يوسف ،1984, "تكنلوجيا الخرسانة"،الجامعة التكنلوجية

[65] هير ساكو ، و أرتين ليفون : إنشاء المباني ، دار الكتب للنشر والتوزيع، كلية الهندسة، جامعة بغداد، العراق، ص 22

[1] Taarkoubet.M et Bounouri.A " Etudes physico-chimiques et influence des matières premières sur la rhéologie des boues de forage" Mémoire de Master, université Abderrahmane Mira de Bejaia Algérie, 2012.

[10] Drilling fluid types

[13] http://green-studies.com/2011/11

[17] https://explore-your-land.blogspot.com/2019/10/blog-post_24.html

[21] https://www.oilysludge.com/service/Solution-2

[22] Kirkness A J. Treatment of nonaqueous-fluid-contaminated drill cuttings—raising environmental and safety standards, C. //IADC/SPE Drilling Conference. Society of Petroleum Engineers, 2008.

[23] Xu N, Wang W, Han P, et al. Effects of ultrasound on oily sludge deoiling, J. Journal of hazardous materials, 2009, 171(1-3): 914-917.

[24] Hu G, Li J, Zeng G. Recent development in the treatment of oily sludge from petroleum industry: a review, J. Journal of hazardous materials, 2013, 261: 470-490.

[25] Ball A S, Stewart R J, Schliephake K. A review of the current options for the treatment and safe disposal of drill cuttings, J. Waste Management & Research, 2012, 30(5): 457-473.

[26] Reference to the Canada Environmental Studies Research Funds Report No.166: Cuttings Treatment Technology Evaluation

[27] Kirkness A J. Treatment of nonaqueous-fluid-contaminated drill cuttings—raising environmental and safety standards, C. //IADC/SPE Drilling Conference. Society of Petroleum Engineers, 2008.

[28] Reference to the Canada Environmental Studies Research Funds Report No.166: Cuttings Treatment Technology Evaluation.

[29] Wang Lei, Wang Chao. Study on Oil Removal Technology of Oily Drill Cuttings in Offshore Oil-Based Drilling Fluids, J. Modern industrial economy and informatization, 2017(7):35-36

[30] Ball A S, Stewart R J, Schliephake K. A review of the current options for the treatment and safe disposal of drill cuttings, J. Waste Management & Research, 2012, 30(5): 457-473.

[31] https://www.petroed.com/e-learning/drilling-fundamentals/oilwell-drilling/introduction-to-drilling-fluids/

[32] Tavassoli T, Mousavi SM, Shojaosadati SA, Salehizadeh H. Asphaltene biodegradation using microorganisms isolated from oil samples. Fuel. 2012 ;93 :142–148.

[33] Al-Zahrani SM, Putra MD. Used lubricating oil regeneration by various solvent extraction techniques. J Ind Eng Chem. 2013 ;19 :536–539.

[34] Conaway LM. Method for processing oil refining waste. Continuum Environmental, Inc ; United States : 1999.

[35] Mulligan CN. Recent advances in the environmental applications of biosurfactants. Curr Opin Colloid Interface Sci. 2009 ;14 :372–378.

[36] Sean DS, Lee DJ. Expression deliquoring of oily sludge from a petroleum refinery plant. Waste Manage. 1999 ;19 :349–354.

[37] Zhang SP, Yan YJ, Li YC, Ren ZW. Upgrading of liquid fuel from the pyrolysis of biomass. Bioresour Technol. 2005 ;96 :545–550.

[38] Tan W, Yang X, Tan X. Study on demulsification of crude oil emulsions by microwave chemical method. Sep Sci Technol. 2007 ;42 :1367–1377.

[39] Yang L, Nakhla G, Bassi A. Electro-kinetic dewatering of oily sludges. J Hazard Mater. 2005 ;125 :130–140.

[40] Kim YU, Wang MC. Effect of ultrasound on oil removal from solids. Ultrason Sonochem. 2003 ;41 :539–542.

[41] Al-Shamrani AA, James A, Xiao H. Separation of oil from water by dissolved air flotation. Colloids Surf A. 2002 ;209 :15–26.

[42] Scala F, Chirone R. Fluidized bed combustion of alternative solid fuels. Exp Therm Fluid Sci. 2004 ;28 :691–699.

[43] Shi C, Shen X, Wu X, Tang M. Immobilization of radioactive wastes with portland and alkali-slag cement pastes. Il Cemento. 1994 ;91 :97–108.

[44] Ferrarese E, Andreottola G, Oprea IA. Remediation of PAH-contaminated sediments by chemical oxidation. J Hazard Mater. 2008 ;152 :128–139.

[45] Khan FI, Husain T, Hejazi R. An overview and analysis of site remediation technologies. J Environ Manage. 2004 ;71 :95–122.

[46] Liu WX, Luo YM, Teng Y, Li ZG, Ma LQ. Bioremediation of oily sludge-contaminated soil by stimulating indigenous microbes. Environ Geochem Health. 2010 ;32 :23–29.

[47] Ayotamuno MJ, Okparanma RN, Nweneka EK, Ogaji SOT, Probert SD. Bioremediation of a sludge containing hydrocarbons. Appl Energ. 2007 ;84 :936–943.

[49] ZANE Messaouda et DJEMAA Nabila, Elaboration et caractérisation d’u mortier léger par introduction de billes de polystyrène, Mémoire de fin d’études En vue de l’obtention du diplôme de Master, UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ de Bouira, 2019

[50] www.gica.dz

[51] CHERAIT Y, NAFA Z. "Eléments de matériaux de construction et essais", Collection : le livre de génie civil, Direction de la publication universitaire de Guelma, 2007

[53] STAN DARD-SAND.COM

[55] R.N. Swamya and P.S. Mangata " Influence of fiber geometry on the properties of steel fiber reinforced concrete"

[57]- NFP18- 101

[58]- NFP 18-301 «Ciments courants » , NFP 18-301,Juin 1994

[62] Flowtabletest-ConcreteSociety

[63] "Material Safety Datasheet -2"

[66] Durabilité des ouvrages en béton destinés à l'évacuation des eaux usées dans la vallée de Ouargla Bensakrane Kaoutar ،Université Kasdi Merbah de Ouargla ،Département d'Hydraulique et de Génie Civil 2012

[67] Reference to the Canada Environmental Studies Research Funds Report No.166: Cuttings Treatment Technology Evaluation.

[68]. J.M. THOUANI Nana.1999 et M. Callaud.2004 : Cours de mécanique des sols Tome I : Propriétés des sols.

[69] DAD Celia, Etude comparative de l'utilisation du sable de dune en substitution du sable de rivière : cas des mortiers normalisés, Mémoire de Fin D'études En vue de L'obtention du diplôme de Master en Génie Civil, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 2019.

[70] BS 1881-122

الملاحق :

ملحق رقم 1 : توضح مادة هيدروكسيد الصوديوم

ملحق رقم 2 : توضح الرمال البترولية المعالجه حراريا

ملحق رقم 3 : الرمال البترولية بعد معالجتها بهيدروكسيد الصوديوم

ملحق رقم 4 : المولات المستعملة في صب الخرسانة

ملحق رقم 5 : يوضح تجربة التشغيلية

ملحق رقم 6 : توضح تجربة الانكماش

ملحق رقم 7 : عينات المدروسة

ملحق رقم 8 : خلاط المستخدم في طحن الرمال البترولية