الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العـــالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي

كلية التكنولوجيا قسم الري والهندسة المدنية

مذكـــرة تخـــرج

لنيل شهـــادة المـــاستر فـــي الهندســـة المدنيـــة

تخصص: مـــواد الهندســـة المدنيـــة

تحت عنـــــــوان:

# تثمين رمال الآبار البترولية بالحرارة باستعمالها في الخرسانة


- تحت إشراف:

-بوجلخة طه نجم الدين

-بوهلال محمد فؤاد

- نمسي محمد الساسي

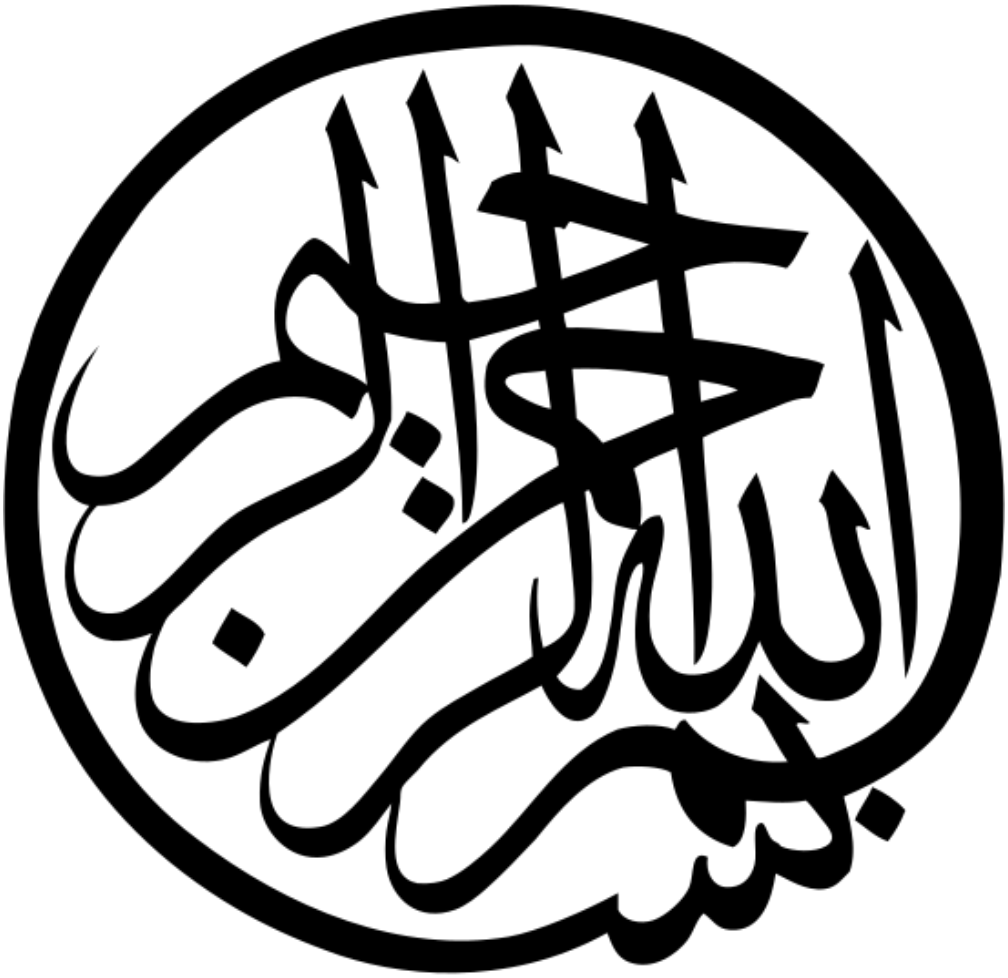
الأستـــــاذ:

-مـــاني محمد


لجنة التقييم

| الاسم واللقب | الجامعة | الصفة |
|---|---|---|
| أ.د طارق جديد | جامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي | رئيس لجنة |
| أ.د ماني محمد | جامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي | مشرفا ومقررا |
| أ.د العقبي عبد العزيز | جامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي | مناقشا |

السنة الدراسية: 2023/2022


بسم الله الرحمن الرحيم

# تشكرات

بسم الله الرحمان الرحيم

الحمد لله رب العالمين الرحمان الرحيم

والصلاة والسلام على أشرف المرسلين

وفاءا وتقديرا واعترافا منا بالجميل نتقدم بجزيل الشكر

لأولئك المخلصين الذين لم يؤلو جهدا في مساعدتنا في هذا البحث

العلمي، وأخص بالذكر الأستاذ الفاضل: الدكتور محمد ماني

صاحب الفضل في توجيهنا ومساعدتنا في تجميع المادة البحثية

كما أتقدم بجزيل الشكر الى كل من مد لنا يد العون والمساعدة

من قريب أو بعيد في إخراج هذه الدراسة على أكمل وجه

مع تمنياتنا أن تكون هذه الدراسة مفتاحا لمواصلة مزيد

من الأبحاث العلمية الجديدة

# اهداء

الحمد لله ربّ العالمين، والصلاة والسلام على صاحب الشفاعة أشرف المرسلين نبيّنا محمد و آله وصحبه الميامين ومن تبعهم بإحسان إلى يوم الدين، أمّا بعد :

أهدي ثمرة جهدي المتواضع إلى أوفى خلق الله وأحبّهم إلى قلبي، من وهباني الأمل والنشأة على شغف الإطلاع والمعرفة، ومن علّماني أن ارتقي سُلّم الحياة بحكمة وصبر، برّا وإحسانا ووفاء لهما :

أمي الغالية، نبع الحنان التي ساندتني في صلاتها ودعائها وسهرت الليالي لتنير دربي .

أبي العزيز الذي علّمني أنّ الدنيا كفاح، وسلاحها العلم والمعرفة، ولم يبخل عليّ بأيّ شيء لأجل راحتي ونجاحي .

إلى العائلة الكريمة والى زملاء الدراسة، وكل أحبابي وأصحابي، إلى كل الأشخاص الذين أحمل لهم المحبّة والتقدير وإلى كل من ساندني .

إلى كل هؤلاء أهدي هذا العمل، سائلا الله العليّ القدير أن ينفعنا به ويمدّنا بتوفيقه .

**نمسي محمد الساسي**

# اهداء

الحمد لله على إحسانه وله الشكر على توفيقه ، والصلاة والسلام على أفضل خلقه نبيينا محمد وآله وصحبه،

أما بعد :

أهدي ثمرة جهدي ونجاحي إلى أعز الناس وأقربهم إلى قلبي، اللذان كانا عونا وسندا، وكان لدعائهما المبارك أعظم الأثر في توفيقي ونجاحي :

والدتي الحبيبة، باعثة العزم والإرادة، صاحبة البصمة الصادقة في حياتي ،

والدي الغالي، السند والقوة ، الذي علمني كيف يكون الصبر طريقا للنجاح .

الى كل اهلي وأحبابي وأصحابي ، وإلى كل من شجعني ، وبعلمه نفعني .

اليهم جميعا أهدي هذا الجهد المتواضع راجيا من المولى العلي القدير أن ينفعنا به ويمدنا بتوفيقه.

**محمد فؤاد**

**ملخص:**

تعاني شركات استخراج النفط من عدة مشكال أهمها تكدس سوائل النفط الملوثة بالعناصر الضارة بالمحيط والانسان.

لقد ساعدت هذه الشركات الى معالجة تلك الرمال المختلفة أهمها الطريقة الحرارية، بعد معالجة تلك الرمال بالحرارة ترمى في الوسط دون الاستفادة منها، من المعلوم ان مناطق الواحات الجزائرية انها تعاني من قلة الرمال القابلة للاستعمال والصانعة للبناء.

أجريت عدة أبحاث عالمية تنص على استعمال أنواع من الدقائق الناعمة على انها اضافات تحسن من الهيكل الحبيبي للخرسانة. ولكن بشرط الحيادية الكيميائية او التفاعل الإيجابي مع باقي المواد.

في هذا الصدد وفي سياق هذه الفكرة ارتأينا من خلال هذه الدراسة محاولة استغلال تلك الرمال البترولية المعالجة بالحرارة كإضافات لتحسين بعض خصائص الخرسانة.

لقد أعطت إضافة 10% من رمال الابار البترولية المعالجة بالحرارة تحسن جد ملحوظ في مقاومتي الضغط والانحناء مع زيادة طفيفة في الكتلة الحجمية للخرسانة المدروسة مقارنة بالرمل الشاهد.

**الكلمات المفتاحية :** رمال الابار البترولية المعالجة بالحرارة، سائل الحفر، خرسانة الرمال، المقاومة الميكانيكية، الانكماش.

**Résumé :**

Les sociétés d'extraction pétrolière souffrent de plusieurs problèmes, dont le plus important est l'accumulation de liquides pétroliers contaminés par des éléments nocifs pour l'environnement et les personnes.

Ces entreprises ont contribué à traiter ces différents sables dont le plus important est la voie thermique. Après avoir traité ces sables par la chaleur, ils sont jetés au milieu sans en bénéficier. On sait que les zones oasiennes algériennes souffrent d'un manque de sable utilisable et de construction.

Plusieurs recherches internationales ont été menées faisant état de l'utilisation du sable des dunes dans le béton, mais à condition d'une correction granulaire.

A cet égard, dans le cadre de cette idée، nous avons envisagé, à travers cette étude، une tentative d'exploitation de ces sables pétrolifères traités thermiquement dans du béton à base de sables dunaires et de certains sables trouvés dans le désert algérien.

**Mots-clés :** sable de puits de pétrole traité thermiquement, fluide de forage, béton de sable, résistance mécanique, retrait.

**Summary:**

Oil extraction companies suffer from several problems, the most important of which is the accumulation of oil liquids contaminated with elements harmful to the environment and people.

These companies have helped to treat these various sands, the most important of which is the thermal method. After treating these sands with heat, they are thrown into the middle without benefiting from them. It is known that the Algerian oases regions suffer from a lack of usable and building-grade sand.

Several international researches have been conducted that stipulate the use of types of fine particles as additives that improve the granular structure of concrete. But on the condition of chemical neutrality or positive interaction with the rest of the materials.

In this regard and in the context of this idea, we considered, through this study, an attempt to exploit these heat-treated petroleum sands as additives to improve some properties of concrete.

The addition of 10% of the heat-treated oil well sand gave a very noticeable improvement in the compressive and flexural strengths with a slight increase in the volumetric mass of the studied concrete compared to the control sand.

**Keywords:** heat treated oil well sand, drilling fluid, sand concrete, mechanical strength, shrinkage.

**قائمة المحتويات**

**مقدمة عامة ..... 1**

**الفصل الأول: عموميات حول رمال الابار البترولية المعالجة بالحرارة**

**I.1. مدخل: ..... 3**

I.2.مواصفات حفر البئر: ..... 3

I.3.أنواع الحفر: ..... 4

I.3.1.الحفر المطرقي: ..... 4

I.3.2.الحفر الدوراني : ..... 4

I.3.3.الحفر الطاحوني أو الرحوي : ..... 4

I.3.4.الحفر باستخدام محركات مغمورة : ..... 4

I.4.سائل الحفر : ..... 4

I.4.2.انواع سوائل الحفر : ..... 4

I.4.3.وضائف سائل الحفر : ..... 5

I.4.4.مكونات سائل الحفر : ..... 6

I.4.5.التركيب الكيميائي لسائل الحفر : ..... 6

I.4.6.خصائص سائل الحفر : ..... 6

I.5. الترشيح (Filhation) : ..... 7

I.6.القوة الجيلاتينية : ..... 8

I .7. الحامضية PH: ..... 8

I. 8. حجم الرمال الملوثة المستخرجة من بئر واحد : ..... 8

I.9:التأثيرات و الأضرار على البيئة والانسان : ..... 13

خلاصة الفصل : ..... 15

الفصل الثاني: المعالجة الحرارية للرمال البترولية

II.1. المدخل : ..... 17

II.2. سياسات انبعاثات الحفر المستندة إلى النفط : ..... 18

II.3. طرق معالجة بقايا الحفر ذات الأساس النفطي : ..... 19

II.6.الامتصاص حراري: ..... 20

II.7.الاستخلاص بالمذيبات : ..... 23

II. 7.1.1.السوائل فوق الحرجة خصائص وتطبيقات فريدة: ..... 23

II.7.1.2.عملية استخراج ثاني أكسيد الكربون فوق الحرجة لاستعادة النفط : ..... 24

3.1.7.II.التحديات والبديل : استخراج الغاز المسال. ..... 24
4.1.7.II.مزايا وإمكانات استخراج الغاز فوق الحرج والمسال. ..... 24
5.1.7.II. التطورات وآفاق المستقبل: ..... 24
8.II. المعالجة البيولوجية: ..... 27
9.II. المعالجة بالحرق: ..... 28
10.II. المعالجة بالتصلب / التثبيت: ..... 29
1.10.II.عمليات التصلب والاستقرار : ..... 29
2.10.II.تنسيق التصلب والاستقرار : ..... 29
3.10.II.الفوائد والتطبيقات : ..... 29
4.10.II.القيود والتحديات :..... 30
11.II. مجفف بقايا الحفر: ..... 30
1.11.II.القيود والتحديات :..... 30
2.11.II.أنواع مجففات بقايا الحفر : ..... 31
3.11.II.فعالية معالجة مجففات الحفر : ..... 31
4.11.II.فعالية معالجة مجففات الحفر : ..... 31
12.II. الغسيل الكيميائي: ..... 32
1.12.II.فعالية الغسيل الكيميائي :..... 32
3.12.II. اعتبارا تبيئية : ..... 33
4.12.II. التأثيرات البيئية المحتملة :..... 33
خلاصة الفصل: ..... 35
الفصل الثالث: خصائص المواد المستعملة وصياغة خرسانة الرمل
1.III. مدخل:..... 37
2.III. خصائص المواد المستعملة:..... 37
2.2II.الاسمنت :..... 46
3.2.III. الماء: ..... 49
2.4.III صياغة خرسانة الرمل العادية (الشاهد ): ..... 50
III. 3.4 تجربة التشغيلية :..... 51
3.3.III تحضير وشكل العينة: ..... 53
3.lll. توضح أشكال القوالب المستعملة:..... 53
خلاصة الفصل: ..... 54

1.2.IV. تجربة التحطيم بالانحناء: ..... 56
2.2.IV. تجربة التحطيم بواسطة الضغط : ..... 57
3.2.IV. تجربة الانكماش: ..... 57
3.IV. نتائج مقاومة الضغط: ..... 58
خلاصة الفصل: ..... 61
**الخلاصة العامة والتوصيات: ..... 63**

## قائمة الجداول


الجدول(1.I) : حجم الرمال الملوثة المستخرجة من بئر واحد ..... 9

الجدول1.III: النسب المئوية للمكونات الكيميائية لرمل الآبار البترولية. ..... 37

2: الكتلة الحجمية الظاهرية والمطلقة لرمل الآبار البترولية ورمل البعاج.III.الجدول: ..... 38

الجدول3.III: النسبة المئوية المعامل امتصاص الماء. ..... 39

الجدول4.III: النسب المئوية للمكافئ الرملي (ES). ..... 39

الجدول5.III: نتائج تجربة التدرج الحبيبي للعينة الأولى 100% رمل البعاج. ..... 40

6:نتائج تجربة التدرج الحبيبي للعينة الأولى 100% رمل الآبار البترول المعالج بالحرارة.III.الجدول ..... 41

.7:نتائج تدرج الحبيبي للعينة بنسب مختلفة رمل ابآر البترول المعالج بالحرارة ورمال البعاج.IIIالجدول ..... 42

الجدول8.III: نتائج تدرج الحبيبي للعينة 10%+90% والعينة الثانية بنسب مختلفة رمل ابآر البترول المعالج بالحرارة ورمل البعاج ..... 43

الجدول 9.III:نتائج تدرج الحبيبي للعينة 20%+80% والعينة الثانية بنسب مختلفة رمل ابآر البترول المعالج بالحرارة ورمل البعاج ..... 44

جدول 10.III: معيار النعومة لكل عينة ..... 45

الجدول11.III:التحليل الكيميائي للاسمنت. ..... 48

الجدول 12.III.: المحسنات: ..... 50

الجدول 13.III: التركيبة الكيمائية للماء المستعمل. ..... 50

الجدول 14.III: صنف الخرسانة بدلالة التشغيلية. ..... 52

الجدول..15.III: نتائج تجربة التشغيلية ..... 52

الجدول..16.III :تركيبة خرسانة الرمل الشاهد ..... 53

الجدول IV. 1: نتائج مقاومة الضغط لخرسانة رمل آبار البترول المعالجة بالحرار ورمل البعاج. ... 58

الجدول IV. 2: يوضح نتائج مقاومة الانحناء لخرسانه رمل لمختلف التركيبات حسب دراسة سابقة [44] نستعملها كشاهد أول. ..... 59

الجدول IV. 3: يوضح نتائج الانكماش لخرسانه رمل لمختلف التركيبات حسب دراسة سابقة [44] نستعملها كشاهد أول. ..... 60

الجدول 3.IV: الكتل الحجمية للعينات..... 61

**قائمة الاشكال**

الشكل II. 9:صورة لجهاز SFE على نطاق المختبر. (كريستوفرروبرتجونز، 2010). ..... 26
الشكل II. 10:مخطط تدفق العملية لجهازSFE. (كريستوفرروبرتجونز، 2010) ..... 26
الشكل II. 11:مجفف القطع العمودي (MI-SWACO، 2008)..... 32
الشكل III. 1: الأداة المستعملة في تجربة المكافئ الرملي..... 39
الشكلIII.2: نتائج تجربة التدرج الحبيبي للعينة الأولى 100% رمل البعاج..... 41
الشكل III.3 :منحنى تجربة التدرج الحبيبي للعينة الأولى 100% رمل آبار البترول المعالج بالحرارة. 42
الشكلIII.4: منحنى تدرج الحبيبي للعينة 5%+95% بنسب مختلفة رمل ابآر البترول المعالج بالحرارة ورمل البعاج..... 43
الشكل III.5: منحنى تدرج الحبيبي للعينة 10%+90% والعينة الثانية بنسب مختلفة رمل ابآر البترول المعالج بالحرارة ورمل البعاج..... 44
الشكل III.6:منحنى تدرج الحبيبي للعينة 20%+80% والعينة الثانية بنسب مختلفة رمل ابآر البترول المعالج بالحرارة ورمل البعاج..... 45
الشكل III. 5:طاولة الهز لتجربة التشغيلية..... 52
الشكل IV. 1: يوضح آلية التحطيم بالانحناء..... 56
الشكل IV. 2:يوضح آلية التحطيم بالضغط. ..... 57
الشكل IV. 3: يوضح آلة الانكماش..... 58
منحنى IV. 4: يوضح مقاومة الضغط لخرسانة رمل آبار البترول المعالجة بالحرار ورمل البعاج بمختلف التركيبات..... 58
منحنى IV. 5: يوضح نتائج مقاومة الانحناء لخرسانة رمل لمختلف التركيبات حسب دراسة سابقة[45] نستعملها كشاهد ثالث. ..... 59
منحنى IV. 6: يوضح نتائج الانكماش لخرسانه رمل لمختلف التركيبات حسب دراسة سابقة [44] نستعملها كشاهد أول. ..... 60

# المقدمة العامة

## مقدمة عامة

الرمل هو المادة الأولية في صناعة الخرسانة والطوب والقرميد والحصى، ويدخل أيضا في بناء البيوت والطرقات والجسور والسدود، فهو المورد الطبيعي الأكثر استعمالاً على الإطلاق في مجال الإنشاء، ولذا قد لا يكون من المبالغة القول أن الرمل هو المادة الأساسية في بناء الحضارة الحديثة.

ساد الاعتقاد إلى وقت قريب أن هذا المورد الطبيعي وافر بغير حدود، فإن ازدياد الطلب عليه باستمرار خاصة في بداية القرن العشرين جعلنا نتفطن إلى حقيقة أنه آخذ بالنفاد وغير قابل لتجدد، فبحسب ما ذكره برنامج الأمم المتحدة للبيئة فإن الرمل والحصى المعروف باسم الركام -الاسم بالفرنسية- يستخدم بكميات أكبر من أي مادة خام على وجه الأرض باستثناء المياه ويقول البرنامج إن استخدامه يتجاوز كثيرا معدلات التجديد الطبيعية.

وفي ظل الطلب المتزايد على مادة رمل البناء لتجسيد المشاريع المنجزة في مناطق العالم المختلفة خاصة الدول النامية من جهة، وفي ظل التكدس الكبير لرمال آبار البترول المعالجة بالحرارة وما تشكّله من تلوث حقيقي وخطير على الإنسان والبيئة في المناطق الصحراوية التي تحتوي على آبار النفط من جهة أخرى.

بات من الضروري التفكير في استغلال موارد رملية جديدة تسد أو تعوض العجز الحاصل في رمال البناء، في هذا السياق ارتأينا إمكانية استخدام أحد الموارد المتواجدة بالمنطقة ألا وهي رمال آبار البترول المعالجة بالحرارة، حيث لم تتم أي دراسة معلنة إلى اليوم حول استعمالها في الخرسانة على الأقل كإضافات تحسن من الهيكل العام للخرسانة والتدرج الحبيبي للركام المشكل لها.

لقد بعض معظم الدراسات المقامة حول رمال الآبار البترول المعالجة بالحرارة على أنها متواجدة بكميات كبيرة كما اكدت الكثير من الدراسات على ان رمال البناء المحيطة بأمكن تواجد حقول النفط وأماكن معالجة رمال الحفر الناتجة عنها انها ذات نوعيات في الغالب رديئة خاصة من ناحية التدرج الحبيبي

في هذه الدراسة حاولنا المشاركة في الإجابة على السؤال حول إمكانية استغلال رمل آبار البترول في إنشاء خرسانة الرمل قصد المة في تحسين الهيكل العام لها وبالتي هالي تحسين الخصائص الميكانيكية والفيزيائية للخرسانة.

قسمنا عملنا هذا إلى أربعة فصول، تطرقنا في الفصل الأول إلى عموميات حول رمل آبار البترول وفي الفصل الثاني إلى تركيبة خرسانة الرمل من خلال جمع المعلومات قصد تحديد الخصائص الميكانيكية والفيزيائية لهذه المادة والمواد المركبة لها وإلى معرفة بعض تركيبات هذه الخرسانة.

وأما الفصل الثالث فقد عالجنا فيه خصائص المواد المستعملة في هذا البحث وصياغة خرسانة الرمل بإضافات رمال آبار البترول المعالجة بالحرارة، وبالنسبة للفصل الرابع فقد تناولنا فيه مختلف سلوك الخرسانة المدروسة من مقاومة الانحناء ومقاومة الضغط وظاهرة الانكماش.

وفي الأخير نقدم خلاصة عامة على خصائص خرسانة الرمل بإضافات رمال آبار البترول المعالجة بالحرارة تحت تأثير القوى وذلك اعتمادا على ما تحصلنا عليه من نتائج.

# الفصل الأول:

# عموميات حول رمال الآبار البترولية المعالجة بالحرارة

**1.I. مدخل:**

البئر هو فتحة عميقة يحفرها الإنسان للوصول إلى جوف الأرض ليستخرج منها سائل[1]، وآبار الماء والغاز وهي الآبار الأكثر شيوعًا، وقد يصل هذا الحفر إلى آلاف الأمتار، وذلك بواسطة أجهزة ومعدات حفر ذات تكنولوجيا عالية تسمح لها باختراق قشرة الأرض [2].

إن عملية الحفر تحتاج إلى معدات ووسائل هامة كما تحتاج إلى مواد مساعدة تسمى سوائل الحفر.

ويطلق عليه أيضا طفلة الحفر أو طمي الحفر وهو في الحقيقة عبارة عن نظام مركب من عدة مكونات مختلفة، السائلة (الماء والزيت) و/أو الغازية (هواء أو غاز طبيعي) والتي تحتوي على إضافات أخرى معدنية وعضوية (الطين والبوليمرات ومواد معدلة للتوتر السطحي (جزئيات برمائية والاسمنت) ومواد أخرى. اغلب هذه المواد تحتوي على عناصر ضارة بالبيئة والإنسان.

تم تقديم سائل الحفر فعليا في المؤتمر العالمي الأول للنفط سنة 1933م وتم نشر أول معالجة عن سوائل الحرف سنة 1936 من قبل إنفانزوريد وفي سنة 1979 عرف معهد البترول الأمريكي (APL) سائل الحفر على أنه سائل خاص بالتدوير المستمر طوال مدة الحفر داخل البئر وخارجه، يتم تحضير السائل في خزانات خاصة ويتم حقنه داخل القضبان إلى غاية رأس الحفارة الدورانية وعند خروجه من البئر محمل بالأتربة وفتات الصخور يخضع للعديد من المعالجات والغربلة والتخفيف وإضافة بعض المواد التي تقضي على الأشياء العالقة في السائل ثم إعادة ضبط خصائصه الفيزيائية والكيميائية حتى يرجع لقيمته وحالته الأصلية[3].

أما النفط أو البترول فهو كلمة بترول (petroleum) أصلها من اللغة اللاتينية وهي كلمة من مقطعين (petra) وتعني الصخر و(oleum) وتعني الزيت وتعني الكلمة باللغة العربية زيت الصخر أو الزيت الخام (للتمييز بينه وبين زيوت الخضروات وشحوم الحيوانات) كما أنه له اسم دارج هو الذهب الأسود وأحيانا يسمى نافثًا من اللغة الفارسية (نافث أو نافثًا والتي تعني قابليته للسريان). ويطلق مصطلح بترول بصورة عامة على جميع المواد الهيدروكربونية التي تتكون بصورة طبيعية، ولكن بالمعنى التجاري الضيق يطلق مصطلح النفط الخام على المواد السائلة والنفط الخام عبارة عن مواد هيدروكربونية سائلة دهنية لونها المخضر إلى البني والأصفر كما تختلف لزوجته وبالتالي كثافته النوعية أما المواد الهيدروكربونية الغازية فهي التي تشكل الغاز الطبيعي.

وقد تتواجد هذه المواد السائلة (النفط الخام) والغازية (غ ط) جنبًا إلى جنب في حوض بترولي واحد كحقول كركرك في العراق وقد تنفرد في الوجود كحقول الغاز في الجزائر. [4].

إن الرمال المستخرج من الآبار البترولية تكون ملوثة بتلك السوائل التي تحوي مركبات تشكل خطرا على البيئة والإنسان مما استدعى معالجتها بعد استعمالها، إن معالجة تلك الرمال له طرق مختلفة أهمها طريقة تصلب /استقرار.... وطريقة المعالجة الحرارية..... والذي نحن بصدد دراسته هو الرمال الناتجة عن المعالجة الحرارية.

**2.I.مواصفات حفر البئر:**

البئر يتكون من خمس مراحل كل مرحلة تمتاز بقطر الثقب وعمق المرحلة ونوع سائل الحفر المستعمل.

**3.I.أنواع الحفر:**

**1.3.I.الحفر المطرقي:**

تعتبر هاذي الطريقة الأولى التي طبقت لاستخراج المياه وكذالك النفط، ومع ان هذه الطريقة لم تعد تستخدم في الصناعة النفطية

**2.3.I.الحفر الدوراني :**

وهي الطريقة الوحيدة المطبقة حاليا في الصناعة النفطية. وفي هذه الطريقة من الحفر يتم تحطيم الصخور على قاع البئر نتيجة تأثير الحمل عمى رأس الحفر، ودوران رأس الحفر على القاع في آن واحد، فبتأثير الحملتنغرس أسنان رأس الحفر في الصخر،وبتأثير دوران رأس الحفر يتم تفتيت الصخور وعزليا عن الطبقات المتماسكة. وتوجد الطرق الآتية من الحفر الدوراني:

**3.3.I.الحفر الطاحوني أو الرحوي :**

وفي هذه الطريقة من الحفر يتم نقل الحركة الدورانية الى رأس الحفر بواسطة طاحون على السطح يدار من قبل محركات خاصة، حيث ان دوران الطاحون يؤدي الى دوران مجموعة مواسير الحفر المرتبطة معه، وبالتالي دوران رأس الحفر حيث تنتهي مجموعة المواسير بهذا الرأس.

**4.3.I.الحفر باستخدام محركات مغمورة :**

وهنا توضع محركات فوق رأس الحفر، على تدويره بمفرده، دون دوران مجموعة مواسير الحفر، وتبعا لنوع هذه المحركات توجد الطرق الاتية للحفر :

- الحفر باستخدام محركات توربينية ( عنيفة ) ( Turu Drilling ): حيث تعمل هذه المحركات بطاقة سائل الحفر الذي يضخ من خلال مجموعة مواسير الحفر
- الحفر بإستخدام محركات كيربائية:(drilling electrical )حيث تتم تغذية المحرى بالتيار الكيربائي من على السطح.

**4.I.سائل الحفر :**

**1.4.I.تعريف :**

وهو عبارة عن مائع يحتوي على مواد صلبة ومواد اخرى تضاف حسب الطبقات الارضية وحسب الحاجة.وهو ايضا يعتبر الخط الدفاع الأول في الابار النفطية.فمثلا طين الحفر وهو عبارة عن مائع يحتوي على مواد صلبة مثل ال (Binronit, Barait) ومواد اخرى تضاف حسب الطبقات الارضية وحسب الحاجة.

**2.4.I.انواع سوائل الحفر :**

لي حفر البئر يوجد عدة انواع من سائل الحفر وتصنف عادة وفقا لمرحلة العبور داخل البئر حيث هناك تقاطعات وتداخلات لمختلف الطبقات والسوائل.

✓ **سائل الحفر ذو اساس مائي :**

يعرف هاذا النوع من الحفر باستخدام الماء + الطين ويكون بمرحلتين مستمرتين وهو الاكثر شيوعا لأن تكلفته رخيصة الثمن ولا تترك أي أثر في البيئة عند استخراج تربة الحفر منيا كيتـ شحنيا اختياريا، وهي تستخدم بشكل عام لحفر الاجزاء العلوية مع البئر

واثناء عملية الحفر يتم دمج مواد التكوينات التي تم اجتيازها في الطين وبالتالي يمكن تغيير تكوينها خضائصها وهي عبارة عن حبيبات بشكل اساسي لا يتجاوز محتواها بضع غرامات / لتر من كلور صوديوم وتتكون بشكل اساسي لا يتجاوز من تعليق غرواني البتونايت الصوديوم بشكل اكثر دقة.

تستخدم هذه الطريقة لعبور المناطق اللعابية لتجنب التجاويفو تتكون من الماء والملح والمعادن الغرويات.

وتعتبر هذه من اكثر الانواع شيوعا واستخداما ايضا ويرجع ذألك الي المميزات التي تتمتع بها هذه الطفلة عن جميع الانواع الأخرى والمتمثلة في انها رخيصة الثمن ويمكن الحصول عليها بسهوله كما انها غير ملوثه للبيئة ويمكن التخلص منها بسهوله ولأتترك اثرا بيئا يذكر وايضا تتميز بسهوله التعامل معها علي طبليه الحفر من قبل العاملين علي ربط وانزال عمود الحفر داخل البئر لكن تتمثل العيب الوحيد فيها انها لا يمكن استخدامها في حاله الاقتراب من المصيدة التي يوجد بها الزيت حيث انها طبقا للكثافة فأنها تعمل علي افساد خزان الزيت وتترسب بقاعه الامر الذي يحتاج الي عمليات فصل للزيت عن الماء مما يزيد من كلفه تكرير المواد البترولية.

✓ **سائل الحفر ذو سائل زيتي :**

هو السائل التي يتم استبدال الماء المخلوط مع طين الطفلة بالزيت ليتم انتاج طفله مستحلبه بالطين ويتميز هذا السائل بخصائص جميله وبكفائه عالية جدا لكنه يعتبر غالي التكلفة اذا ما قورن باستخدام المياه ولكن يوجد بعد العيوب في هذا السائل.

- يصعب التخلص من السائل بعد انتهاء عمليات الحفر حيث تكون الماء سهله جدا في عمليات التخلص منها لكن الزيت يمكن ان يتسبب في التلوث البيئي خصوصا في عمليه الحفر في البحار والمحيطات.
- كلفه الحفر باستخدام الطفلة ذو الاساس الزيتي مرتفعة جدا اذا ما قورنت ب الطفلة ذو الاساس المائي نظرا لارتفاع تكلفه الزيت عن الماء.
- صعوبة التعامل مع الطفلة ذو الاساس الزيتي مما يعرض العاملين علي طبليه الحفر لخطر الانزلاق عند التعامل علي ربط أنابيب الحفر.
- خطر الحريق تعتبر هذه هي اخطر العيوب الموجودة في الطفلة ذات الاساس الزيتي حيث تكون معرضه بشده لخطر الحريق وفي بعض ابراج الحفر ينصح جميع العاملين بعدم التدخين بجانب خزانات وجود الطفلة.

✓ **انواع اخرى من السوائل :** مثل الهواء و المستحلب.

وتستعمل كل منها حسب كلفتها وتوفرها وحسب الحاجه ولكل منها خواص وفوائد معينة.

**3.4.I.وضائف سائل الحفر :**

- استمرار التدوير وتنظيف قاع البئر من الفتات الصخرية.
- منع تدفق السوائل من التكوينات المحيطةبالبئر.
- تبريد وتزييت راس الحفر

- تقليل تأثير الاحتكاك بين قاع البئر واراس الحفر.
- السيطرة على الضغوط.

**I.4.4.مكونات سائل الحفر :**

- **الباريت ( Barite ) :** وهو معدن مركب من كبريتات الصوديوم (Ba SO4) من BA0 و 34.4 من SO3، حيث يستعمل لزيادة وزن الصقلة او سائل الحفر بمعنى زيادة الكثافة
- **البنتونيت :** وهو يتواجد في الطبيعة على شكل سيلكيات الالمنيوم المائية (H2O،4Sio2 ،(Al2O3 ، ويستخدم لزيادة لزوجة سائل الحفر او الطفلة وتقليل ترشح الماء وتمتاز هذه المادة بقابلية التميئو.
- **كاربوسي مثيل السيلليوز ( Methyl- Cellulose ):** هو مادة عضوية واحد مشتقات السيللوز ومرتبطة ببعض مجموعات الهيدروكسيل صيغته الكيميائية هي (CH2-CO2H ) وهو يستعمل للسيطرة على ترشح الماء
- **النشاء ( Starch ) :** وصيغته الكيميائية(n (C6 H10 O5 وهي مادة مقللة لترشح السوائل وخاصة في الطبقات ذات المياه المالحة والمشبعة
- **هيدروكسيد الصوديوم (Na OH):** ويستعمل للتخلص من تاثير أيون الكالسيوم على الطفلة وثاني أيون الكالسيوم خلال حفر الطبقات حيث هذه المادة تقلل من ال PH وترفع اللزوجة والقوة الجيلاتينية
- **الصودا الكاوية (Cousticpotash) :** هي مادة صيغتها الكيميائية NaOH حيث تقوم هذه المادة على بالسيطرة على قاعدية سائل الحفر وتمنع تجمع الجزيئات ومنع تفسخ المواد المكونة لبقية المواد المستعملة.
- **المواد المزيتة :**مثل النفط الخام وهو عبارة عن هيروكربونات مشبعة لها تراكيب حلقية تتألف من خمسة الى سبع ذرات كربون ولهذه المركبات الصيغة العامة Cn H2n

**I.5.4.التركيب الكيميائي لسائل الحفر :**

التركيبة الكيميائية لسوائل الحفر المستعملة بمختلف أنواعها هي على حسب اكتشافها وتطورها من خلال احتكاكها مع الطبقات المختلفة وأيضا عملية التدوير فانه يحتوي على العديد من المواد الكيميائية الخطيرة التي تتأثر بيها البيئة على غرار التلوث وتضرر التربة ومن اهمهم :

1. كلور الصوديوم (Na Cl) بنسبة لا تتجاوز بعض الغرامات في اللتر
2. بنتونيت ( coloidale d'argil ) بنسبة تتراوح من 30 الى 70 غ التر
3. Colloidesmineraox( Attapulgite )
4. Colloides Organiques
5. سوائل معدنية وعضوية ( الجير – والصودا )[10]

**I.6.4.خصائص سائل الحفر :**

تعتمد دراسة خصائص سائل الحفر بشكل عام على عدة معايير أهمها :

الكثافة، اللزوجة، الترشيح، الحامضية، القاعدية.

**أ- الكثافة :**

الكثافة او الوزن - وزن السائل / الحجم الكثافة ( mud weight )

ان طريقة قياس الوزن عقليا تتم بواسطة جهاز ال ( mud balance ) الميزان المتوفر في مواقع الابار، وهي 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 وان مقاييس القراءة عادة 0 [11]

Gradient of pressure = ( psi / ft )

Sp.gr.=(ib/ft3)/62.3=(ib/gal)/8.33=(gm/cm3)/1

**ب - اللزوجة (viscosity) :**

هي مقاومة السائل الداخلية للجريان ، وان وسيلة قياس اللزوجة السهلة والمتيسرة في المواقع الابار، والتي تمكن العاملين على المواقع بقياس اللزوجة الظاهرية تتكون من قمع مارشال (marshel funnel) ووعاء قياس (measuring cup)، وطريقة القياس بملأ القمع الى مستوى المنخل الموجود في أعلاه (1500CC ) ومراقبة نزول لتر واحد من الماء بالثواني، ويشار الى عدد الثواني باللزوجة، وتكون لزوجة الماء (28 ثانية).

اما طريق قياس اللزوجة التي يعتمد عليها لمعرفة سبب ارتفاع او انخفاض اللزوجة والتي على ضوئها تتم معالجة سوائل الحفر وهي باستعمال ( fann V-G meter)، ومن خلالها تتمكن من معرفة اللزوجة البلاستيكية (P.V.) ونقطة المطاوعة ((Yield point (yp)، وتكون بوضع الطين في وعاء الى حد معين وغمر الجزء الدوار من الجهاز في الطين الى علامة معينة ثم تشغيل الجهاز على سرعة (600 دورة / دقيقة ) واخذ القراءة، ثم تحويل السرعة على (300 دورة / دقيقة ) واخذ القراءة وتكون الحسابات كالتالي :

**ج - اللزوجة البلاستيكية (plastic viscosité):**

هي اللزوجة الناتجة من الاحتكاك بين جزيئات الطين وجزيئات الماء مع جزيئات المواد الصلبة او جزيئات الماء مع بعضها او جزيئات المواد الصلبة مع بعضها، وان ارتفاع اللزوجة بلاستيكية يعني ارتفاع نسبة المواد الصلبة لذا فأنها عند ارتفاع لزوجة الطين الظاهرية نتيجة لارتفاع لزوجة البلاستيكية وتكون معالجة الطين بمحاولة تقليل نسبة المواد الصلبة، وذلك بتشغيل أجهزة فصل المواد الصلبة ويجب ان تكون بكفاءة عالية، وهي المنخل الهزاز وعازل الرمل وغيرها او بتخفيف الطين باستعمال الطين جدي وهي المسؤولة أيضا عن إمكانية نقل الفتات السخري من قاع البئر الى المنخل الهزاز وكذلك إبقاء سوائل الحفر متماسكة عند تعرضها الى أي مؤشر خارجي، وأيضا إبقاء سوائل الحفر بصورة عالقة عند دورتها او حتى عند بقائها ساكنة دون تحريض، ان تقليل اللزوجة عن القيم المسموح بها تؤدي الى مشاكل عديدة منها عدم قدرة السائل على رفع ونقل الفتات السخري كما ان الزيادة في اللزوجة تؤدي الى مشاكل تكور الفتات السخري حول اسنان الحافرة مما يؤدي الى زيادة زمن اختراق طبقات وحفر البئر وكذلك تقصير عمر الحافرة ويتم التحكم في هذه الخاصية عن طريق تحكم بكمية مادة البنتونيت المضافة الى سائل الحفر[11].

**I.5. الترشيح (Filhation) :**

فقدان السوائل من الطين نتيجة للترشيح تكون السيطرة عليه في البئر، بتكون كعكة الطين معدومة النفاذية نتيجة لترسب المواد الصلبة والمواد الكيمياوية الأخرى مثل ال (cmc, starch) وغيرها، ويعتمد الراشح على عوامل أخرى مثل الوقت والضغط ودرجة الحرارة.

**6.I.القوة الجيلاتينية :**

تستخدم عادة في سوائل الحفر للمساعدة في زيادة اللزوجة و الإستقرارية وتحسين قدرة السائل على احتفاظ بالجسيميات المعلقة. تتأثر هذه الخصائص بعوامل عديدة مثل نوع الجيلاتين وتركيزه ونوع السائل المستخدم.يمكن ان تساعد القوة الجيلاتينية في منع تسرب المواد الغير مرغوب فيها وتحسين عملية الحفر.

وتعمل القوة الجيلاتينية على الاحتياجات وهذه بعض منها :

-نسبة الرمل {Sand Content}.

-الراشح ( API-Filtrate)

-API – High Temperature – High. Pressure Filtrate

-كمية المواد الصلبة والسوائل في الطين : (Retort)فصل الماء، فصل الزيت، وتبقى المواد في الصبة في الوعاء وتقاس القوة الجيلاتينية بجهاز (viscometer) ويقاس على مرحلتين، القوة الجيلاتينية الابتدائية بعد اول pعشر ثواني والقوة الجيلاتينية بعد عشر دقائق وتكون كيفية القياس بعد الانتهاء من قراءة (300دورة/دقيقة) و (600دورة/دقيقة) ثم إيقاف الجهاز لمدة عشرة ثواني ثم إيقاف الجهاز لمدة عشرة دقائق وقراءة اقصى انحراف للمؤشر، وهي القوة الجيلاتينية خلال عشر دقائق وتكون وحدة القوة الجيلاتينية ($IB/100\ ft^2$). وتكون معالجة ارتفاع القوة الجيلاتينية لمحتويات غير طبيعية بنفس أساليب معالجة نقطة المطاوعة (Y.P.). [المرجع]

**I .7. الحامضية PH:**

تعتبر الحامضية في طين الحفر من اهم العوامل التي تؤثر على جودة الحفر وانتاجيته، وتعرف الحامضية في طين الحفر على انها قدرة الطين على التفاعل مع ايونات الهيدروجين الموجودة في حلول الحموض. ويتم قياس مستوى الحامضية في طين الحفر بواسطة مقياس الحموضية PH meter وتكون قيمة PH بين 0-14،حيث يعتبر الطين حمضيا اذ كانت قيمة ال PH اعلى

من 7، ويعتبر محايدا PH تحت 7، ويعتبر قلويا اذ كانت القيمة تساوي 7. وتؤثر المستويات الحامضية في طين PH اذا كانت قيمة الحفر في على عدة عوامل مثل قدرة الطين على التحمل ريولوجي (المرونة) والاستقرار الكيميائي في الحفر وعدم تآكل اسطح المعدات في عملية الحفر.

**I. 8. حجم الرمال الملوثة المستخرجة من بئر واحد :**

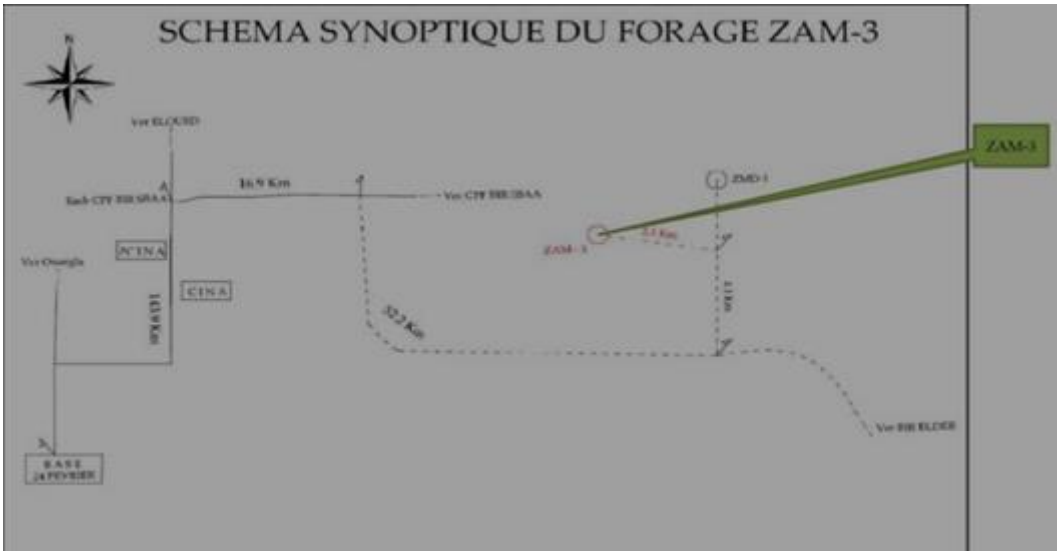
ان الرمال المستخرجة من رمال البترول جراء عملية تعتبر كمية كبيرة لا يستهان بها من ناحية الحجم و ولكن يبقى المشكل الوحيد في تلوث هذه الرمال بواسطة سائل الحفر الذي يساعدنا في عملية الحفر واستخراج الرمال والجدول الآتي يبين حجم هذه الرمال المستخرجة من بئر واحد فقط، للطبقات المحفورة بسائل الزيتي.

**ملاحظة :** يتم حساب حجم سائل الحفر (لابور labour) في هذا البئر كالتالي :

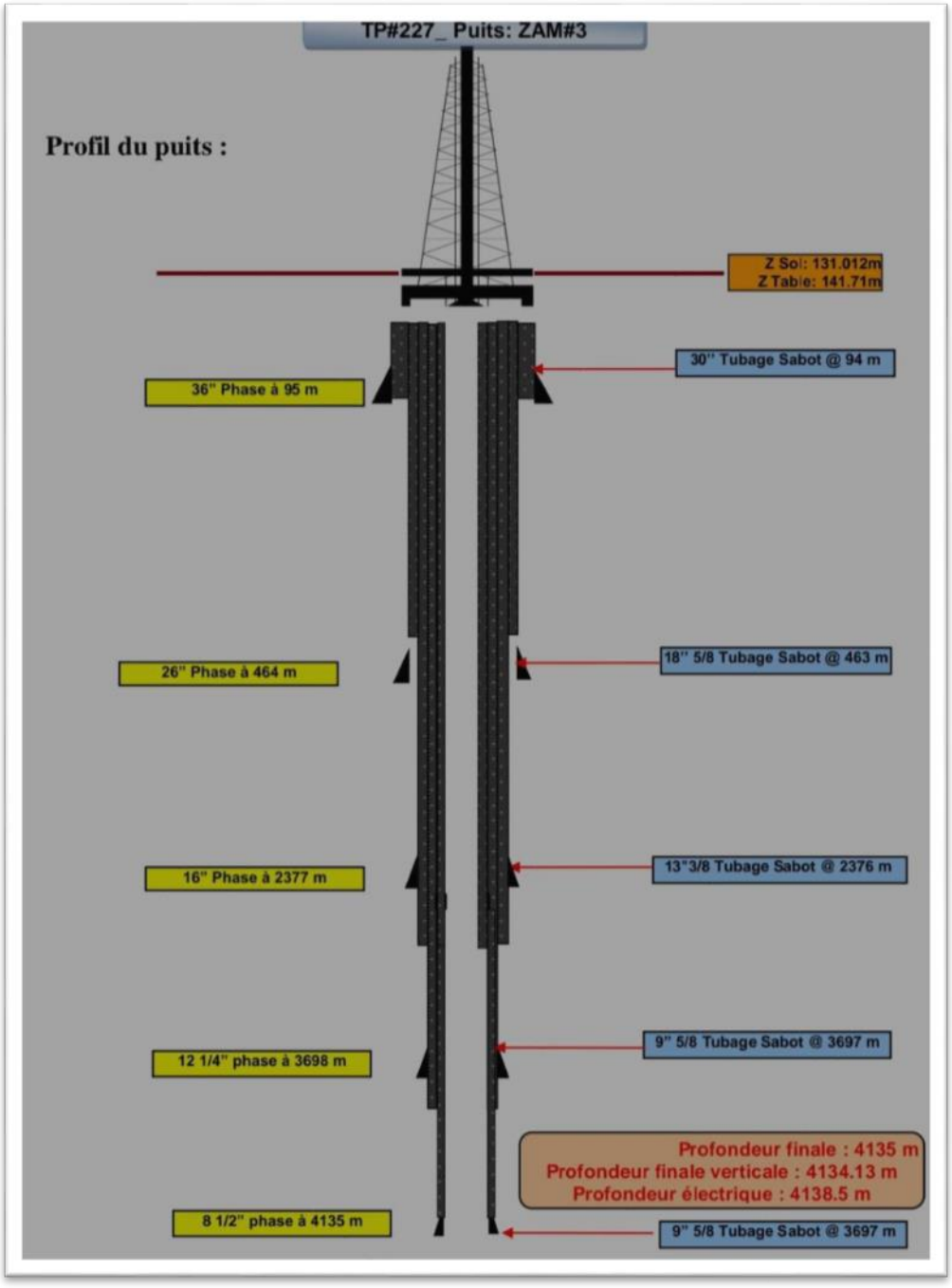
حجم الرمال الملوثة المقدر ب : 728.82=2x364.41 متر مكعب

**الجدول(1.I) : حجم الرمال الملوثة المستخرجة من بئر واحد**

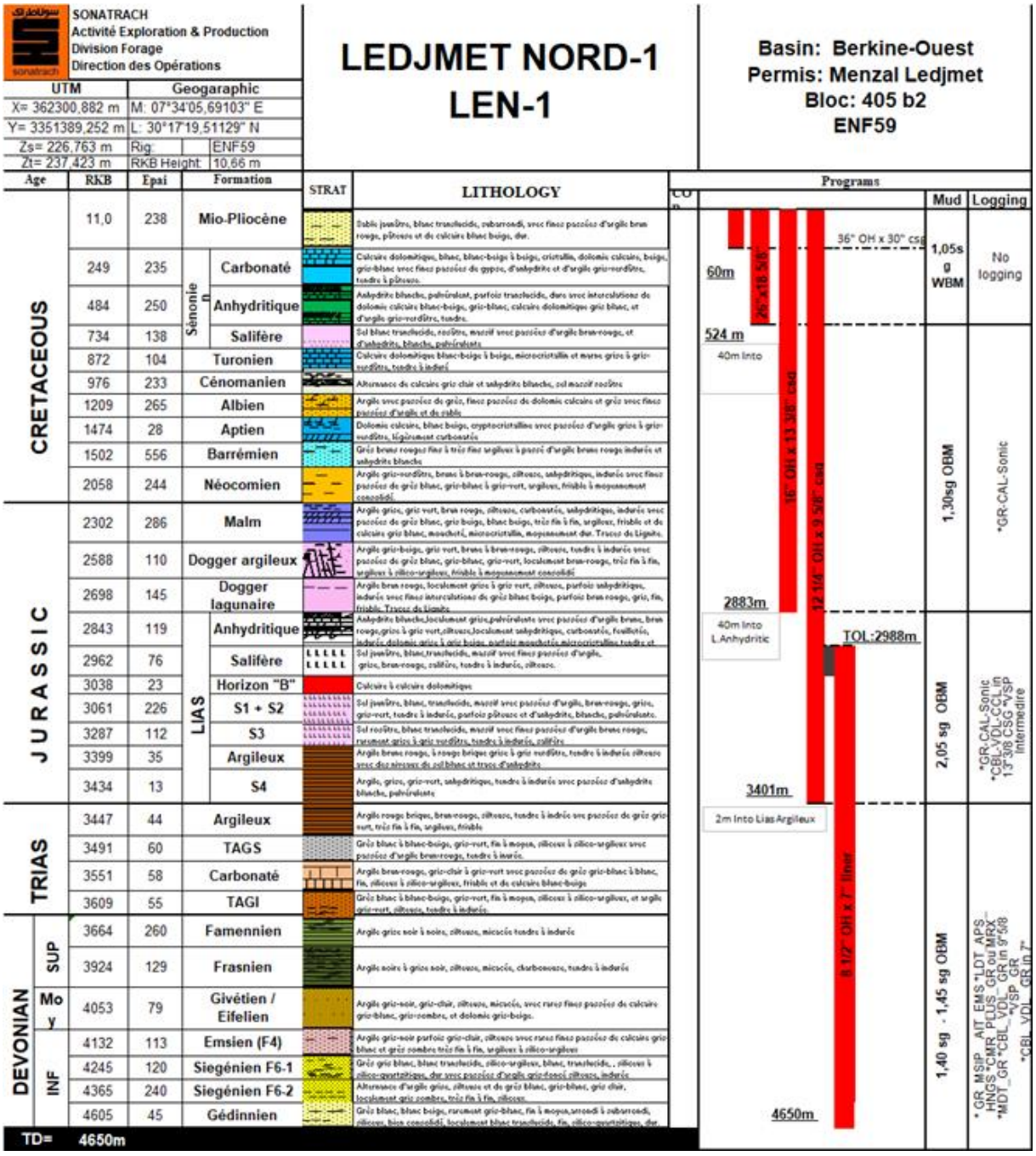
| المرحلة | القطر | العمق | الحجم |
|---|---|---|---|
| **01** | 36 | 0 الى 95م | \ |
| **02** | 26 | 95 الى 464=369م | \ |
| **03** | 16 | 464 الى 2377=1913م | 248.02$m^3$ |
| **04** | 12 1\4 | 2377 الى 3698=1321م | 100.40$m^3$ |
| **05** | 8 1\ 2 | 3698 الى 4135=437م | 15.99$m^3$ |
| | | 364.41$M^3$ | |



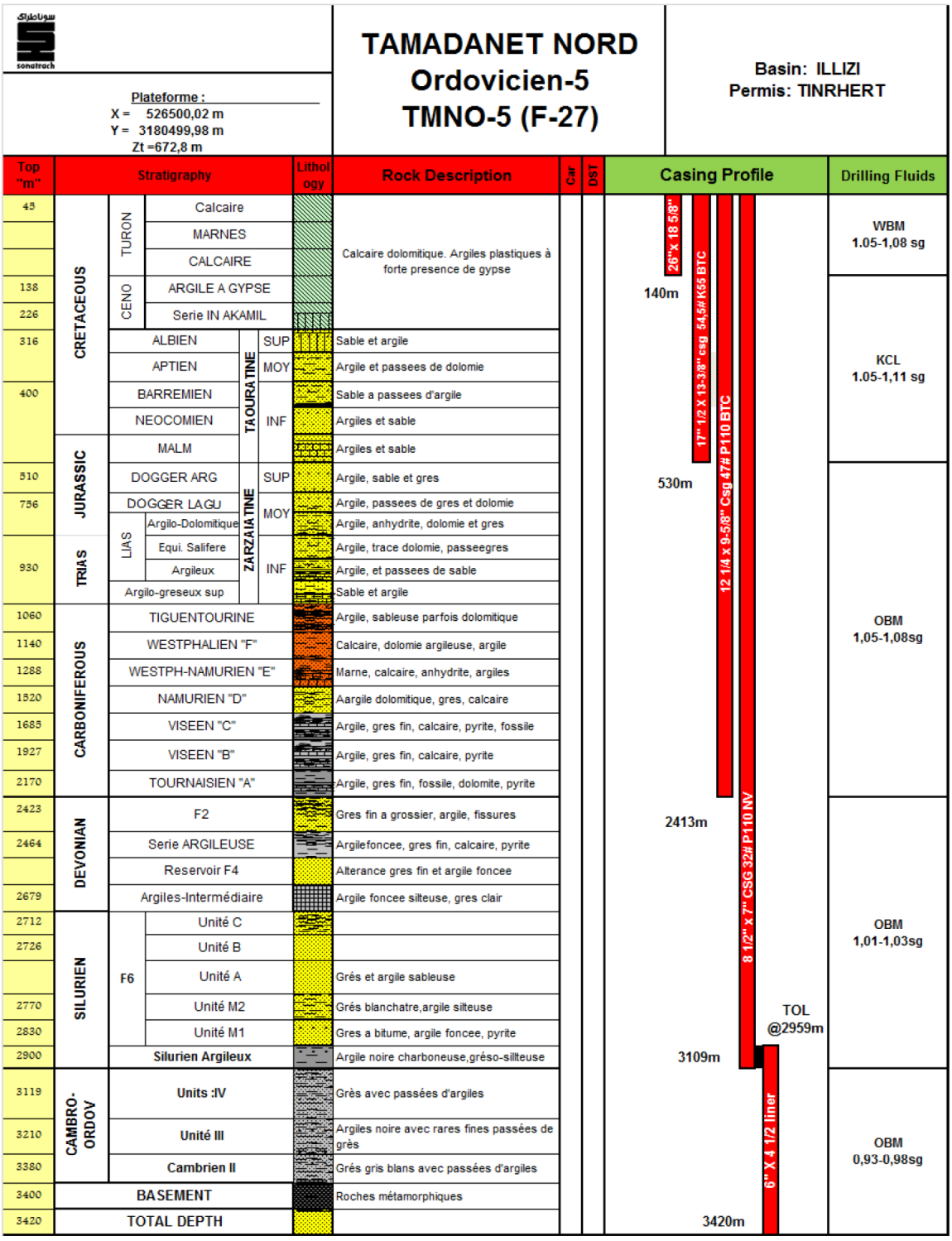

**الشكل1.I.: مخطط يوضح موقع بئر زملة احمد بن ميلود [13]**




**الشكلI.2. نموذج لحجم الرمال المموثة المستخرجة من بئر زممة احمد بن ميمود مع قنوات المنزلة[13]**




**الشكل 1.I: نموذج حجم الرمال الملوثة المستخرجة من بئر منطقة جنوب بركين.**




**الشكل 2.I: نموذج حجم الرمال الملوثة المستخرجة من بئر منطقة جنوب بركين.**

**9.I:التأثيرات و الأضرار على البيئة والانسان :**

من اجل تقييم تباين التلوث الهيدروكربوني، تم اخذ العينات 1 كجم من كل عينة، توضع في كيس بلاستيكي وتحفظ في الثلاجة في المختبر، بعض الكتل المقذوفة المختارة تتعلق بالآبار المحفوظة في تواريخ مختلفة وكانت العينات مؤخوذة على أعماق مختلفة في نقاط مختلفة.

يوضح الشكل ( 11 – 12 ) النقاط ومستويات اخذ العينات المتسلقة مع مراعاة وجود سماكة الرمال ( او غطاء ) على سطح الكتل، ثم اخذ العينات بعد ازالة سمك متوسط 1 سم من الرمل الى جانب عينات قصاصات اخرى مختارة، تم تحضير عينات التربة عن طريق خلط التربة من حقل حاسي مسعود غير الملوث مع حلول السوائل المختلفة، يتراوح حجم حبيبات التربة غير ملوثة بين 40 – 150 ميكرومتر [4].

في مجال استغلال النفط هناك مجموعة متنوعة من المواد الكيميائية تستخدم في صياغة سائل الحفر هذه المكونات ذات طبيعة مختلفة والتي تعتبر سامة وقابلة للتحليل البيولوجي، وهي معايير سيئة التحديد ونجدها ملقات في الطبيعة بالاضافة الى الهيدروكربونات (مثل الديزل) والتي تشكل السائل الزيتي الرئيسي وكذالك مجموعة من المواد الاخرى والاضافات الخاصة (المواد الخافضة للتوتر السطحي والبوليمترات...) والتي يمكن ان نجدها في موقع الحفر ولكن عادة ما يتم تخزين هذه النفايات المرفوضة في مكان يسمى المستنقع ( bourbier ) [15].

**الشكل.I.7 :صورة مستنقع قبل عملية الحفر.**

**الشكل I.8: صورة المستنقع بعد عملية الحفر**

اذا هو هذا هو المستنقع هو ملوث بالهيدروكربونات القادمة من سائل الحفر الزيتي وكذالك ملوث من معادن الثقيلة القادمة من الإضافات التي تضاف الى سائل الحفر، اذا هذا هو المستنقع الذي يشكل خطر على تلوث الأرض وما تحت الأرض ومن ثم البيئة والانساس [4].

**خلاصة الفصل :**

رمال الآبار البترولية المعالجة بالحرارة تعني أن الرمال التي تحتوي على الزيت المعدني يتم فصلها من الرمال الأخرى الناتجة عن عملية الحفر. وبعد ذلك تتم تسخين هذه الرمال الملوثة بالزيت وإذابته في خلاط من الفحم المسحوق .وتسمح هذه المعالجة للشركات المنقبة عن النفط بتحويل الرمال الملوثة إلى مادة صالحة للاستخدام في صناعة البترول، وهو الأمر الذي يساعد على اتخاذ إجراءات صحية وبيئية أفضل في مجال النفط والغاز. وعلاوة على ذلك، فإن هذه المعالجة الحرارية تزيد من نسبة الزيت المستخرجة من الرمال، وتساعد في تخفيض تكاليف الإنتاج للشركات المنقبة.

# الفصل الثاني:

# المعالجة الحرارية للرمال البترولية

## 1.II. المدخل :

مع الزيادة المستمرة في التنقيب عن النفط والغاز، سواء في الموارد التقليدية أو غير التقليدية، ارتفع ناتج حفر الحفر المستندة إلى النفط، وهو منتج ثانوي لعمليات الحفر، بشكل كبير. يتضح هذا الارتفاع في المناطق المنتجة للبترول وفي مناطق عدة مثل الجرف القاري في المملكة المتحدة (UKCS)، وغيرها من المناطق الأخرى المعنية بالحفر. حيث تنتج أنشطة الحفر البرية لشركة MI-SWACO في الجزائر وحدها ألاف من الأطنان من الرمال الملوثة النفط كل عام [1]. ومع ذلك، تم تصنيف هذه الرمال الملوثة على أنها نفايات خطرة من قبل العديد من البلدان بسبب التحديات المتأصلة التي تشكلها في التعامل معها والمخاطر المحتملة التي تشكلها على البيئة وصحة الإنسان إذا تمت معالجتها بشكل غير صحيح [2]. ونتيجة لذلك، أصبحت معالجة الرمال الملوثة بسوائل الحفر التي تعتمد على الزيت مشكلة عالمية ملحة وواسعة الانتشار [3].

لمعالجة هذه المشكلة، تم تطوير مجموعة من طرق معالجة الحفر المستندة إلى الزيت، بما في ذلك الامتصاص الحراري، واستخراج المذيبات، والتصلب أو التثبيت، والمعالجة البيولوجية، [4]. حيث برزت الإدارة الفعالة لنفايات الحفر كمصدر قلق بالغ في صناعة النفط والغاز. رداً على ذلك، قدمت العديد من الشركات مجموعة متطورة من التقنيات التي تمثل الجيل التالي من إدارة نفايات الحفر. نستكشف في هذا الجزء من البحث المكونات المختلفة والأساليب المبتكرة المضمنة في الحلول الشاملة المقترحة من عديد الشركات النشطة في هذا المجال، والذي يتضمن المكانس الكهربائية وأنظمة النقل الهوائية ومجموعة واسعة من أنظمة معالجة القطع وعملية حقن النفايات متعددة التخصصات وتقنيات الامتصاص الحراري الحاصلة على براءة اختراع. الهدف الأساسي لهذه الاستراتيجية يتجاوز تقليل النفايات؛ يهدف إلى تحويل مخلفات الحفر إلى مورد ثمين. ومع ذلك، نظرًا للتكوين المعقد لالرمال الملوثة الحفر القائمة على النفط وسياسات الانبعاثات الصارمة بشكل متزايد، فإن عددًا محدودًا فقط من التقنيات قادرة على إدارة هذه القطع التي يتم إنشاؤها في ظل ظروف معقدة مختلفة بشكل فعال.

لذلك، تهدف هذه الدراسة إلى توفير تحليل متعمق لسياسات الانبعاثات المتنوعة لعمليات الحفر التي تعتمد على النفط في المناطق الرئيسية في جميع أنحاء العالم. من خلال تسليط الضوء على الاختلافات في السياسات، سيتم تحقيق فهم شامل للمشهد التنظيمي. علاوة على ذلك، ستلخص هذه الدراسة البحثية طرق المعالجة المختلفة المستخدمة حاليًا لمعالجة الرمال الملوثة الحفر القائمة على النفط. من خلال فحص نقاط القوة والقيود الخاصة بكل طريقة، سيتم تقديم نظرة عامة شاملة على مشهد العلاج. أخيرًا، من خلال الجمع بين أمثلة المعالجة العملية لشتلات الحفر القائمة على النفط من التنقيب عن النفط والبترول، إذ أننا سنناقش اتجاهات التطوير في طرق المعالجة. سيوفر هذا الاستكشاف للتطبيقات العملية رؤى حول الاتجاهات والتطورات المستقبلية في إدارة عمليات الحفر التي تعتمد على النفط.

من خلال معالجة هذه الجوانب، تهدف هذه الدراسة إلى المساهمة في معرفة وفهم معالجة الرمال الملوثة الحفر التي تعتمد على النفط، وبالتالي تمهيد الطريق لحلول فعالة وممارسات مستدامة. في نهاية المطاف، من الضروري تطوير تقنيات مبتكرة وفعالة لمواجهة التحديات التي تفرضها عمليات الحفر التي تعتمد على النفط وضمان حماية كل من البيئة وصحة الإنسان.

**2.II. سياسات انبعاثات الحفر المستندة إلى النفط :**

تُظهر معايير الانبعاث الخاصة بقطع الحفر القائمة على النفط اختلافات كبيرة بين مختلف البلدان والمناطق. على سبيل المثال، تفرض منطقة بحر قزوين في كازاخستان معايير صارمة "للانبعاثات الصفرية"، في حين أن العديد من مناطق جنوب شرق آسيا تنظم المحتوى النفطي للعقل ليكون أقل من 10٪ [1]. تلعب سياسات الانبعاث هذه دورًا محوريًا في تحديد واختيار طرق المعالجة المناسبة لقطع الحفر القائمة على النفط. لذلك، يصبح من الضروري إجراء تحليل متعمق للسياسات التي تحكم عمليات الحفر المعتمدة على النفط في مناطق إنتاج النفط والغاز الرئيسية [5].

في الصين، يتم تصنيف متطلبات التفريغ البحري لأدوات الحفر القائمة على النفط إلى ثلاثة مستويات بناءً على حدود التركيز ومناطق التصريف البحرية المحددة. تتطلب منطقة الدرجة الأولى محتوى زيت أقل من 1٪، ومنطقة الدرجة الثانية تتطلب محتوى زيت أقل من 3٪، ومنطقة الدرجة الثالثة تنص على محتوى زيت أقل من 8٪. يُسمح بتصريف الرمال الملوثة الحفر التي أساسها الزيت ضمن هذه الحدود، باستثناء منطقة بحر بوهاي حيث يُحظر تمامًا مثل هذا التفريغ [6]. ومع ذلك، هناك اختلافات في متطلبات الانبعاثات الداخلية، كما رأينا في مقاطعة سيتشوان، حيث تفرض السياسة حظراً كاملاً على تصريف عقل الحفر المستندة إلى النفط.

وضعت وكالة حماية البيئة الأمريكية (USEPA) لوائح تحظر إطلاق الرمال الملوثة الحفر المستندة إلى النفط في جميع المناطق داخل البلاد.

من ناحية أخرى، تسمح النرويج بتصريف القطع التي تحتوي على أقل من 1 ٪ من النفط، ولكن في بحر بارنتس، يتم تنفيذ سياسة صارمة للتصريف الصفري.

لا تسمح البرازيل بانبعاثات الرمال الملوثة الحفر ذات الأساس النفطي والزيوت المعدنية المنخفضة. ومع ذلك، يُسمح بتصريف الطين المعزز القائم على الزيوت المعدنية والمعتمد من قبل المعهد البرازيلي للبيئة والموارد الطبيعية المتجددة (IBAMA).

في بحر الشمال، تم تطوير سياسة الانبعاث من قبل OSPAR (لجنتا أوسلو وباريس). وينص على أن الرمال الملوثة الحفر التي أساسها الزيت يجب أن تحتوي على أقل من 1٪ زيت وأن تجتاز أيضًا اختبارات السمية لتحديد ما إذا كانت مصنفة على أنها مواد خطرة. تتضمن معلمات اختبار السمية الثبات مع عمر نصف يبلغ 50 يومًا، والمسؤولية عن التراكم الحيوي مع تقسيم لوغاريتمي أوكتان-ماء بالتزامن مع 4 أو عامل تركيز حيوي 500، والسمية مع LC50 الحاد (مميت التركيز 50) أو التركيز الفعال 50 (التركيز الفعال 50) بمقدار 1 مجم / لتر، وNOEC طويل المدى (بدون تركيز تأثير ملحوظ) بمقدار 0. ملغ / لتر.

في جنوب الجزائر، ولا سيما في منطقة حاسي مسعود، توجد سياسات انبعاثات محددة فيما يتعلق بقطع الحفر القائمة على النفط. في حين أن البيانات الشاملة حول سياسة الانبعاثات الدقيقة لحاسي مسعود محدودة، فمن الضروري النظر في السياق الجزائري الأوسع في فهم الإطار التنظيمي.

لقد طبقت الجزائر، بصفتها منتجًا رئيسيًا للنفط والغاز، لوائح للتعامل مع عمليات الحفر التي تعتمد على النفط والانبعاثات المرتبطة بها. تضع وزارة الطاقة والمناجم الجزائرية، بالتعاون مع السلطات البيئية ذات الصلة، مبادئ توجيهية ومعايير لتنظيم التعامل مع الرمال الملوثة ومعالجته والتخلص منه لتقليل آثارها البيئية.

قد تختلف معايير الانبعاث الخاصة بقطع الحفر المستندة إلى النفط في حاسي مسعود ومناطق أخرى من جنوب الجزائر بناءً على الظروف البيئية المحلية والمتطلبات التنظيمية. من المحتمل أن تتضمن هذه المعايير حدودًا لمحتوى الزيت في الالرمال الملوثة، بالإضافة إلى إرشادات حول طرق التخلص منها أو معالجتها بشكل صحيح.

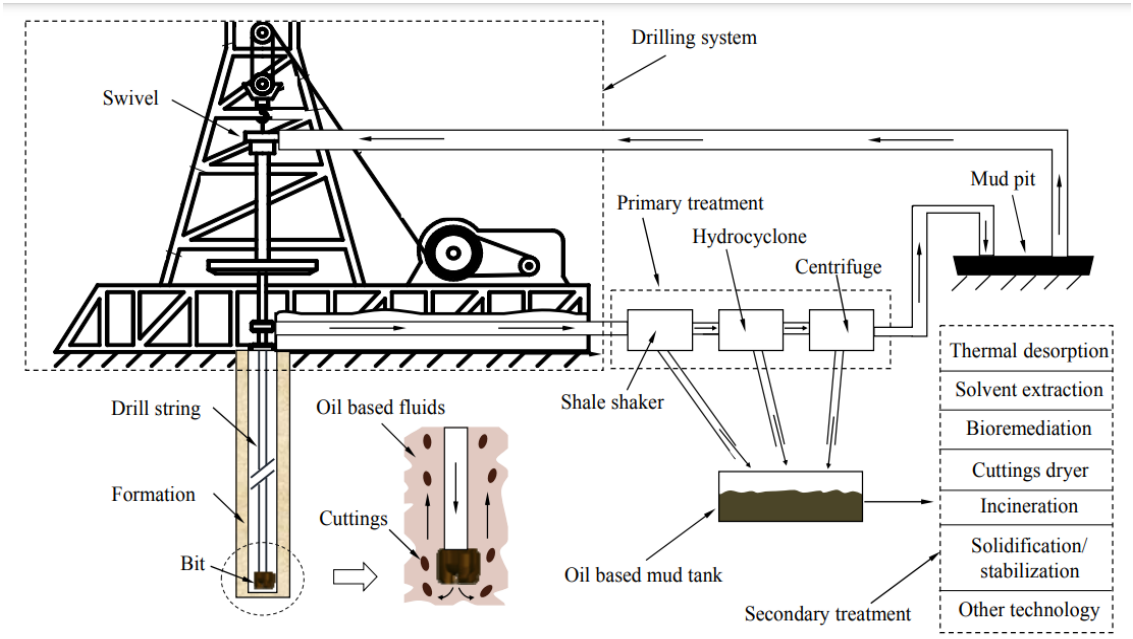
في حين أن التفاصيل الدقيقة لسياسة الانبعاثات في حاسي مسعود قد تتطلب مزيدًا من التحقيق، فمن الأهمية تمكنا من النظر في السياق الأوسع لالتزام الجزائر بحماية البيئة وممارسات استخراج الموارد المستدامة. تدرك الدولة أهمية تخفيف الأثر البيئي لعمليات النفط والغاز، بما في ذلك إدارة المنتجات الثانوية مثل الرمال الملوثة الحفر.

في الأبحاث أو الدراسات المستقبلية التي تركز بشكل خاص على حاسي مسعود، فإن إجراء تحليل شامل لسياسة الانبعاثات وطرق المعالجة المرتبطة بقطع الحفر القائمة على النفط في هذه المنطقة من شأنه أن يوفر رؤى قيمة حول النهج المحلي لحماية البيئة وإدارة النفايات.

يوفر فهم سياسات الانبعاثات المتنوعة ومعلمات اختبار السمية المقابلة لها نظرة عامة شاملة على الأطر التنظيمية التي تحكم عمليات الحفر التي تعتمد على النفط. هذه المعرفة ضرورية لاختيار طرق العلاج المناسبة وضمان الامتثال للمعايير البيئية. في الأقسام اللاحقة، سيتم استكشاف طرق المعالجة المختلفة بعمق، مع الأخذ في الاعتبار توافقها مع سياسات الانبعاثات والأمثلة العملية لمعالجة الحفر القائمة على النفط في التنقيب عن الغاز الصخري والبحري.

### II.3. طرق معالجة بقايا الحفر ذات الأساس النفطي :

ستولد عملية الحفر كمية كبيرة من المخلفات أثناء كسر الصخور. يتم نقل بقايا الحفر إلى الأرض باستخدام سائل الحفر الزيتي، كما هو موضح في الشكل II-1.




**الشكل II. 1:رسم تخطيطي لمعالجة بقايا الحفر القائمة على النفط.**

تعتبر معالجة قطع الحفر جانبًا مهمًا من عمليات حفر النفط والغاز، مما يضمن الإدارة السليمة لمواد النفايات والامتثال للوائح البيئية. تنقسم عملية المعالجة عادةً إلى معالجة أولية ومعالجة ثانوية [5]. تهدف المعالجة الأولية إلى فصل المرحلة الصلبة لسائل الحفر عن القطع، مما يتيح استعادة سائل الحفر وإعادة استخدامه. يتم بعد ذلك توجيه النفايات الصلبة المفصولة، والمعروفة باسم الرمال الملوثة الحفر القائمة على الزيت، إلى خزان الطين القائم على الزيت. ومع ذلك، حتى بعد المعالجة الأولية، يتراوح محتوى الزيت في الالرمال الملوثة بشكل عام من 15٪ إلى 20٪ [1].

للوفاء بسياسات الانبعاثات الصارمة التي تفرض أن يكون محتوى الزيت في الرمال الملوثة الحفر أقل من 1٪، فإن طرق المعالجة الثانوية ضرورية. تم تصميم هذه الطرق لتحقيق كل من المعالجة غير الضارة للنفايات واستعادة الزيت الأساسي وإعادة استخدامه. تتضمن المعلمات الرئيسية لتقييم فعالية المعالجة الثانوية محتوى الزيت من البقايا بعد المعالجة وكفاءة استعادة الزيت الأساسي [7].

تشمل خيارات المعالجة الثانوية مجموعة من التقنيات، بما في ذلك الامتصاص الحراري، واستخراج المذيبات، والمعالجة الحيوية، والغسيل الكيميائي، والحرق، والتصلب / التثبيت، وغيرها من التقنيات. في حين أن معدات المعالجة الأولية، مثل معدات التحكم في المواد الصلبة، موجودة بالفعل في مواقع الحفر، ينصب التركيز الآن على تطوير وتنفيذ طرق معالجة ثانوية فعالة.

نذكر مختلف طرق العلاج الثانوية المذكورة أعلاه. من خلال فحص وتقييم هذه الأساليب، يمكننا اكتساب رؤى حول قدراتها وقيودها وآثارها البيئية. يعد فهم الخيارات المتنوعة المتاحة للمعالجة الثانوية أمرًا بالغ الأهمية لاختيار النهج الأنسب بناءً على متطلبات تشغيلية وبيئية محددة.

من خلال اعتماد طرق المعالجة الثانوية الفعالة، تهدف صناعة الحفر إلى تحقيق الإدارة المثلى للنفايات، وتقليل التأثير البيئي لعمليات الحفر التي تعتمد على النفط، وتسهيل استعادة الموارد القيمة وإعادة استخدامها. سوف تستكشف الأقسام اللاحقة كل طريقة معالجة ثانوية بالتفصيل، وتسليط الضوء على آلياتها، وقابليتها للتطبيق، والمساهمات المحتملة في ممارسات الحفر المستدامة.

### II.6.الامتصاص حراري:

تقنية الامتصاص الحراري هي طريقة مستخدمة على نطاق واسع لمعالجة الرمال الملوثة الحفر القائمة على الزيت، مع التركيز على فصل وتكثيف زيت الطور السائل داخل القطع تحت ظروف التسخين اللاهوائي. تتضمن هذه العملية تبخر الماء، والذي ينتج بخارًا لخفض درجة غليان الزيت، مما يتيح حدوث الامتصاص الحراري في درجات حرارة أقل من القيمة النظرية لتبخر الزيت.

هناك العديد من طرق نظام الامتصاص الحراري شائعة الاستخدام، بما في ذلك وحدات الأسطوانة المسخنة بشكل غير مباشر، كما هو موضح في وحدات الشكل اللولبي، ووحدات TCC المسخنة مباشرة (تنظيف القطع الميكانيكي الحراري). تقلل هذه الأنظمة بشكل فعال محتوى الزيت من المخلفات الصلبة إلى أقل من 1٪ وتسهل استرداد الزيت من خلال التكثيف.

يمكن تصنيف أنظمة الامتصاص الحراري بناءً على درجات حرارة التشغيل الخاصة بها إلى أنظمة درجات حرارة منخفضة وأنظمة درجات حرارة عالية. تعمل أنظمة درجات الحرارة المنخفضة، مثل TCC،

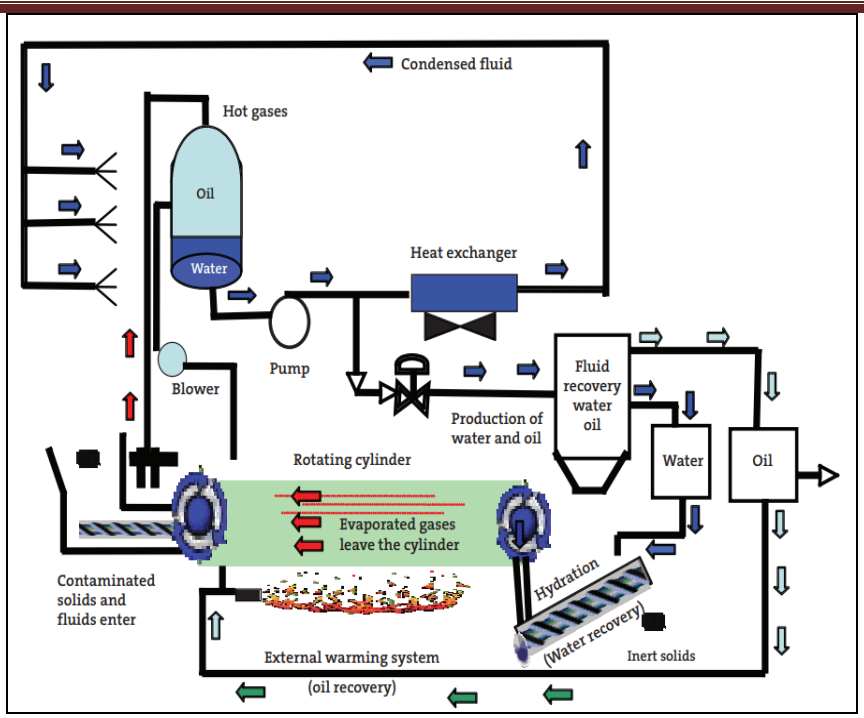
عادةً في نطاق 250 درجة مئوية إلى 350 درجة مئوية، بينما يمكن أن تصل أنظمة درجات الحرارة المرتفعة مثل الامتصاص الحراري غير المباشر، إلى درجات حرارة تصل إلى 520 درجة مئوية. تُستخدم أنظمة درجات الحرارة المنخفضة بشكل أساسي لمعالجة النفايات التي تحتوي على زيت خفيف، في حين أن أنظمة درجات الحرارة المرتفعة مناسبة لتقليل محتوى الزيت في النفايات المحتوية على الزيت الثقيل. وتجدر الإشارة إلى أن أنظمة درجات الحرارة المنخفضة توفر مزايا معينة:

1-إزالة الزيت عند درجات حرارة منخفضة لا يضمن فقط أن الاحتفاظ بالالرمال الملوثة (ROC) يظل أقل من 1٪ ولكنه يؤدي أيضًا إلى توفير كبير في الطاقة.

2-الخصائص الفيزيائية والكيميائية للزيت المستعاد تحت ظروف درجات الحرارة المنخفضة تكاد تكون دون تغيير مقارنة بنظام درجات الحرارة العالية [8].

تتطلب أنظمة الامتزاز الحراري غير المباشر عادةً منطقة تسخين كبيرة، مما يجعلها ضخمة وتستهلك كميات كبيرة من الحرارة، كما هو موضح في الشكل. II.9 و 10. على النقيض من ذلك، يعالج نظام TCC هذه المشكلات بشكل فعال ويستخدم بالإضافة إلى ذلك طحن المطرقة لتكسير الجزيئات الصلبة، وبالتالي تقليل انتشار الزيت وزيادة استخلاص الزيت إلى أقصى حد. نجح نظام TCC في معالجة أكثر من 15000 طن من الرمال الملوثة النفط في منطقة UKCS، والتي تعمل في درجة حرارة معالجة تتراوح بين 240 و260 درجة مئوية وتحقق متوسط إنتاجية يبلغ 6 أطنان في الساعة، كما هو موضح في الشكل. II.11 و 12 و 13.

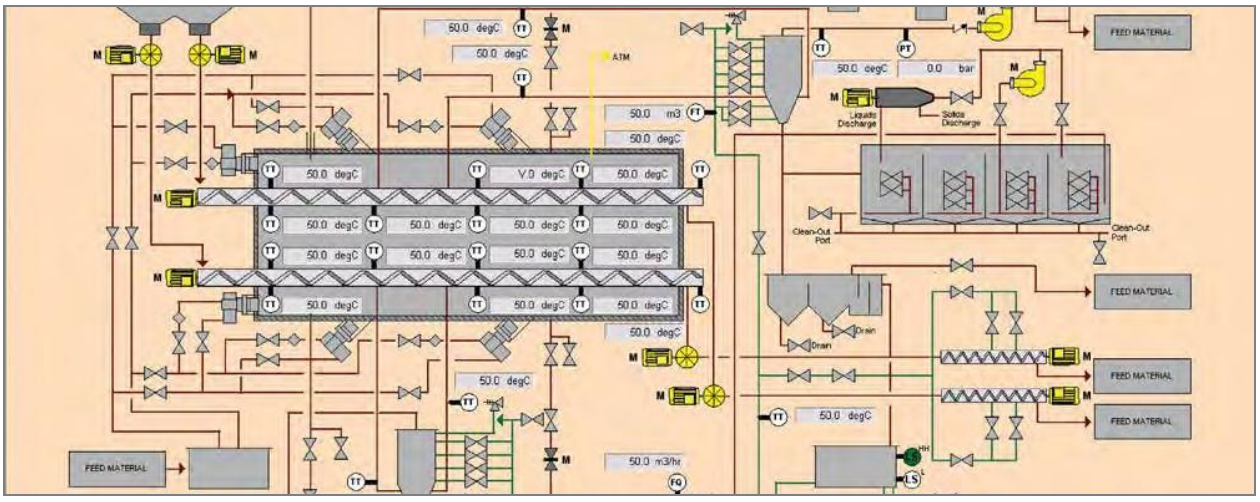
**الشكل II. 2:الامتصاص الحراري غير المباشر بالفرن الدوار. (The M-I SWACO، 2008)**



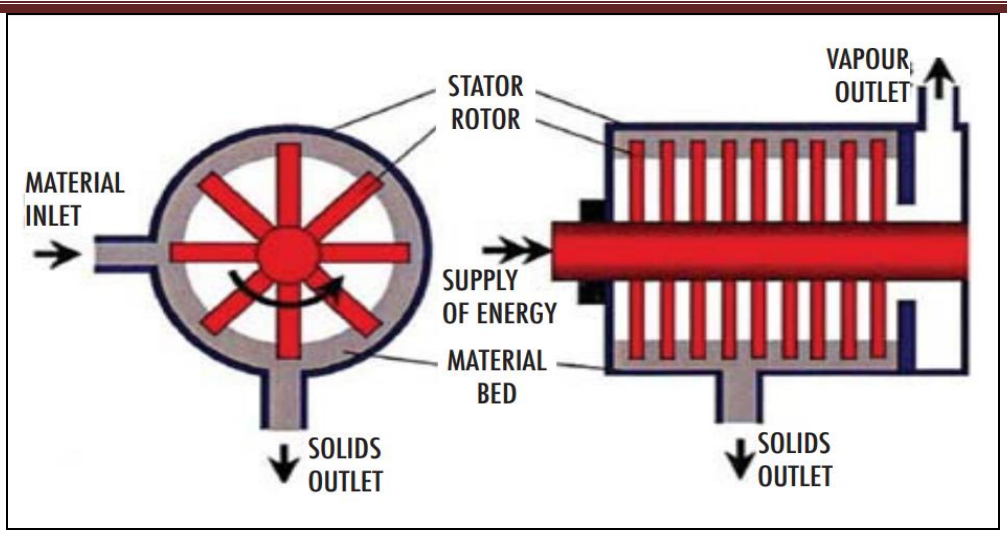

**الشكل II. 3:عملية الفرن الدوار. (The M-I SWACO، 2008).**

حاليًا، يتم استخدام نظام TCC الذي تديره MI-SWACO لمعالجة ما يقرب من 50000 طن من الطين النفطي سنويًا في الجنوب الشرقي الجزائري [9]. هذا يمثل التطبيق العملي وفعالية تقنيات الامتصاص الحراري في عمليات التنقيب عن النفط والغاز على نطاق واسع.

من خلال استخدام طرق الامتصاص الحراري، يمكن لصناعة الحفر معالجة الرمال الملوثة الحفر القائمة على النفط بشكل فعال، وتقليل تأثيرها على البيئة، واستعادة الموارد القيمة.




**الشكل II. 4:تصميم وحدات M-I SWACO TCC.**




**الشكلII. 5:ميكانيكا توليد الحرارةTCC. (موراويوآخرون، 2008).**

**الشكل II. 6:نظام الامتصاص الحراري TCC للتطبيقات البحرية أو البرية (Thermtech، 2008)**

**II.7.الاستخلاص بالمذيبات :**

ظهرت السوائل فوق الحرجة، مثل ثاني أكسيد الكربون (CO2) والبروبان، كمستخلصات واعدة لاستخراج الزيت من هذه القطع. يستكشف هذا الجزء مبادئ وتطبيقات تقنيات استخراج الغازات فوق الحرجة والمُسال، ومزاياها، وتحدياتها، وإمكانياتها لتحسين إدارة النفايات في الصناعة.

يمكننا تقديم فهم مفصل لتقنيات استخراج الغاز فوق الحرج والمسال كما هو موضح في الشكل II.14.

**II. 1.1.7.السوائل فوق الحرجة خصائص وتطبيقات فريدة:**

- ✓ توجد السوائل فوق الحرجة، مثل ثاني أكسيد الكربون والبروبان، في حالة بين الغاز والسائل، وتجمع بين قدرة الاختراق العالية والكثافة الكبيرة وقابلية الذوبان.
- ✓ تُستخدم تقنية CO2 فوق الحرجة بشكل أساسي لاستخراج النفط من الرمال الملوثة الحفر التي تعتمد على النفط. كما هو مبين في الشكل. II.15.

✓ تتضمن ظروف التشغيل ضغطًا مرتفعًا (14.5 ميجا باسكال) ودرجات حرارة مرتفعة (حوالي 40 درجة مئوية).

**II.2.1.7.عملية استخراج ثاني أكسيد الكربون فوق الحرجة لاستعادة النفط :**

✓ تتضمن العملية خلط سائل الحفر القائم على النفط مع ثاني أكسيد الكربون فوق الحرج لاستخراج الزيت من القطع.

فك الضغط والامتصاص يفصلان الزيت عن المذيب، مما يسمح بإعادة استخدام كلا المكونين.

✓ تتطلب العملية ضغطًا عاليًا وظروف درجة حرارة عالية من أجل الاستخراج الفعال. كما هو مبين في الشكل. II.16.

**II.3.1.7.التحديات والبديل : استخراج الغاز المسال.**

✓ يحل استخراج الغاز المسال محل ثاني أكسيد الكربون بغازات مثل البروبان والبيوتان للتغلب على تحديات استخراج ثاني أكسيد الكربون فوق الحرج.

✓ تم استخدام البيوتان بنجاح عند 500 رطل لكل بوصة مربعة ودرجة الحرارة المحيطة لتقليل محتوى الزيت بشكل كبير في العقل.

✓ يظل السائل الأساسي المستعاد دون تغيير في الجودة، مما يتيح إعادة استخدامه في عمليات الحفر.

**II.4.1.7.مزايا وإمكانات استخراج الغاز فوق الحرج والمسال.**

✓ يوفر استخراج الغاز فوق الحرج والمسال كفاءة استخراج النفط والقدرة على إعادة استخدام كل من المذيبات والزيوت المستخرجة.

✓ يتم الحفاظ على جودة السائل الأساسي أثناء عملية الاستخراج، مما يسمح بإعادة استخدامه.

✓ يوفر استخراج الغاز المسال بديلاً للظروف الصعبة المرتبطة باستخراج ثاني أكسيد الكربون فوق الحرج.

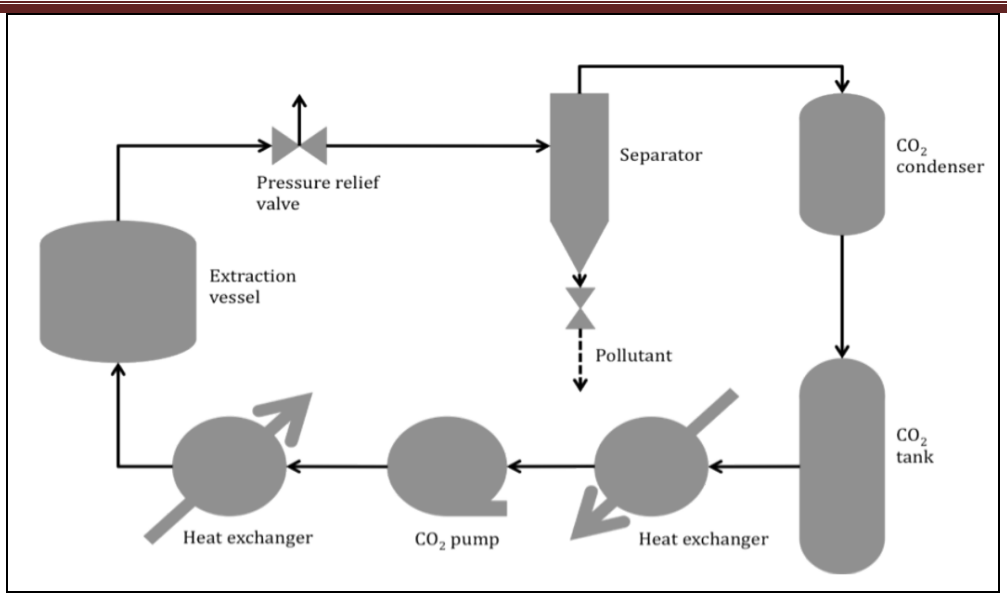
**II.5.1.7. التطورات وآفاق المستقبل:**

✓ يمكن أن يؤدي البحث والاستكشاف المستمران لطرق استخراج الغازات فوق الحرجة والمُسالة إلى مزيد من التقدم في معالجة حفر الحفر المستندة إلى النفط.

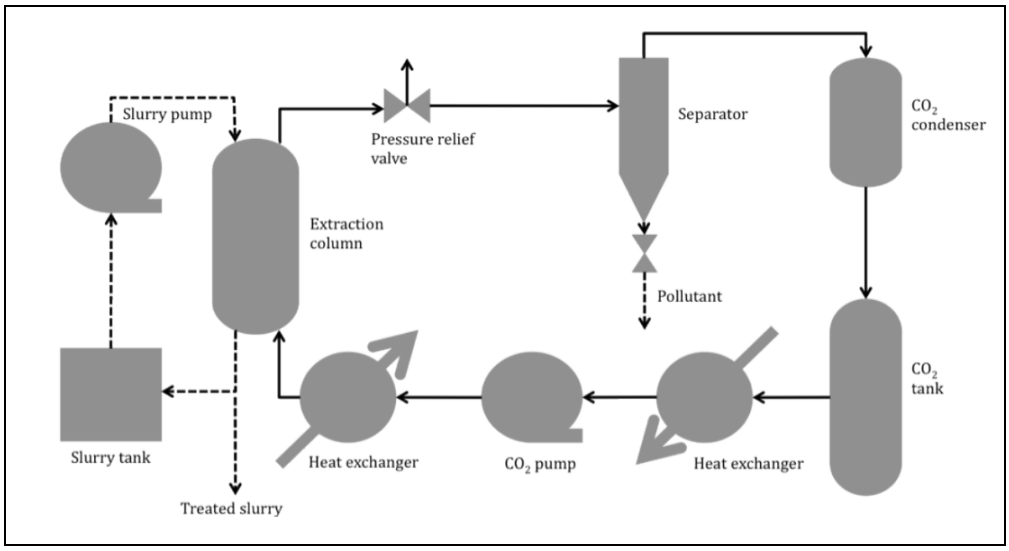
✓ تمتلك هذه التقنيات إمكانات هائلة لتقليل النفايات، وتقليل التأثير البيئي، وتعزيز الاستدامة في صناعة النفط والغاز.

إن تسخير قوة استخراج الغازات فوق الحرجة والمُسال يعزز اتباع نهج أكثر كفاءة ومسؤول بيئيًا لإدارة عمليات الحفر التي تعتمد على النفط.

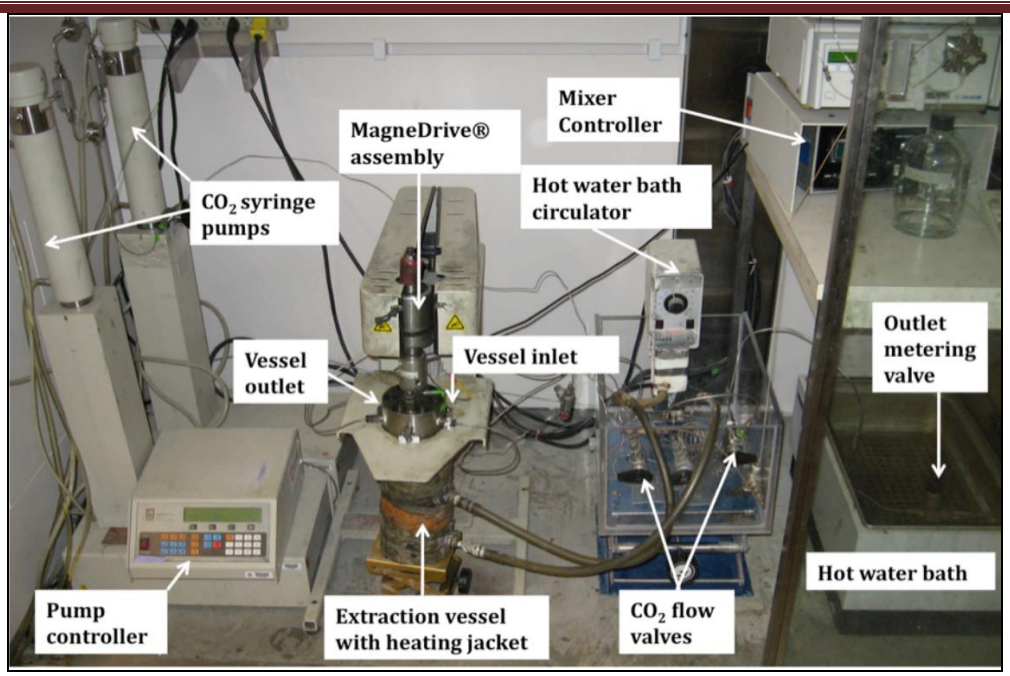
من خلال تبني هذه التطورات، يمكن لصناعة النفط والغاز اعتماد نهج أكثر استدامة ومسؤولية بيئيًا لإدارة عمليات الحفر القائمة على النفط، وتقليل النفايات وتقليل التأثير البيئي. من خلال تسخير قوة استخراج الغازات فوق الحرجة والمُسال، يمكن للصناعة أن تتحرك نحو نهج أكثر كفاءة ومسؤول بيئيًا لإدارة عمليات الحفر القائمة على النفط.



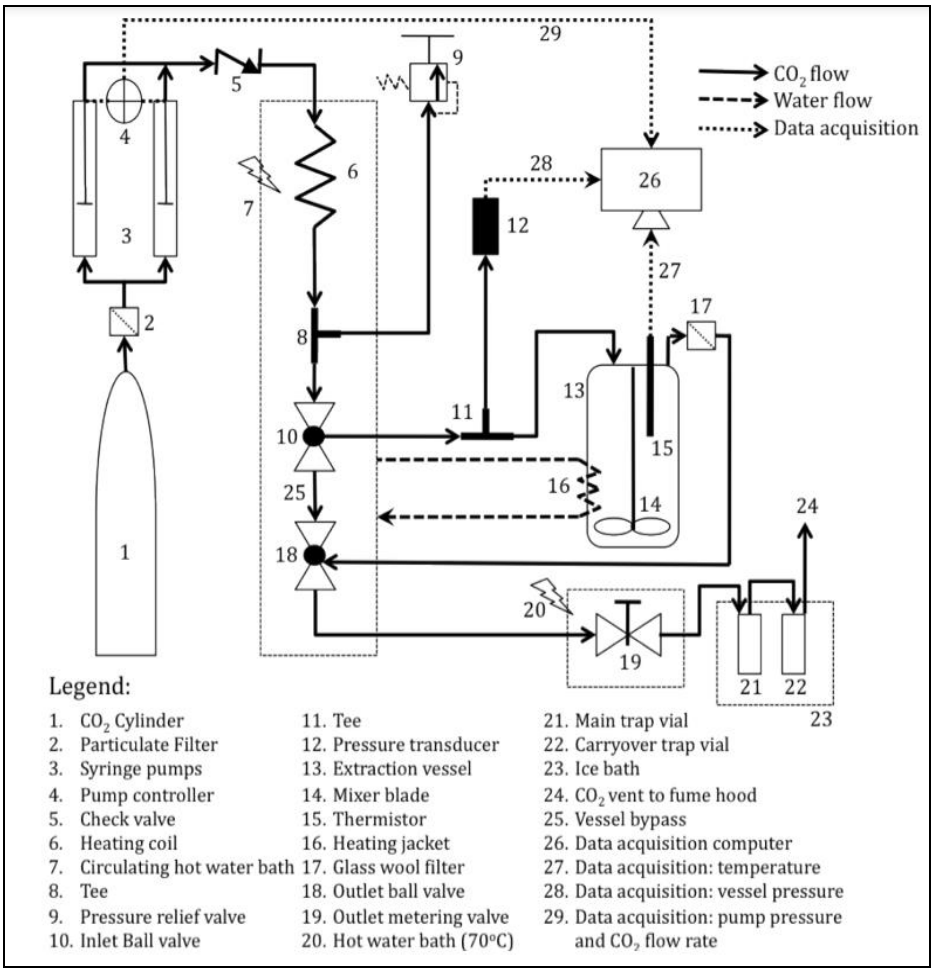

**الشكل II. 7:الإعداد الأساسي لنظام استخراج السوائل فوق الحرج دفعة واحدة. (كريستوفرروبرتجونز، 2010).**




**الشكل II. 8:الإعداد الأساسي لنظام استخراج السوائل فوق الحرج المستمر لمعالجة الرمل من الماء والمواد الصلبة الملوثة. (كريستوفر روبرتجونز، 2010).**




**الشكل II. 9:صورة لجهاز SFE على نطاق المختبر. (كريستوفرروبرتجونز، 2010).**




**الشكل II. 10:مخطط تدفق العملية لجهازSFE. (كريستوفرروبرتجونز، 2010)**

### 8.II. المعالجة البيولوجية:

ظهرت تكنولوجيا المعالجة الحيوية كنهج واعد لمواجهة التحديات التي يفرضها التلوث الهيدروكربوني في عمليات الحفر التي تعتمد على النفط. من خلال تسخير قدرات التدهور الطبيعي للكائنات مثل البكتيريا والنباتات والفطريات، تقدم المعالجة الحيوية حلاً مستدامًا وصديقًا للبيئة لمعالجة هذه النفايات.

تشمل المعالجة الحيوية تقنيات مختلفة، بما في ذلك التسميد، وزراعة الأراضي، ونشر الأراضي، والمفاعلات الحيوية، وكلها تستفيد من العمليات البيولوجية للكائنات الحية لتحطيم الهيدروكربونات الموجودة في القطع. يتضمن التسميد التحلل الخاضع للرقابة للمواد العضوية، بما في ذلك الرمال الملوثة الحفر القائمة على الزيت، بمساعدة الكائنات الحية الدقيقة. تشير زراعة الأراضي إلى تطبيق العقل على التربة، مما يسمح بحدوث عمليات التدهور الطبيعي. يشمل انتشار الأرض نشر العقل على مساحة أكبر لتسهيل التدهور الطبيعي، بينما توفر المفاعلات الحيوية بيئة محكومة لتحسين عمليات التدهور.

تتمثل إحدى المزايا الرئيسية للمعالجة الحيوية في طبيعتها الطبيعية وغير الغازية، مما يسمح بالمعالجة الأساسية وغير الضارة لشتلات الحفر التي تعتمد على الزيت. من خلال استخدام العمليات البيولوجية الطبيعية، تتجنب المعالجة البيولوجية استخدام المواد الكيميائية القاسية أو التدخلات الميكانيكية، والتي يمكن أن يكون لها آثار ضارة على البيئة. ومع ذلك، من المهم النظر في القيود والتحديات المرتبطة بهذه الطريقة.

أحد العوائق الهامة للمعالجة الحيوية هو دورة العلاج الطويلة المطلوبة. يمكن أن تتراوح مدة المعالجة البيولوجية من عدة أسابيع إلى عدة سنوات، اعتمادًا على عوامل مختلفة. يتأثر معدل التدهور بالظروف البيئية المحددة، مثل درجة الحرارة والرطوبة وتوافر الأكسجين، والتي يمكن أن تختلف اختلافًا كبيرًا من موقع إلى آخر. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن يؤثر تكوين الرمال الملوثة الحفر القائمة على الزيت، بما في ذلك نوع وتركيز الهيدروكربونات الموجودة، على كفاءة المعالجة الحيوية. قد تؤثر أيضًا أنواع المعالجة المختلفة في المعالجة الحيوية، مثل التسميد مقابل المفاعلات الحيوية، على الجدول الزمني للمعالجة.

قيد آخر للمعالجة الحيوية هو حساسيتها للعوامل الخارجية، وخاصة درجة الحرارة المحيطة. غالبًا ما تعتمد العمليات البيولوجية على درجة الحرارة، ويمكن أن تؤدي درجات الحرارة المنخفضة إلى إبطاء معدل التحلل. يمكن أن تؤثر هذه الحساسية لتقلبات درجات الحرارة على متانة وموثوقية المعالجة البيولوجية كطريقة معالجة.

علاوة على ذلك، فإن مساحة الأرض الكبيرة المطلوبة لعمليات المعالجة البيولوجية هي اعتبار عملي آخر. اعتمادًا على حجم العملية، قد تكون هناك حاجة إلى موارد كبيرة من الأرض لاستيعاب معالجة كميات كبيرة من حفر الحفر القائمة على النفط. يمكن أن يشكل هذا المطلب الخاص بمساحة واسعة تحديات في المناطق التي يكون فيها توافر الأراضي محدودًا أو مكلفًا.

علاوة على ذلك، من المهم ملاحظة أن المعالجة الحيوية لا تسمح باستعادة الطاقة والمواد من الرمال الملوثة الحفر التي تعتمد على النفط. على عكس طرق المعالجة الأخرى، مثل الامتصاص الحراري أو الاستخراج بالمذيبات، التي تتيح استخراج الموارد القيمة وإعادة استخدامها، تركز المعالجة الحيوية في المقام الأول على تدهور الهيدروكربونات دون التأكيد على استعادة الموارد.

في الختام، تقدم تقنية المعالجة الحيوية نهجًا طبيعيًا وصديقًا للبيئة لمعالجة الرمال الملوثة الحفر التي تعتمد على النفط. إنه يستفيد من قدرات التحلل المتأصلة في الكائنات الحية لتحطيم الهيدروكربونات. ومع ذلك، تأتي المعالجة الحيوية مع بعض القيود، بما في ذلك دورة العلاج الممتدة، والحساسية للعوامل الخارجية مثل درجة الحرارة، والحاجة إلى مساحة أرضية كبيرة، وعدم القدرة على استعادة الطاقة والمواد. على الرغم من هذه القيود، تظل المعالجة الحيوية خيارًا علاجيًا قيمًا وقابل للتطبيق، لا سيما عند دمجها مع طرق تكميلية أخرى، ويمكن أن يساهم المزيد من البحث والابتكار في هذا المجال في تحسين فعاليته وكفاءته.

### II.9. المعالجة بالحرق:

اكتسبت تقنية الحرق مكانة بارزة كطريقة لمعالجة الرمال الملوثة الحفر التي تعتمد على الزيت بشكل فعال عن طريق تعريضها لدرجات حرارة عالية تتراوح من 1200 إلى 1500 درجة مئوية. تتضمن العملية أكسدة المكونات العضوية الموجودة في المخلفات الحفرية، وتحويلها إلى بقايا خاملة. يوفر الحرق العديد من المزايا، مثل قدرته على التخلص من أنواع مختلفة من النفايات، ومنع تلوث البيئة، واستيعاب كميات كبيرة من القطع. ومع ذلك، من المهم مراعاة القيود والمساوئ المرتبطة بهذه التكنولوجيا.

**أولاً**، تعتبر تقنية الحرق فعالة بشكل أساسي في معالجة المكونات العضوية لعقل الحفر التي تعتمد على الزيت، في حين أنها تقصر في معالجة المكونات غير العضوية، بما في ذلك المعادن. يشكل عدم القدرة على معالجة المعادن تحديًا لأن هذه العناصر يمكن أن تكون خطرة وتتطلب طرق معالجة منفصلة للتخلص السليم.

**ثانيًا**، تولد عملية الحرق بخارًا يحتوي على معادن تتطلب معدات إضافية لإزالة الغبار لفصلها وإزالتها بشكل فعال. تزيد هذه الخطوة المضافة من تعقيد عملية العلاج الشاملة وتكلفتها.

**ثالثًا**، يستهلك الحرق قدرًا كبيرًا من الطاقة لتحقيق درجات الحرارة العالية اللازمة لعملية الأكسدة. يساهم هذا الاستهلاك العالي للطاقة في التكاليف التشغيلية الإجمالية والتأثير البيئي لطريقة المعالجة.

وأخيرًا، من عيوب الحرق الملحوظة إنتاج كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين. تساهم هذه الانبعاثات في تلوث الهواء ويمكن أن يكون لها آثار ضارة على جودة الهواء والبيئة، بما في ذلك التأثيرات المحتملة على تغير المناخ.

بينما توفر تقنية الحرق التخلص الفعال من الرمال الملوثة الحفر التي تعتمد على الزيت وتمنع التلوث البيئي، فإن العيوب المذكورة أعلاه تتطلب دراسة متأنية. يجري استكشاف استراتيجيات للتخفيف من قيود الحرق، مثل تنفيذ تقنيات متقدمة للتحكم في الانبعاثات لتقليل إطلاق الغازات الضارة. بالإضافة إلى ذلك، من الأهمية بمكان استكشاف طرق معالجة بديلة للمكونات غير العضوية لأدوات الحفر التي تعتمد على النفط لضمان ممارسات إدارة النفايات الشاملة والمسؤولة بيئيًا.

توفر تقنية الحرق خيارًا قابلاً للتطبيق لمعالجة الرمال الملوثة الحفر التي أساسها الزيت عن طريق تعريضها لدرجات حرارة عالية وتحويلها إلى بقايا خاملة. ومع ذلك، فإن عدم القدرة على معالجة المكونات غير العضوية، والحاجة إلى معدات إزالة الغبار الإضافية، والاستهلاك العالي للطاقة، وتوليد ثاني أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين هي عيوب ملحوظة مرتبطة بهذه الطريقة. يجب أن يتضمن النهج الشامل لإدارة النفايات

استراتيجيات لمعالجة هذه القيود واستكشاف طرق معالجة بديلة لضمان ممارسات التخلص المستدامة والصديقة للبيئة لشتلات الحفر القائمة على النفط.

**10.II. المعالجة بالتصلب / التثبيت:**

التصلب / التثبيت هو أسلوب لإدارة النفايات يهدف إلى إدارة الرمال الملوثة الحفر القائمة على الزيت بشكل فعال عن طريق تغليفها في شكل متآلف صلب أو تحويل الملوثات إلى أشكال أقل قابلية للذوبان أو متحركة أو سامة، كما هو موضح في الجدول II-2.

**1.10.II.عمليات التصلب والاستقرار :**

التصلب والتثبيت هما عمليتان أساسيتان في إدارة النفايات. يقوم التجميد بتغليف النفايات، بينما يعمل التثبيت على تحويل الملوثات.

1- **التصلب:** تعرف وكالة حماية البيئة الأمريكية (USEPA) التجميد بأنه تغليف النفايات في مادة صلبة قوية هيكليًا، إما من خلال استخدام جزيئات النفايات الدقيقة أو عن طريق احتواء النفايات داخل حاوية أكبر (تغليف دقيق).

**2-التثبيت:** يركز التثبيت على تقليل المخاطر المحتملة للنفايات عن طريق تحويل الملوثات إلى أشكال أقل قابلية للذوبان أو متحركة أو سامة.

**2.10.II.تنسيق التصلب والاستقرار :**

يعد تنسيق تقنيات التصلب والتثبيت ضروريًا بشكل عام لضمان عمليات الحفر التي تعتمد على الزيت.

**1- ضمان الاحتواء الفعال:** يعد تنسيق تقنيات التصلب والتثبيت ضروريًا لضمان استمرار احتواء قطع الحفر التي تعتمد على النفط بشكل فعال.

**2-تقليل المواد الضارة**: تقلل طرق التجميد / التثبيت بشكل كبير من التأثير الضار للأيونات والمواد العضوية الضارة على التربة.

**3.10.II.الفوائد والتطبيقات :**

في حين أن التصلب / التثبيت يوفر العديد من الفوائد في إدارة النفايات، فمن المهم مراعاة العيوب المرتبطة به.

1- استخدام المنتج المعالج: يمكن استخدام الرمال الملوثة الحفر ذات الأساس الزيتي المتصلب والمستقر لأغراض مختلفة، مثل أعمال الرصف والردم والبناء.

2- تقليل الأثر البيئي: تقلل تقنيات التصلب / التثبيت من إطلاق الملوثات في البيئة، مما يساهم في تحسين الاستدامة البيئية.

3- التدريب الكافي والالتزام ببروتوكولات السلامة ضروريان لضمان رفاهية العمال المشاركين في عملية المعالجة ولمنع أي مخاطر بيئية محتملة.

**4.10.II.القيود والتحديات :**

تعتبر الإدارة الفعالة للنفايات أمرًا بالغ الأهمية في صناعة النفط والغاز، خاصة بالنسبة لعمليات الحفر التي تعتمد على النفط. تقدم تقنيات التصلب والتثبيت حلولاً لإدارة هذه النفايات. ومع ذلك، فإن تنفيذها وفعاليتها يتأثران بالعوامل الرئيسية: التكلفة العالية، ومتطلبات المساحة، ومخاطر السلامة.

1- التكلفة العالية: قد يكون تنفيذ تقنية التصلب / التثبيت مكلفًا، بما في ذلك نفقات المعالجة واختيار العوامل المناسبة.

2- متطلبات المساحة: تتطلب طرق التصلب / التثبيت قدرًا كبيرًا من المساحة للمعالجة والتخزين، مما يطرح تحديات في المناطق ذات الأراضي المحدودة المتوفرة أو الكثافة السكانية العالية.

3- مخاطر السلامة: تعتبر إجراءات المناولة والتخلص المناسبة ضرورية للتخفيف من مخاطر السلامة المحتملة المرتبطة بتقنيات التصلب / التثبيت.

توفر تقنيات التصلب / التثبيت وسائل فعالة لإدارة عمليات الحفر القائمة على الزيت عن طريق تغليف النفايات أو تحويل الملوثات إلى أشكال أقل حركة أو سامة. تقلل هذه الطرق بشكل كبير من تأثير المواد الضارة على التربة وتمكن من استخدام المنتج المعالج في التطبيقات المختلفة. ومع ذلك، ينبغي النظر بعناية في التكلفة العالية، ومتطلبات المساحة، ومخاطر السلامة المحتملة المرتبطة بالتصلب / التثبيت. من الضروري إجراء تقييم شامل لظروف الموقع والمتطلبات التنظيمية لتحديد جدوى وملاءمة التصلب / التثبيت كخيار معالجة لشتلات الحفر القائمة على النفط.

**11.II. مجفف بقايا الحفر:**

ظهرت تقنية تجفيف بقايا الحفر، التي نشأت من صناعة الفحم، كحل حيوي لمواجهة التحديات التي تفرضها عمليات الحفر التي تعتمد على النفط [10]. من خلال استخدام آلية الطرد المركزي عالية السرعة، تعمل هذه المجففات على إزالة الزيت بشكل فعال من القطع، مما يتيح استعادة الموارد القيمة وتعزيز الاستدامة البيئية. يمكن تصنيف مجففات الحفر إلى نوعين رئيسيين بناءً على الاتجاه المحوري لقوة الطرد المركزي: أفقي وعمودي. يمثل مجفف القطع Vertis GTM من MI-SWACO مجففًا رأسيًا، بينما يعتبر Hutchison-Hayes Dusters مثالاً على التكوين الأفقي [11].

**1.11.II.القيود والتحديات :**

تتمثل إحدى المزايا البارزة لاستخدام مجفف الرمال الملوثة الحفر في القدرة على استعادة الزيت من القطع المنفصلة. يمكن إعادة تدوير هذا الزيت المستعاد واستخدامه في صياغة سوائل حفر جديدة قائمة على النفط، مما يقلل الاعتماد على الموارد الطازجة ويقلل من توليد النفايات. نظرًا للاستخدام المكثف لعمليات الحفر القائمة على النفط في مناطق مثل خليج المكسيك، فقد اكتسب تطبيق مجففات حفر الحفر قوة جذب كبيرة. تم إجراء العديد من الدراسات لتقييم فعالية معالجة هذه المجففات وتأثيرها على تقليل محتوى الزيت المتبقي (ROC).

**2.11.II.أنواع مجففات بقايا الحفر :**

1- المجففات الأفقية: موضحة من قبل Hutchison-Hayes Dusters، هذه المجففات تستخدم قوة الطرد المركزي في تكوين أفقي لإزالة الزيت من العقل، كما هو موضح في الشكل.II18 .

2- المجففات العمودية: كما هو موضح في Vertis GTM من MI-SWACO، تستخدم هذه المجففات المثبتة عموديًا دوران عالي السرعة لتحقيق فصل الزيت بشكل فعال، كما هو موضح في الشكل. II. 19.

**3.11.II.فعالية معالجة مجففات الحفر :**

على سبيل المثال، بعض نتائج الدراسات والتحليلات:

1- نتائج البحث: أظهرت الدراسات، مثل تلك التي أجراها ميلتون وآخرون، الانخفاض الملحوظ في محتوى الزيت المتبقي (ROC) الذي تحقق من خلال استخدام مجففات الحفر. أبلغت الدراسة عن انخفاض من 11.8٪ إلى 2.1٪ [12].

2- المعالجة على نطاق واسع: أظهر تحليل كانون وزملاؤه لمعالجات مجففات الحفر عبر 23 بئراً انخفاضاً في معدل ROC من 11.47٪ إلى 3.99٪، مع قيم آبار فردية تتراوح من 2٪ إلى 6٪ [11].

تؤكد هذه النتائج على فعالية مجففات الحفر في تحقيق استرداد كبير للنفط وتلبية المتطلبات التنظيمية.

**4.11.II.فعالية معالجة مجففات الحفر :**

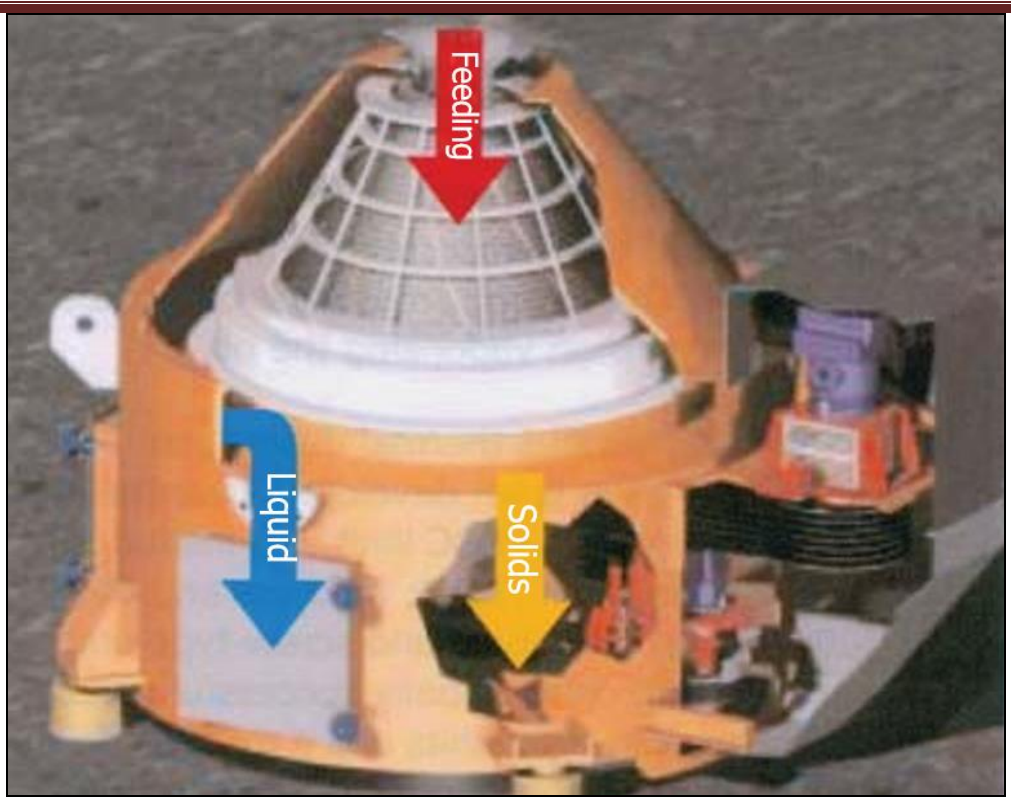
يوفر التبني الواسع لمجففات الحفر العديد من الفوائد لصناعة النفط والغاز. من خلال فصل الزيت بكفاءة عن الالرمال الملوثة، تساهم هذه المجففات في إجمالي:

1- **الاستدامة**: تساهم مجففات الحفر في استدامة عمليات الحفر التي تعتمد على النفط من خلال فصل الزيت بكفاءة عن القطع، وتقليل توليد النفايات، وتعزيز كفاءة الموارد.

2- **الامتثال البيئي:** تتوافق هذه المجففات مع اللوائح البيئية عن طريق تقليل وجود الهيدروكربون في القطع التي يتم التخلص منها، مما يساعد الشركات على تلبية المعايير البيئية الصارمة.

3- **الإدارة المبسطة للنفايات:** يعمل دمج مجففات الحفر في عمليات الحفر على تبسيط ممارسات إدارة النفايات وتقليل الأثر البيئي المرتبط بقطع الحفر التي تعتمد على النفط.

تلعب مجففات الحفر، التي تنشأ من صناعة الفحم، دورًا مهمًا في معالجة الرمال الملوثة الحفر التي تعتمد على النفط. من خلال آلية الطرد المركزي عالية السرعة، تتيح هذه المجففات فصل الزيت بكفاءة والاسترداد اللاحق، مما يعزز كفاءة الموارد ويقلل من النفايات. أثبتت الأبحاث المكثفة نجاحًا في الحد من ROC من خلال استخدام مجففات الحفر. علاوة على ذلك، فإن اعتماد هذه التقنيات يساهم في استدامة عمليات الحفر القائمة على النفط ويتماشى مع البيئة.




**الشكل II. 11:مجفف القطع العمودي (MI-SWACO، 2008).**

### II.12. الغسيل الكيميائي:

ظهرت تقنيات الغسيل الكيميائي كنهج واعد لإزالة النفط من الرمال الملوثة الحفر.

يشير الغسل الكيميائي إلى استخدام مواد كيميائية محددة لإذابة أو فصل الزيت عن قطع الحفر. الهدف الأساسي هو تحقيق انخفاض كبير في محتوى الزيت، مما يجعل عمليات القطع أكثر قابلية للإدارة البيئية. تشمل تقنيات الغسيل الكيميائي الشائعة في الصناعة الاستخلاص بالمذيبات والغسيل السطحي والمعالجة الحمضية. يتم استكشاف هذه الأساليب وإبراز مبادئها وآلياتها.

### II.12.1.فعالية الغسيل الكيميائي :

### II.12.1 .1.كفاءة إزالة الزيت :

يتم تقييم فعالية طرق الغسيل الكيميائي في تقليل محتوى الزيت بناءً على الدراسات التجريبية والتطبيقات الميدانية. يتم تقديم أمثلة لنتائج البحث لتوضيح الدرجات المتفاوتة لإزالة الزيت التي تحققت بواسطة تقنيات مختلفة.

### II.12.1. 2. العوامل المؤثرة على الفعالية:

يتم استكشاف العوامل المختلفة التي يمكن أن تؤثر على كفاءة الغسيل الكيميائي. وتشمل هذه تكوين الرمال الملوثة الحفر، ونوع وتركيز المواد الكيميائية المستخدمة، ومعايير التشغيل (مثل درجة الحرارة ووقت التلامس)، وتقنيات الخلط. يعد فهم هذه العوامل أمرًا بالغ الأهمية لتحسين عملية إزالة الزيت.

**2.12.II. مزايا وقيود الغسيل الكيميائي :**

1- **إزالة الزيت بكفاءة:** توفر طرق الغسيل الكيميائي مستوى عاليًا من الفعالية في إزالة الزيت من الرمال الملوثة الحفر. تتمتع المواد الكيميائية المحددة المستخدمة في العملية بالقدرة على إذابة الزيت أو فصله، مما يؤدي إلى تقليل محتوى الزيت بشكل كبير في الالرمال الملوثة.

2- **تعدد الاستخدامات:** يمكن تكييف تقنيات الغسيل الكيميائي لأنواع مختلفة من الرمال الملوثة الحفر التي تعتمد على الزيت، مما يجعلها مناسبة لمجموعة واسعة من التطبيقات. يسمح هذا التنوع بمعالجة فعالة لأنواع مختلفة من تلوث الزيت.

3- **فعالة من حيث التكلفة:** غالبًا ما توفر طرق الغسيل الكيميائي حلاً فعالاً من حيث التكلفة لإزالة الزيت مقارنة بطرق المعالجة الأخرى. يمكن أن يؤدي استخدام مواد كيميائية محددة إلى تسريع العملية وتقليل وقت المعالجة الإجمالي، مما يؤدي إلى توفير التكاليف المحتملة.

**3.12.II. اعتبارا تبيئية :**

1- **الانتقائية:** قد لا تكون طرق الغسيل الكيميائي فعالة في إزالة أنواع معينة من الملوثات الموجودة في الرمال الملوثة الحفر التي تعتمد على الزيت. قد يكون لبعض المواد الكيميائية انتقائية محدودة وقد لا تستهدف جميع مكونات الزيت أو المركبات العضوية الأخرى.

2- **الاعتبارات البيئية:** استخدام المواد الكيميائية في عملية الغسيل يثير مخاوف بيئية. قد تكون بعض المواد الكيميائية خطرة أو لها تأثيرات بيئية محتملة إذا لم يتم إدارتها بشكل صحيح. من الضروري ضمان التخلص السليم من النفايات ومعالجة النفايات السائلة الناتجة لمنع التلوث وتقليل الضرر البيئي.

3- **الامتثال التنظيمي:** يعد الامتثال للمعايير التنظيمية والإرشادات أمرًا ضروريًا عند تنفيذ تقنيات الغسيل الكيميائي. يجب اتباع التعامل السليم مع المواد الكيميائية وتخزينها والتخلص منها لتلبية اللوائح البيئية ومنع أي مشاكل قانونية.

**4.12.II. التأثيرات البيئية المحتملة :**

1- **تلوث التربة والمياه:** يمكن أن يؤدي التخلص غير السليم من النفايات السائلة المحملة بالمواد الكيميائية من عملية الغسيل إلى تلوث التربة والأجسام المائية. من الضروري تنفيذ تدابير الاحتواء والمعالجة المناسبة لمنع إطلاق المواد الضارة في البيئة.

2- **التأثيرات البيئية:** قد يكون لطرق الغسيل الكيميائي تأثيرات ضارة محتملة على النظم البيئية المحيطة. يمكن أن يؤدي تصريف المواد الكيميائية في المسطحات المائية إلى تعطيل الحياة المائية والتأثير على توازن النظام البيئي. تقييم هذه الآثار البيئية المحتملة والتخفيف من حدتها أمر ضروري للإدارة المستدامة للنفايات.

3- **مخاوف الصحة والسلامة:** قد يؤدي استخدام مواد كيميائية محددة في عملية الغسيل إلى مخاطر على الصحة والسلامة للعاملين المشاركين في عمليات المعالجة. يجب تنفيذ بروتوكولات السلامة والتدابير الوقائية المناسبة لتقليل المخاطر المحتملة وضمان رفاهية الموظفين.

تتأثر فعالية هذه الطرق في تقليل محتوى الزيت بعدة عوامل، بما في ذلك اختيار المواد الكيميائية، ومعايير التشغيل، وتقنيات الخلط. بينما يقدم الغسيل الكيميائي مزايا مثل الكفاءة العالية في إزالة الزيت وتعدد

الاستخدامات، فإنه يفرض أيضًا تحديات تتعلق بالتخلص من النفايات ومعالجة النفايات السائلة والتأثيرات البيئية المحتملة. لضمان التنفيذ المسؤول والمستدام للغسيل الكيميائي، من الضروري اتباع ممارسات إدارة النفايات المناسبة والالتزام باللوائح البيئية.

**خلاصة الفصل:**

خلال هذا الفصل، قمنا باستكشاف ومقارنة طرق مختلفة للتخلص من الرمال الملوثة ذات الأساس الزيتي. من الواضح أن اختيار طريقة العلاج المناسبة يتأثر بالعديد من العوامل الحاسمة، بما في ذلك التشريعات الحكومية، والمعايير البيئية للمشغل، واعتبارات التكلفة، ومتطلبات السلامة، والجدوى اللوجستية.

من المهم أن ندرك أنه لا يوجد حل واحد يناسب الجميع للتخلص من الرمال الملوثة الحفر التي أساسها النفط. يجب اختيار كل طريقة بعناية بناءً على المتطلبات المحددة للتطبيق الميداني. على سبيل المثال، في عمليات الحفر البحرية حيث تكون مساحة السطح محدودة، فإن طرق المعالجة على مساحة كبيرة غير مجدية. وبالتالي، فإن الرمال الملوثة الحفر القائمة على النفط في الخارج تستخدم بشكل أساسي تقنية TCC نظرًا لتصميمها المضغوط ومدى ملاءمتها التشغيلية.

علاوة على ذلك، يمكن أن يؤدي الجمع بين طرق المعالجة المتعددة إلى فوائد كبيرة من حيث كفاءة المعالجة وتلبية متطلبات سياسة الانبعاثات الصارمة. غالبًا ما تتطلب مناطق تطوير الغاز الصخري مثل Weiyuanو Changning في Sichuan ممارسات "انبعاثات صفرية". لتحقيق هذا الهدف، يتم استخدام نهج تسلسلي. يتم استخدام طرق الامتزاز الحراري أو الاستخلاص بالمذيبات مبدئيًا لتقليل محتوى الزيت في حفر الحفر وتسهيل استخلاص الزيت. بعد ذلك، يتم استخدام تقنيات التصلب / التثبيت أو الحرق لمعالجة المخلفات الصلبة المتبقية، مما يضمن الامتثال للمعايير التنظيمية.

لا يؤدي تكامل طرق المعالجة المختلفة إلى تعزيز الكفاءة الكلية لمعالجة رمال الحفر القائمة على الزيت فحسب، بل يضمن أيضًا الإدارة المسؤولة لمواد النفايات هذه. من خلال إزالة المكونات الضارة مثل الهيدروكربونات والمعادن الثقيلة، يمكن تقليل التأثيرات البيئية، ويمكن تحقيق الامتثال للمتطلبات التنظيمية.

يجب على المشغلين وأصحاب المصلحة إجراء تقييمات شاملة للنظر في المتطلبات والقيود المحددة لكل عملية حفر. من خلال التقييم الدقيق لعوامل مثل تكوين الرمال الملوثة الحفر، والمساحة المتاحة، ومستويات استعادة النفط المرغوبة، يمكن وضع نهج مخصص لتحقيق إدارة فعالة ومستدامة لشتلات الحفر القائمة على النفط.

في الختام، يتطلب التخلص من الرمال الملوثة الحفر التي تعتمد على النفط نهجًا شاملاً يأخذ في الاعتبار العوامل المختلفة. يجب أن يتوافق اختيار طرق العلاج مع اللوائح الحكومية والمعايير البيئية واعتبارات التكلفة ومتطلبات السلامة والجدوى اللوجستية. يمكن أن يؤدي الجمع بين الطرق المناسبة، مثل الامتصاص الحراري، واستخراج المذيبات، والتصلب / التثبيت، والحرق، إلى معالجة فعالة مع الالتزام بسياسات الانبعاثات الصارمة. سيساهم البحث والتطوير المستمر في هذا المجال في تطوير تقنيات فعالة وصديقة للبيئة لمعالجة الرمال الملوثة الحفر التي تعتمد على النفط. من خلال استخدام أنسب الأساليب والالتزام بالمعايير التنظيمية، يمكن للصناعة أن تدير بفعالية التأثير البيئي المرتبط بقطع الحفر القائمة على النفط، مما يضمن ممارسات مستدامة مع تلبية الاحتياجات التشغيلية.

# الفصل الثالث:

# خصائص المواد المستعملة وصياغة خرسانة الرمل

### 1.III. مدخل:

الخرسانة هي مادة صلبة ورمادية تستخدم في البناء والإنشاءات. تتميز الخرسانة بخواصها الميكانيكية والفيزيائية الممتازة، وهي تتشكل من خلط مواد مختلفة مثل الرمل والحصى والإسمنت والماء والمحسنات والأضافات الأخرى. وتختلف تركيبة الخرسانة حسب استخداماتها المختلفة وظروف البيئة التي تستخدم فيها. يوجد العديد من البحوث والدراسات التي تهدف إلى تحسين تركيبة الخرسانة. وجعلها مادة صناعية أكثر تطورا وفعالية في الاستخدام

### 2.III. خصائص المواد المستعملة:

ارتأينا في هذه الدراسة استخدام رمل آبار البترول المعالج بالحرارة والذي يتوفر بكثرة في حقول النفط في جنوب الوطن وكذلك رمل البعاج الموجود في المنطقة، في تحسين خصائص خرسانة الرمل. كما يمكن استخدام الاسمنت المقاوم للسلفات (CRS)في بسكرة لتحسين الخواص اللازمة لتطبيق خرسانة الرمل. ومن الممكن أيضًا تطوير صيغ خاصة للاستفادة من هذه الموارد بأفضل طريقة ممكنة وتحقيق أفضل النتائج.

### 1.2.III. الرمل:

يتم الحصول عليها عن طريق التفتت الطبيعي للصخور داخل الأرض بسبب معدات الحفر وطين الحفر وأيضًا من خلال المعالجة الحرارية اللاحقة. لتحضير الخرسانة يتم استخدام رمل الآبار ورمال البعاج والتي يجب أن تكون خالية من المواد المتفاعلة مثل الأملاح والأحماض والمواد القلوية وكذلك الأتربة والشوائب العضوية حيث يجب ألا تزيد هذه النسبة عن 3٪ للرمل الطبيعي و 5 ٪ للرمل المسحوق. وهو معرف حسب المواصفات القياسية بالقواعد:

(NFP 18-101،)NFP 18-301

كل أنواع الرمل يمكن استعمالها في خرسانة الرمل بشرط واحد من شأنها أن يقيد هذا الاستعمال ألا وهو النقاوة (La propreté).

في هذه الدراسة سنتناول الرمال الطبيعية التي سنستعملها كشاهد وهي رمال منطقة البعاج لولاية لمغير مع إضافات رمل الآبار البترولية لمنطقة حاسي مسعود وسنعرض بعض نتائج التجارب المجرات.

#### 1.1.2.III. التحليل الكيميائي:

**الجدول1.III: النسب المئوية للمكونات الكيميائية لرمل الآبار البترولية.**

| رمل الآبار البترولية | النسب المئوية للمكونات |
|---|---|
| %70.10 | Insoluble |
| %3.91 | Carbonates |
| %25.43 | Sulfates37 |

### 2.1.2.III. الكتلة الحجمية:

هي نسبة الكتلة إلى الحجم لمادة ما، وتستخدم لتحديد كثافة المواد الصلبة الهشة والمساحيق المختلفة. وفي صناعة الخرسانة، يتم استخدام الكتلة الحجمية لتحديد كثافة الحصى والأحجار والرمل والأسمنت وغيرها من مكونات الخرسانة. وبالتالي، فإن معرفة الكتلة الحجمية هي مهمة لضمان نوعية الخرسانة وأدائها الجيد.

.[35]NFP 18-301

#### a. الكتلة الحجمية الظاهرية (Masse Volumique Apparante):

هي النسبة بين وزن العينة الكلي على الحجم الكلي وتعطى بالعلاقة:

$$P_{app} = \frac{M_T}{V_T} \qquad (3.1)$$

Papp= الكتلة الحجمية الظاهرية.

MT= وزن العينة الكلي.

VT= حجم العينة الكلي.

#### b. الكتلة الحجمية المطلقة (Masse Volumique Absolue):

وهي النسبة بين وزن الحبيبات الصلبة على حجم الحبيبات الصلبة وتعطى بالعلاقة:

$$P_{ab} = \frac{M_s}{V_s} \qquad (3.2)$$

Pab= الكتلة الحجمية المطلقة.

Ms= وزن الحبيبات الصلبة.

Vs= حجم الحبيبات الصلبة.

والجدول الموالي يعرض النتائج المتحصل عليها.

**الجدول:2.III: الكتلة الحجمية الظاهرية والمطلقة لرمل الآبار البترولية ورمل البعاج.**

| النوع | الكتلة الحجمية الظاهرية ($kg/m^3$) | الكتلة الحجمية المطلقة ($kg/m^3$) |
|---|---|---|
| رمل الآبار البترولية (100%) | 1.452 | 1.69 |
| رمل البعاج (100%) | 1610 | 2620 |
| 50% رمل الآبار البترولية+ 50% رمل البعاج | 1518.13 | 2095 |

### 3.1.2III. معامل امتصاص الماء.:(Coefficient d'absorptiomd'eau)

يعرف بواسطة القاعدة NFP 18-555[35]، هذه التجربة تحسب المسامية الداخلية في الحبيبات وهي تعرف بكونها النسبة بين الوزن الرطب للعينة على الوزن الجاف وتعطى بالعلاقة[36].

$$A_b = \left[\frac{M_a - M_s}{V_s}\right] \times 100 \qquad (3.3)$$

Ab= معامل امتصاص الماء (%).

Ma= كتلة العينة قبل التجفيف.

Ms= كتلة العينة بعد التجفيف وقبل الوصول إلى 105 °م وكانت النتائج كما يلي:

**الجدول3.III: النسبة المئوية المعامل امتصاص الماء.**

| نوع الرمل | معامل امتصاص الماء(%)Ab |
|---|---|
| **رمل الآبار البترولية** | 0.05 |
| **رمل البعاج** | 0.091 |

نلاحظ أن قدرة امتصاص حبيبات الرمل للماء جد ضعيفة لأنه ممزوج ونظرا لقدرة الزيت على صد مرور الماء.

### 4.1.2.III. المكافئ الرملي (Equivalent de Sable):

يعرف بواسطة القاعدة NFP 18-598، الهدف منه هو تحديد نسبة الغضار والمواد العالقة الموجودة في الرمل لمعرفة ما مدى نقاوة وصلاحية استعماله في الخرسانة والملاط.

**مبدأ التجربة:**

يتضمن هذا الاختبار:

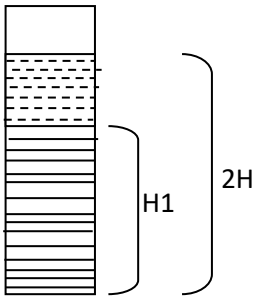
- غمس وزن محدد من الرمل في محلول floculant.
- بعدها نقوم بالإثارة والرج بواسطة الجهاز لمدة 30 ث.
- نقوم بتسوية العينة ثم نتركها لمدة 20 دقيقة.
- ثم نقيس ارتفاعات الرواسب.

*طبقة سفلى تمثل الرمل الصافي ارتفاعها (H1).

* طبقة علية تمثل الرمل مع الشوائب ارتفاعها (H2).

المكافئ الرملي يعطى عن طريق:

$$Es = \left(\frac{H_1}{H_2}\right) \times 100 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.4)$$




**الشكل III. 1: الأداة المستعملة في تجربة المكافئ الرملي.**

بعد القيام بالتجارب وجدنا النتائج المدونة في الجدول التالي:

**الجدول4.III: النسب المئوية للمكافئ الرملي (ES).**

| تركيبة الرمل | المكافئ الرملي (ES) % |
|---|---|
| **رمل آبار البترول (SPP)** | %80.5 |
| **رمل البعاج** | %98 |
| **50% رمل الآبار البترولية+ 50% رملالبعاج** | %85.71 |

كل الاختبارات أعطت معامل ES> 80 ومع ذلك، نلاحظ الغياب شبه التام للدقائق الطينية.[36]

### III.5.1.2. التدرج الحبيبي (Analyse granulométrique):

يقصد بتجربة التدرج الحبيبي فصل المقاسات المختلفة من الركام بعضها عن بعض أي تعيين التوزيع الحجمي لحبيبات الركام ويكون ذلك باستعمال التحليل بالغربلة بواسطة مجموعة من الغرابيل مرتبة حسب مقاس فتحاتها وموضوعة فوق بعضها البعض بحيث يكون أكبرها مقاسًا إلى الأعلى، هذه التجربة تمكننا من حساب مختلف النسب لمقاييس الحبيبات المكونة للعينة المدروسة وتعرف هذه التجربة بواسطة المواصفات.

NFP 18- 560. [40]

سندرس خمس حالات من العينات ذات نسب مختلفة من كلا النوعين من رمل الابار البترولية المعالج بالحرارة المأخوذ من منطقة حاسي مسعودو رملالبعاج.

- العينة الأول: 100% رمل الآبار البترولية المعالج بالحرارة.
- العينة الثانية: 100% رمل البعاج.
- العينة الثالثة: 20% رمل الآبار البترولية المعالج بالحرارة + 80% رمل البعاج.
- العينة الرابعة: 10% رمل الآبار البترولية المعالج بالحرارة + 90% رمل البعاج.
- العينة الخامسة: 05% رمل الآبار البترولية المعالج بالحرارة + 95% رمل البعاج.

إن القاعدة تنص على أن الوزن الأصغر المستعمل في العينة يكون يحقق العلاقة التالية: [34]،[37]

$$M \geq 0.2Dmax \qquad (3.4)$$

حيث:

M= وزن العينة ب كلغ

Dmax= القطر الأعظمي للحبيبات مأخوذ بـ ملم

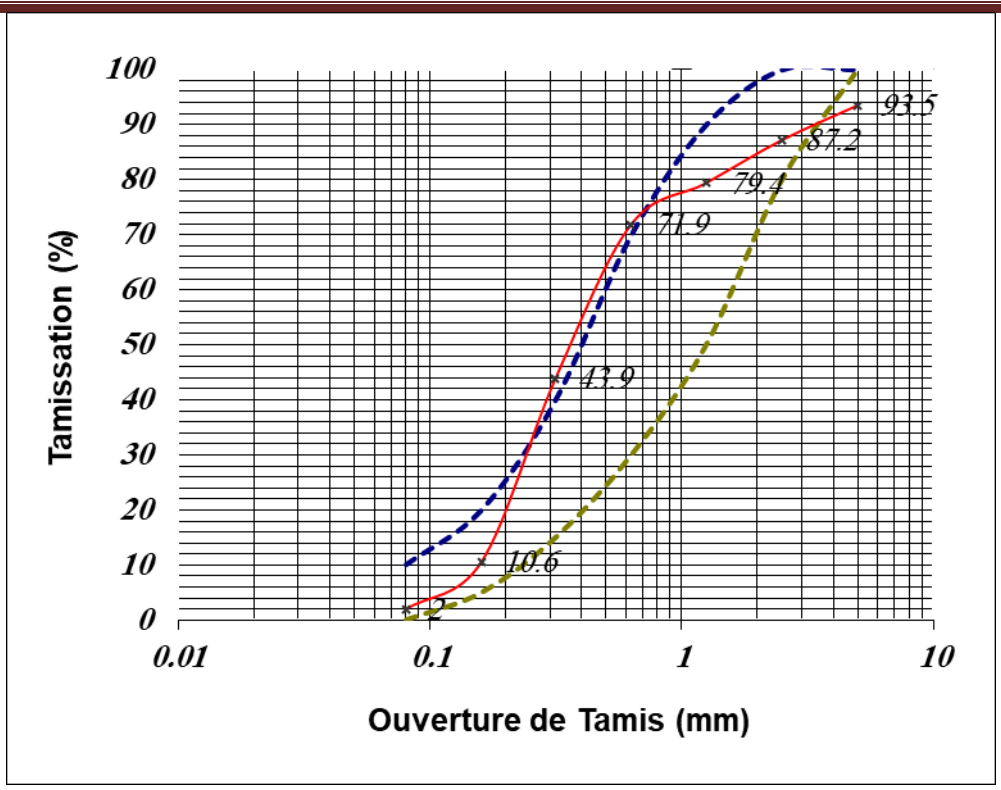
استعملنا في هذه التجربة 2 كلغ من الرمل إذ هي القيمة العلمية [37] فكانت النتائج كما يلي:

الجدول أدناه يوضح بعض النتائج المتوسطة للغيات:

**الجدول الأول:**

**الجدولIII.5: نتائج تجربة التدرج الحبيبي للعينة الأولى 100% رمل البعاج.**

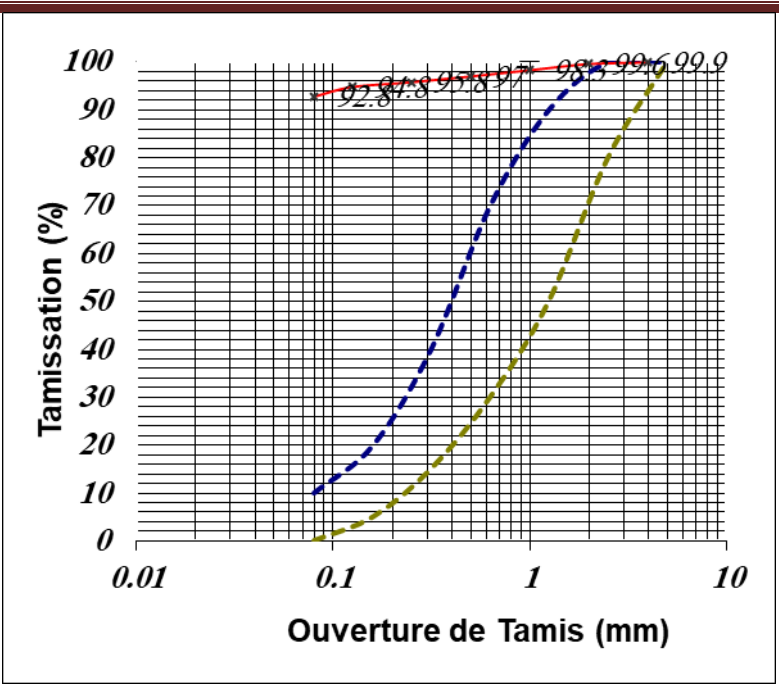
| فتحات الغربال بـ (mm) | المجمع الجزئي RP(g) | المتبقي المجمع بـ Rc(g) | نسبة المتبقي المجمع Rc(%) | المار المجمع بـ T(%) |
|---|---|---|---|---|
| 10 | 25 | 25 | 2.5 | 97.5 |
| 5 | 40 | 65 | 6.5 | 93.5 |
| 2.5 | 63 | 128 | 12.8 | 87.2 |
| 1.25 | 78 | 206 | 20.6 | 79.4 |
| 0.63 | 75 | 281 | 28.1 | 71.9 |
| 0.315 | 280 | 561 | 56.1 | 43.9 |
| 0.16 | 333 | 894 | 89.4 | 10.6 |
| 0.08 | 86 | 980 | 98 | 2.0 |




الشكل2.III: نتائج تجربة التدرج الحبيبي للعينة الأولى 100% رمل البعاج.

الجدول6.III:نتائج تجربة التدرج الحبيبي للعينة الأولى 100% رمل الآبار البترول المعالج بالحرارة.

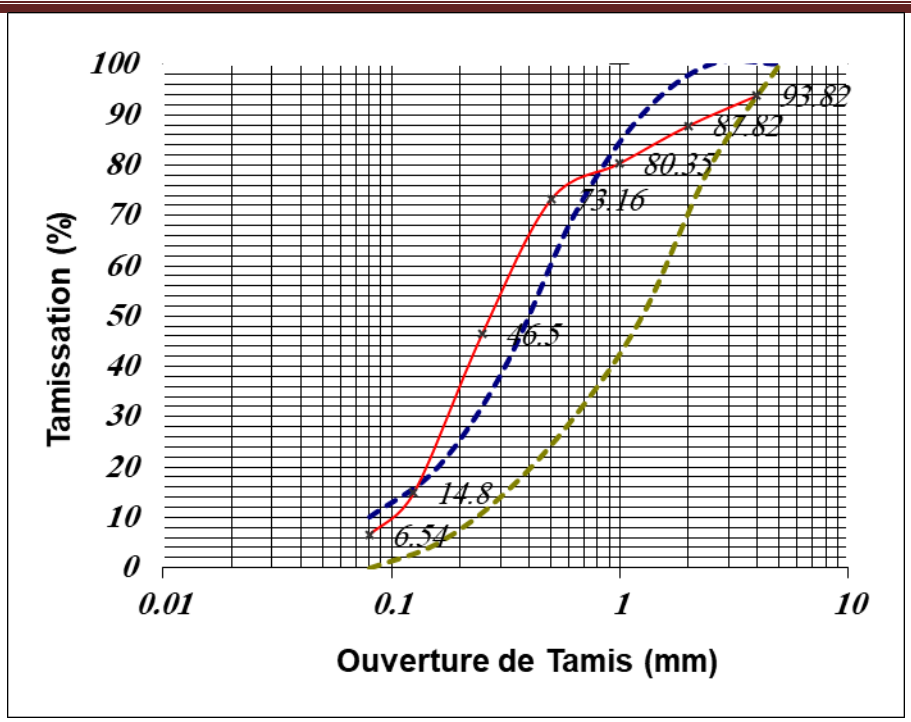
| المار المجمع بـT(%) | نسبة المتبقي المجمع Rc(%) | المتبق بالمجمع بـRc(g) | المجمع الجزئي RP(g) | فتحات الغربال بـ (mm) |
|---|---|---|---|---|
| 100.0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| 99.9 | 0.1 | 1 | 1 | 5 |
| 99.6 | 0.4 | 4 | 3 | 2.5 |
| 98.3 | 1.7 | 17 | 13 | 1.25 |
| 97.0 | 3 | 30 | 13 | 0.63 |
| 95.8 | 4.2 | 42 | 12 | 0.315 |
| 94.8 | 5.2 | 52 | 10 | 0.16 |
| 92.8 | 7.2 | 72 | 20 | 0.08 |




**الشكل 3.III :منحنى تجربة التدرج الحبيبي للعينة الأولى 100% رمل آبار البترول المعالج بالحرارة.**

**الجدول7.III:نتائج تدرج الحبيبي للعينة بنسب مختلفة رمل ابآر البترول المعالج بالحرارة ورمال البعاج.**

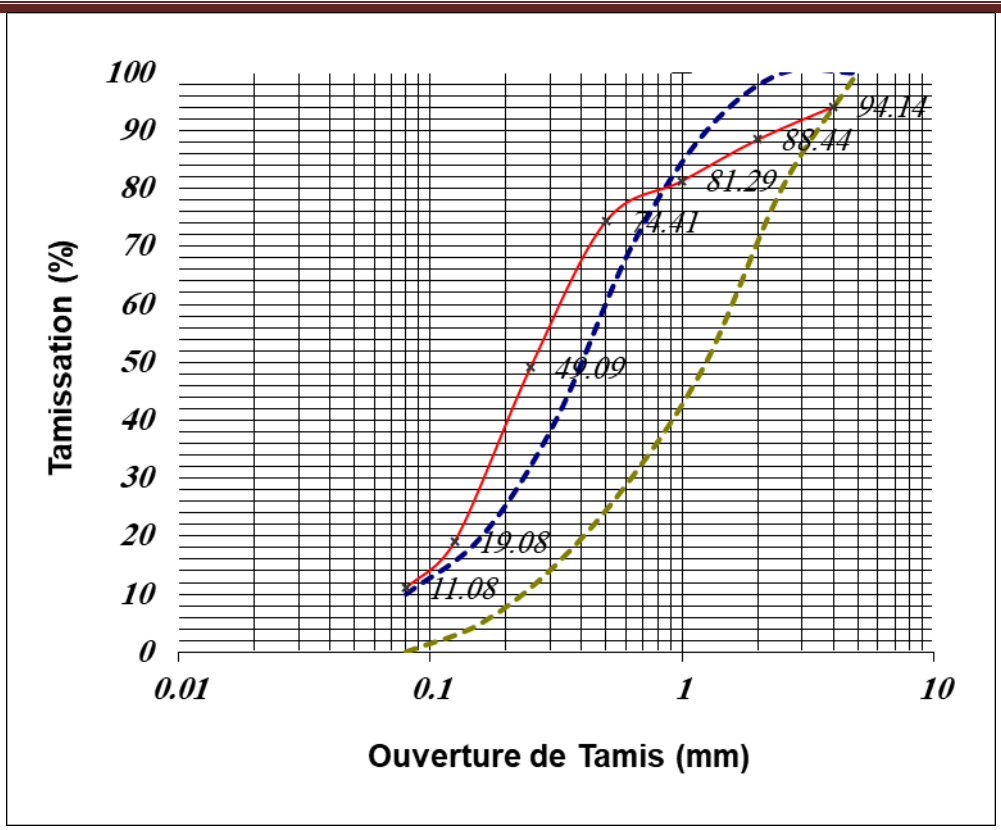
| فتحات الغربال بـ(mm) | نسبة المتبقي المجمع Rc(%) | Tamis (mm) 95%+5% |
|---|---|---|
| 10 | 2.27 | 97.63 |
| 5 | 6.18 | 93.82 |
| 2.5 | 12.18 | 87.82 |
| 1.25 | 19.65 | 80.35 |
| 0.63 | 26.84 | 73.16 |
| 0.315 | 53.5 | 46.50 |
| 0.16 | 85.2 | 14.80 |
| 0.08 | 93.46 | 6.54 |




**الشكلIII.4.I: منحنى تدرج الحبيبي للعينة 95%+5% بنسب مختلفة رمل ابآر البترول المعالج بالحرارة ورمل البعاج**

**الجدولIII.8: نتائج تدرج الحبيبي للعينة 90%+10% والعينة الثانية بنسب مختلفة رمل ابآر البترول المعالج بالحرارة ورمل البعاج**

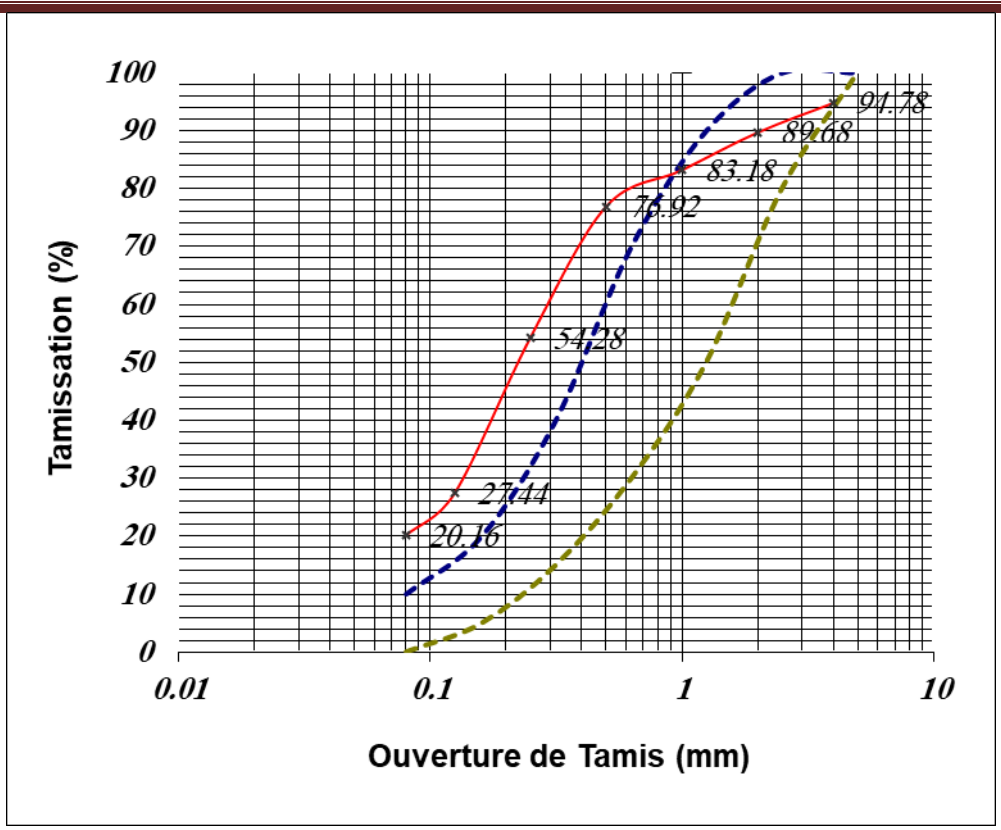
| فتحات الغربال بـ(mm) | نسبة المتبقي المجمع Rc(%) | Tamis (mm) 90%+10% |
|---|---|---|
| 10 | 2.25 | 97.75 |
| 5 | 5.86 | 94.14 |
| 2.5 | 11.56 | 88.44 |
| 1.25 | 18.71 | 81.29 |
| 0.63 | 25.59 | 74.41 |
| 0.315 | 50.91 | 49.09 |
| 0.16 | 80.92 | 19.08 |
| 0.08 | 88.92 | 11.08 |




**الشكل 5.III: منحنى تدرج الحبيبي للعينة 10%+90% والعينة الثانية بنسب مختلفة رمل ابآر البترول المعالج بالحرارة ورمل البعاج**

**الجدول 9.III:نتائج تدرج الحبيبي للعينة 20%+80% والعينة الثانية بنسب مختلفة رمل ابآر البترول المعالج بالحرارة ورمل البعاج**

| Tamis (mm) | Tamis (%) 90%+20% | نسبة المتبقي المجمع Rc(%) 90%+20% |
|---|---|---|
| 10 | 98.00 | 2 |
| 5 | 94.78 | 5.22 |
| 2.5 | 89.68 | 10.32 |
| 1.25 | 83.18 | 16.82 |
| 0.63 | 76.92 | 23.08 |
| 0.315 | 54.28 | 45.72 |
| 0.16 | 27.44 | 72.56 |
| 0.08 | 20.16 | 79.84 |




**الشكل 6.III:منحنى تدرج الحبيبي للعينة 20%+80% والعينة الثانية بنسب مختلفة رمل ابآر البترول المعالج بالحرارة ورمل البعاج**

### 6.1.2.III. معيار النعومة (Module de finesse):

ويتم تقيمه بواسطة معيار يسمى المقياس، حيث يساوى مجموع النسب المئوية للمتبقي المجمع للمناخل القياسية الستة (2.5،1.25،0.63،0.315،0.16، 5 ) مقسوماً على 100.

ويعبر معيار النعومة عن الحجم المتوسط لحبيبات الركام وهو لا يدل على مدى تدرج الركام من عدمه، ويستخدم معيار النعومة في بعض طرق تصميم الخلطات الخراسانية ومن أجل الرمل نستطيع تعريف ثلاث مجالات لمعاير النعومة للرمل حيث [38]:

- المجال A المفضل المستعمل في الخرسانة أو الملاط بين 2.2 – 2.8.
- المجال B رمل تميل حبيباته إلى الدقة بين 1.8 – 2.2.
- المجال C رمل تميل حبيباته إلى الخشونة بين 2.8 – 3.2.

$$Mf = \frac{\sum Rc}{100} \quad \text{.....(3.6)}$$

-
- Rc: المتبقي المجمع ب (%) للغرابيل (38 إلى 23 )
- إذا معيار النعومة لكل عينة وبعد الحساب هو:

**جدول 10.III: معيار النعومة لكل عينة**

| العينة | الأولى | الثانية | الثالثة | الرابعة | الخامسة |
|---|---|---|---|---|---|
| معامل النعومة Mf | 0.29 | 2.16 | 1.76 | 1.96 | 2.06 |

- **بالنسبة للعينة الأولى:** التي تحتوي على نسبة 100%من رمل الآبار البترولية المعالجة بالحرارة ومن خلال قيمة معامل النعومة Mf التي تساوي 0.29 نستنتج أن هذا الرمل دقيق جدا وذو تدرج حبيبي ضيق لغياب العناصر ما بين 0.63 إلى 5 مم، وعند مقارنة المجال للمنحنى المرجعي مع المنحنى المتحصل عليه نجده خارج المجال، ولاستعمال هذا الرمل يتطلب ذلك القيام بتصحيح ونقترح التصحيح ربما برمل الآبار البترولية.

- **بالنسبة للعينة الثانية:** التي تحتوي على نسبة 100% من رمل البعاج ومن خلال قيمة معامل النعومة Mf التي تساوي 2.16 نستنتج أن هذا الرمل حجمه متوسط وذو تدرج حبيبي مقبول ومفضل لأنه موجود في المجالA بين 2.2 – 2.8، وعند مقارنة المجال للمنحنى المرجعي A مع المنحنى المتحصل عليه نجده داخل هذا المجال، وبالتالي نقترح هذه العينة كأحد الخيارات.

- **بالنسبة للعينة الثالثة:** التي تحتوي على نسبة 20% من الآبار البترولية المعالجة بالحرارة + نسبة 80% من رمل البعاج ومن خلال قيمة معامل النعومة Mf التي تساوي 1.76 نستنتج أن هذا الرمل تقريبا متوسط يميل أكثر إلى الدقة وذو تدرج حبيبي موجود في المجال B رمل تميل حبيباته إلى الدقة بين 1.8 – 2.2، حيث نلاحظ ان المنحنى. عند مقارنة المجال للمنحنى المرجعي مع المنحنى المتحصل عليه نجده يدخل في المجال للمنحنى المرجعي في بعض النقاط ويخرج منه في بعض النقاط الاخرى.

- **بالنسبة للعينة الرابعة**: التي تحتوي على نسبة 10% من الآبار البترولية المعالجة بالحرارة + نسبة 90% من رمل البعاج ومن خلال قيمة معامل النعومة Mf التي تساوي 1.96 نستنتج أن هذا الرمل تقريبا متوسط يميل أكثر إلى الدقة وذو تدرج حبيبي موجود في المجال B رمل تميل حبيباته إلى الدقة بين 1.8 – 2.2، حيث نلاحظ ان المنحنى. عند مقارنة المجال للمنحنى المرجعي مع المنحنى المتحصل عليه نجده يدخل في المجال للمنحنى المرجعي في بعض النقاط ويخرج منه في بعض النقاط الاخرى.

- **بالنسبة للعينة الخامسة:** التي تحتوي على نسبة 05% من الآبار البترولية المعالجة بالحرارة + نسبة 95% من رمل البعاج ومن خلال قيمة معامل النعومة Mf التي تساوي 2.06 نستنتج أن هذا الرمل تقريبا متوسط يميل أكثر إلى الدقة وذو تدرج حبيبي موجود في المجال B رمل تميل حبيباته إلى الدقة بين 1.8 – 2.2، حيث نلاحظ ان المنحنى. عند مقارنة المجال للمنحنى المرجعي مع المنحنى المتحصل عليه نجده يدخل في المجال للمنحنى المرجعي في بعض النقاط ويخرج منه في بعض النقاط الاخرى.

**II.2.2.الاسمنت :**

الإسمنت هو مادة تستخدم في البناء والتشييد، ويتم إنتاجه من خلال خلط مواد معينة مثل الحجر الجيري والطفلة والغبار الناتج من صناعة الأسمنت مع بعض المركبات الكيميائية الأخرى.وهو رابط مائي ضروري مصنّع غير عضوي له خاصة التفاعل مع الماء وتكوين عجينة لدنة قادرة عند تصلبها على ربط الرمل والحصى والحجارة التي تخلط بها، وبذلك يتشكل الملاط Mortier والخرسانة Béton المقاومان لتأثير العوامل الطبيعية والماء تأثيراً مديداً. يعد الإسمنت من أهم مواد البناء، ويرجع تصلبه إلى التفاعلات الكيماوية القائمة على تمييه Hydratation سيليكات الكلسيوم و ألومیناتهوكبريتاته التي يتركب منها. وأنواعه كثيرة أشهرها وأكثرها انتشاراً «الإسمنت البرتلندي».

الاسمنت المستعمل هو اسمنت من نوعI / A 42.5 CRS CEMمتواجد في السوق المحلي مصنوع من طرف مصنع الاسمنت بي بسكرة.

نتائج التجارب المجرات على هذا النوع من الاسمنت بخصوص الكتلة الحجمية الظاهرية والمطلقة معطاة مسبقا في البطاقة التقنية لنوع الاسمنت**[39]**.

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

الكتلة الحجمية الظاهرية :$\rho_{ab}$ =2120 Kg/m$^3$

وفيما يلي نتطرق الى بعض التحارب :

**1.2.2.III المساحة السطحية للاسمنتSurface spécifique :**

هي خاصية فيزيائية تحدد نعومة الاسمنت فبقدر ما يكون الاسمنت مطحون أكثر فبقدر ما تكون المساحة النوعية السطحية أكبر، وتعتبر النعومة من أهم الخواص التي توثر على العناصر التالية:

- نسبة التفاعل الكيميائي
- تطور المقاومة
- كمية الأسمنت الضرورية لتغليف مجمل حبيبات الركام (الرمل،الحصى) لدعم الترابط بين كل الحبيبات.

ويقاس بالمقارنة مع اسمنت مرجعي محدد السطح الذي هو معروف. فهو يعرف حجم تمرير الهواء عبر مسحوق الاسمنت على مساحة من هذا المسحوق هو أكثر أهمية، والوقت الذي يستغرقه للهواء بالمرور عبر مسحوق طويلة. في الظروف القياسية، على مساحة محددة تتناسب مع $\sqrt{t}$. لاختبار ما يسمى ب "بلين" السطح بلين (NFP 15-442) محددة تعطى بالمعادلة التالية:

$$SSB = \frac{k\sqrt{e^3}\sqrt{t}}{\rho(1-e)\sqrt{\eta}} \quad \text{.....(3.7)}$$

t : زمن مرور الهواء عبر طبقة المسحوق بالثانية.

η : لزوجة الهواء عند درجة الحرارة المجرات فيها التجربة.

ρ : الكتلة الحجمية المطلقة ب g/cm$^3$.

K : ثابت الجهاز.

e : النفاذية.

المساحة السطحية للاسمنت المستعمل (اسمنت بي بسكرة) مقاسه في مخبر مطحنة الاسمنت أعطى 3859 cm$^2$/g.

**2.2.2III: زمن التصلب:**

يتفاعل الاسمنت كيمائيا مع الماء ثم بعد مرور ساعة أو أكثر يبدء العجين في إظهار شيء من التماسك الأولي نعبر عنه بزمن بداية التصلب هذا الوقت المنقضى بين بداية خلط الماء مع الاسمنت و بداية التصلب يسمى اصطلاحا زمن التصلب وهو مهم بالنسبة لعملية تشغيل الخرسانة ( خلطها، تحميلها، رفعها، ضخها، وكذلك هزها).

يختلف زمن التصلب على حسب نوعية الاسمنت ونعومته وكمية الماء ودرجة الحرارة ولذلك نقوم بتحديده على عجين قياسي معد حسب نسبة الماء المثالية و في درجة حرارة محددة بـ 20 درجة مئوية و باستعمال جهاز فيكا Vicat محمول بالإبرة بعد زمن بداية التصلب يتواصل التماسك حتى يصبح العجين عبارة عن كتلة واحدة هذا ما نسميه نهاية زمن التصلب.

ويكون عموما زمن التصلب أكثر من 90 دقيقة بالنسبة للاسمنت العادي في درجة حرارة 20 درجة مئوية. أما بالنسبة للاسمنت المستعمل في الدراسة (اسمنت عين التوتة) فحسب البطاقة التقنية فإن [38]،[40]:

الزمن الابتدائي للتصلب : 128 دقيقة

الزمن النهائي للتصلب : 184 دقيقة

**2.2.3III الخصائص الكيمائية:**

التحليل الكيميائي للاسمنت معطى مسبقا في البطاقة التقنية لنوع الاسمنت على حسب النسب المئوية المشكلة لهذه المادة النتائج معطاة في الجدول التالي [40].

**الجدول11.III:التحليل الكيميائي للاسمنت.**

| الخصائص الكيميائية | | القيمة |
|---|---|---|
| التحليل الكيميائي % | Peste au feu | 1.9-1.0 |
| | Teneur en suffates ($So_3$) | 2.6-2.2 |
| | Teneur en Oxyde de magnésium (Mgo) | 2.8-1.7 |
| | Teneur en chlorures (CL) | 0.05-0.02 |
| | Résidu insoluble | $\geq$ 0.75 |
| مكونات الكلانكير% | $C_3S$ | 66-56 |
| | $C_3A$ | 3.0-1.4 |
| | $C_4AF+2C_3A$ | $\geq$ 20 |

**ملاحظة :** يعتبر استخدام الكلس والسيليس في صناعة الأسمنت ممارسة شائعة ومعتادة، حيث تلعب هذه المكونات دورا رئيسيا في تكوين المواد الأساسية للأسمنت. فالكلس يستخدم كمادة خام أساسية في صناعة الأسمنت، في حين يستخدم السيليس لتحسين خواص الأسمنت وزيادة متانته وقوته. ويرجع هذا الاستخدام إلى الخصائص الفيزيائية والكيميائية لهذه المواد وقدرتها على تحسين خصائص الأسمنت.

**4.2.2.III. مقاومة الضغط :**

يتميز الأسمنت بقوته الانضغاطية بعد يومين وسبعة أيام وبعد ثمانية وعشرين يومًا من لحظة تحضير الخليط. يتم ذلك على مواد اختبار من الملاط العادي والمواصفات الخاصة لعينات الخرسانة المحددة بالمعايير الدولية والحكومية. يتبع ذلك طرق اختبار فيزيائية وميكانيكية محددة[40،41].

**5.2.2.III. المعامل الهدروليكيIndice d' hydraulicité:**

يتم حساب المعامل الهدروليكي أو معامل فيكات (Vicat) بوحدة (دقيقة) ويشير إلى النسبة أو الكسر الحامضي لمكونات الأسمنت المضافة في الخلطة، وهو بذلك يعكس قدرة الأسمنت على الاندماج والتصلب عند عمليات الخلط والتصنيع. يتم قياس هذا المعامل عند عملية اختبار فيكات، ويمكن استخدامه لتقييم جودة الأسمنت وقدرته على تحمل الضغوط.

**القاعدة:**

$$I = \frac{SiO2 + Al2O3}{MgO + CaO} = 0.44 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.8)$$

الأسمنت المستخدم I = 0.44 < 0.5 إذن الاسمنت محايد. **[42]**

والجدول (9.III) يلخص بعض الخصائص الميكانيكية والفيزيائية لإسمنت مصنع عين التوتة مجراه في المخبر التابع للمصنع.

**3.2.III. الماء:**

الماء هو عنصر مهم في صناعة الأسمنت، ويستخدم كمادة خام أساسية في عملية الخلط مع الإسمنت لتكوين المزيج الذي يستخدم في صناعة الخرسانة والحوائط والأسفلت والمنتجات الأخرى.

**ـأهمية الماء :**

1. الماء ضروري لكي يتم التفاعل الكيماوي بين الاسمنت والماء.
2. وهو ضروري أيضا لكي تمتصه الحبيبات المستعملة في الخرسانة.
3. يعطي الماء الخليط المؤلف من الركام الخشن والناعم والاسمنت درجة مناسبة من الليونة تساعده على التشغيل والتشكيل.
4. بوجود الماء يمكن خلط مقدار أكبر من الحبيبات بنفس الكمية من الأسمنت.
5. إن الماء يعطي حجماً للخرسانة يتراوح ما بين 15-20 %.
6. يضيع جزء من الماء المxوجود في خلطة الخرسانة أثناء عملية التبخر.
7. إن الماء ضروري لعمليات إيناع الخرسانة أثناء تصلبها.

**النسبة المائية الإسمنتية E/C:**

النسبة المائية الإسمنتية e/c هي نسبة كمية الماء إلى كمية الإسمنت في خلطة الخرسانة. وهذه النسبة تعبر عن كمية الماء المستخدمة لكل جزء من الإسمنت .على سبيل المثال، إذا كانت النسبة المائية الإسمنتية e/c تساوي 0.5، فذلك يعني أنه تم استخدام نصف وزن الإسمنت من الماء في الخلطة .يعتمد اختيار النسبة المائية الإسمنتية على الحالة الخرسانية والاستخدام المقصود للخرسانة والظروف البيئية المحيطة بها. على عموم، فإن استخدام نسبة الماء الملائمة يسمح بتحقيق خرسانة أكثر متانة وجودة.

**1.3.2.III. خواص الماء المستعمل في الخرسانة:**

يعتبر الماء من المكوّنات الهامة في الخرسانة، حيث يؤدي دورًا حيويًا في عملية الخلط والتصلب. وتعتمد خواص الماء المستعمل في الخرسانة على نوعية ونقاوة الماء وحسب المواصفات التي يتم تحديدها .ومن أهم خواص الماء المستخدم في الخرسانة:

1- النقاء والصفاء: يجب استخدام ماء نظيف وصافي، حيث أن الشوائب الموجودة في الماء قد تؤثر على جودة الخرسانة وتسبب ضعفًا في المقاومة .

2-القابلية للشرب: يجب أن يكون الماء الذي يستخدم في الخرسانة صالحًا للشرب، ويجب اختباره بالطرق المخصصة لضمان عدم وجود مواد ضارة.

3-الثباتية والتوازن الكيميائي: يجب ألا يحتوي الماء المستعمل في الخرسانة على أي مواد كيميائية أو غيرها تسبب تفاعلات كيميائية ذات تأثير سلبي على الخرسانة.

4- خلو الماء من الأيونات الضارة: يجب التأكد من عدم وجود أيونات ضارة مثل الأيونات الحديدية أو الملحية، حيث أن وجود هذه الأيونات قد تسبب تأثيرًا سلبيًا على جودة الخرسانة وتسبب تآكلًا للحديد المستخدم في الخلط .

وبشكل عام، فإن استخدام ماء ذو خواص مناسبة وفق المواصفات المعمول بها يحسن من جودة الخرسانة ويضمن تحقيق الخصائص المطلوبة منها.

**الجدول 12.III.: المحسنات:**

| Aspect | Liquide |
|---|---|
| Couleur | Brun |
| Densité à 25 °C | 1.09 ± 0.03 g/cm |
| Chlorures | <0.1% |
| Ph | 5.2 ± 1.8 |
| Extrait sec | 27 ± 1.5% |
| Teneur en Nitrate | < 2% |

### 2.3.2.III التركيبة الكيمائية للماء المستعمل:

**الجدول 13.III: التركيبة الكيمائية للماء المستعمل.**

| الملوحة | PH | $HCO3^-$ | $SO4^-$ | $NO3^-$ | $Cl^-$ | $Na^{++}$ | $K^{++}$ | $Mg^{++}$ | $Ca^{++}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2787 | 7.79 | 122 | 752 | 14.3 | 756 | 538 | 29 | 126 | 243 |

### 1.4.III صياغة وتحضير الملاط النظامي:

تحضير الملاط النظامي يتطلب المواد الآتية - :الأسمنت البورتلاندي العادي - .الرمل النظيف - .الماء النظيف .

ويتم تحضيره على النحو التالي :

1-يتم نقل كمية مناسبة من الرمل النظيف إلى حوض التحضير المناسب، ويفضل أن يكون الحوض من الخشب أو البلاستيك لتجنب الانتقالات الكهربائية .

2-يتم إضافة الأسمنت البورتلاندي العادي إلى الرمل بنسبة 1:2 أي الجزء الأول من الأسمنت إلى جزئين من الرمل.

3-يخلط الأسمنت والرمل جيداً حتى يتم توزيع الأسمنت بالتساوي على كل جزء من الرمل.

4-تتم إضافة الماء النظيف بالتدريج إلى الخليط ويتم خلطه جيداً بالمثقاب الكهربائي أو الخلاطة اليدوية حتى يصل إلى اللزوجة المطلوبة.

5-يتم العمل بالملاط خلال ساعتين من إضافة الماء، ولا يجب إعادة طحنه أو إضافة ماءٍ آخر لتجنب تغير خواصه الفيزيائية والكيميائية.

وكملاحظة يستعمل هذا الملاط من أجل تحديد بعض خصائص الاسمنت وخاصة المقاومة[38].

### 2.4.III صياغة خرسانة الرمل العادية (الشاهد ):

يمكن صياغة خرسانة الرمل العادية باستخدام الخطوات التالية:

1- يجب تحديد نسبة الإسمنت والماء للخلطة حسب الاستخدام المطلوب وتصميم الخلطة باستخدام الجداول والمعادلات اللازمة .

2-يتم وزن الإسمنت والرمل والماء وخلطهم مع بعضهم البعض في مخلط خرساني.

3-يتم خلطهم جيداً حتى تتحقق النسب المحددة وتحصل على خليط متجانس .

4-يتم صب الخليط في القوالب المناسبة وإجراء عملية الصب بشكل منتظم.

5-يتم تسوية السطح وتركه للجفاف والتصلب.

وتعتبر هذه الخطوات الأساسية لصياغة خرسانة الرمل العادية، والتي يمكن تعديلها وتغييرها حسب الإجراءات والمواد المستخدمة.

### III. 3.4 تجربة التشغيلية :

قبل تصلب الخرسانة توضع في قوالب، عملية الوضع هذه يجب أن تكون سهلة لربح الوقت من ناحية ولتفادي التشوهات الناتجة عن الصب التي يصعب معالجتها لا حقا. ونقول أن الخرسانة أكثر تشغيلية إذا كانت عملية صبها في القوالب أكثر سهولة[38].

لذا تهدف هذه التجربة لقياس انتشار الخرسانة على طاولة الهز وقياس قيمة ذلك الانتشار ثم الاستدلال بمسافة هذا الانتشار على نوعية البلاط ثم الحكم على التشغيله ومن ثم تحديد نسبة الماء المناسبة للتشغلية المقبولة بحيث تكون في المجال الذي يمكننا من تشغياية جيده للقولبة والخرسانة الطاجزة تصنف حسب التشغياية إلى عدة أصناف:

خرسانة صلبة جدا، خرسانة صلبة، خرسانة مرنة، خرسانة مائعة. [40]

**الجهاز المستعمل:**

ويسمى الجهاز بطاولة الاهتزاز كما هو موضح في الشكل (5.III).

وهو مقياس يختبر بشكل خاص قدرة خرسانة الرمل على الانتشار بواسطة التدفق، من أجل تحديد كمية المياه اللازمة لتكون الأخيرة.

تم إجراء اختبارات قابلية رمل الخرسانة وفقًا للمعايير المعمول بها.

**مبدأ التجربة:**

يتم ملء المخروط الفولاذي ذو الأبعاد التالية السفلي =10 سم القطر العلوي =7 سم ارتفاع المخروط =6 سم بالخرسانة في طبقتين متساويتين، كل واحدة منها تدك 10 مرات بقضيب فولاذي، يتم رفع القالب رأسيًا، ثم نطبق سلسلة من 15 هزًا رأسيًا (ارتفاع سقوط الهزة 12.5مم) في 15 ثانية، وأخيرا، يتم قياس القطر الكلي D بعد الانتشار.

**طريقة حساب التشغيلية:**

S=D/ قطر العينة قبل الهز

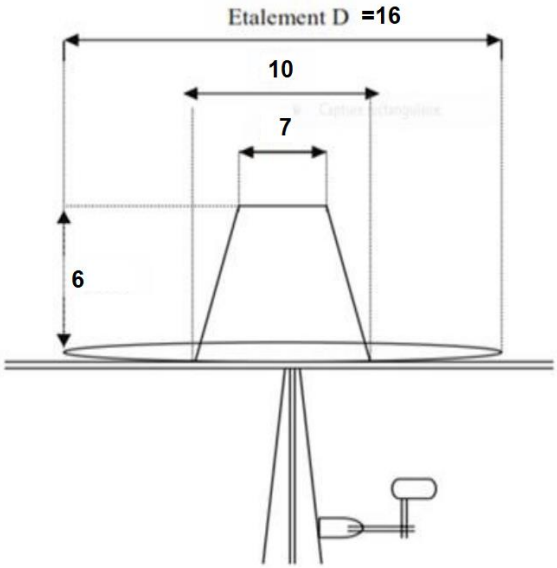
$$S = \frac{D}{\text{قطر العينة قبل الهز}}$$

حيث (D) = قطر انتشار العينة بعد الهز

قطر العينة قبل الهز = 10 سم (قاعدة المخروط).

**الجدول 14.III: صنف الخرسانة بدلالة التشغيلية.**

| صنف الخرسانة حسب التشغيلية | 25 /D |
|---|---|
| 1S: خرسانة صلبة جدا | من 1.1 إلى 1.3 |
| 1S: خرسانة صلبة | من 1.3 إلى 1.5 |
| 1S: خرسانة مرنة | من 1.5 إلى 1.7 |
| 1S: خرسانة مانعة | من 1.7 إلى 2 |




**الشكل III. 2:طاولة الهز لتجربة التشغيلية.**

وبعد إجراء التجربة تحصلنا على النتائج التالية:

**الجدول..15.III: نتائج تجربة التشغيلية**

| التركيبة | E/C | 10/D | تصنيف الخرسانة حسب مجال التشغيلية |
|---|---|---|---|
| 100% رمل الآبار البترولية | 0.45 | 1.45 | خرسانة صلبة |
| | 0.50 | 1.60 | خرسانة مرنة |

**ملاحظة:**

بعد اجراء التجربة بنسبة **E/C**= 0.45 لاحظنا أن الخلطة حالتها غير مرنة بل صلبة لذا قمنا بتغير النسبة إلى **E/C**= 0.50 وبالفعل تغيرت حالت الخلطة إلى الحالة المرنة المطلوبة للتشغيلية الجيدة، كان من المفروض إضافة ملدن حتى نتمكن من تخفيض نسبة **E/C** ولكن خوفنا من تفاعل الملدن مع رمال الآبار البترولية حال دون ذلك فتركناها إلى دراسة أخرى.

**الجدول..16.III :تركيبة خرسانة الرمل الشاهد**

| المركبات | رمل الآبار البترولية المعالجة بالحرارة ورمل البعاج |
|---|---|
| الرمل | 3 أجزاء |
| الاسمنت | جزء واحد |
| المعامل **E/C** | 0.50 |

**3.3.III تحضير وشكل العينة:**

بعد الحصول على الصياغة المثلى لخرسانة رمل الآبار البترولية فمنا بالتحضير لعملية الخلط وصب العينات اللازم دراستها حيث كانت بالأبعاد (40×40×160 ملم) أما العجينة فتم خلطها باليد وتم تحضير هذا الخليط بالطريقة التالية:

- تم خلط الرمل (S) لوحده لمدة 60 ثانية.
- ادخال الاسمنت (C) تم الخلط لمدة 60 ثانية.
- إضافة الماء تدريجيا أثناء الخلط للمجموعة (S+C+E) تم الخلط لمدة 4 دقائق.
- ملء القالب يكون عبر طبقتين مع هز كل طبق عند ملئها لمدة دقيقة وبوتيرة 60 هزة في هذه المدة ارتفاع 15 mm.0.3± mm

**3.III. توضح أشكال القوالب المستعملة:**

تترك العينة في الهواء الحر وفي شروط T =25° و65= HR ثم ينزع القالب بعد 24 ساعة وتغمس العينات في الماء لمدة 14 يوم في درجة حرار $(T = 25° \pm 2)$ عدد العينات كان اربعة (4) عينات لكل مرحلة زمنية من عمر الخرسانة والأعمار المدروسة هي (7، 14، 28يوم).

**خلاصة الفصل:**

تعتمد خصائص المواد المستخدمة في صياغة خرسانة الرمل على الأهداف المطلوبة للمشروع. ومع ذلك، هناك بعض المواد الأساسية التي يتم استخدامها عادةً، وتتضمن:

- **الرمل:** يستخدم الرمل لتعزيز القوة والتجانس في الخرسانة.
- **الاسمنت:** يتم استخدام الأسمنت لتماسك الخرسانة وزيادة متانتها.
- **الماء:** يستخدم الماء لتفعيل الأسمنت وجعل الخرسانة تصل إلى الملمس المطلوب.
- **الحصى:** يمكن استخدام الحصى لإعطاء الخرسانة مظهرًا خشنًا وللمساعدة في تعزيز القوة.
- **إضافات:** يمكن استخدام الإضافات لتحسين أداء الخرسانة من خلال تحسين الخصائص الميكانيكية والتحكم في التشوهات وغيرها.

فيما يتعلق بتصميم الخرسانة المناسبة، يجب أن يتم التركيز على حساب الحمل المطلوب ومعدلات تحمل الضغط في البناية. يتم حساب هذه القيم باستخدام تقييمات الهندسة المدنية.

# الفصل الرابع :

# مختلف سلوك الخرسانة المدروسة

## 1.IV. مدخل:

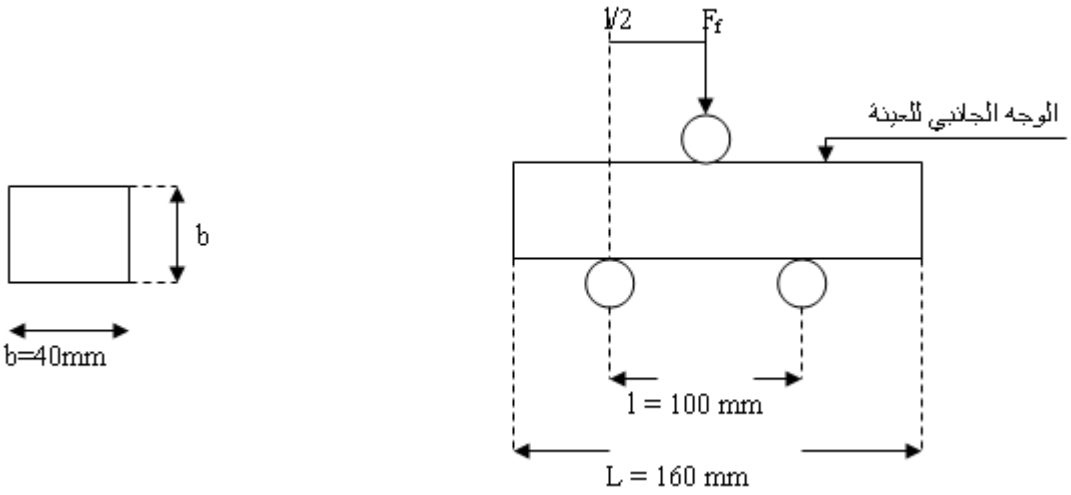
تعتبر الخصائص الميكانيكية للخرسانة الرملية تعد من الخصائص الهامة التي تميز هذه المادة عن غيرها من المواد. ومن بين الخصائص الميكانيكية الهامة للخرسانة الرملية، ففي هذا الفصل سنتطرق الى الخصائص الميكانيكية لخرسانة الرمل وبالتحديد إلى مقاومة الضغط ومقاومة الشد في الأيام 07 و14 و28 و60، كما سنقوم بدراسة ظاهرة الانكماش في الأيام 2 و7 و14 و28 و60.

## 2.IV. طرق التجارب :

### 1.2.IV. تجربة التحطيم بالانحناء:

تتم تجربة الانحناء على عينات لها مقطع مربع 4×4 سم و طول 16 سم، البعد بين المسندين 10سم كما يتم تنفيذ هذه العملية بواسطة آلة الانحناء بثلاث نقاط، الآلة مزودة بمسندين أسطوانيين من الأسفل ثابتين تستند عليهما العينة ومسند علوي اسطواني كذلك مطبق وسطهما متحرك بواسطة محرك الآلة ليطبق القوة على العينة وتقرأ الحمولة مباشرة من الآلة.

وهذه التجربة منصوص عليها حسب القاعدة EN 196-1و شكل (1.IV) هو عبارة عن شكل تخطيطي لآلة التحطيم بواسطة الانحناء.[43]

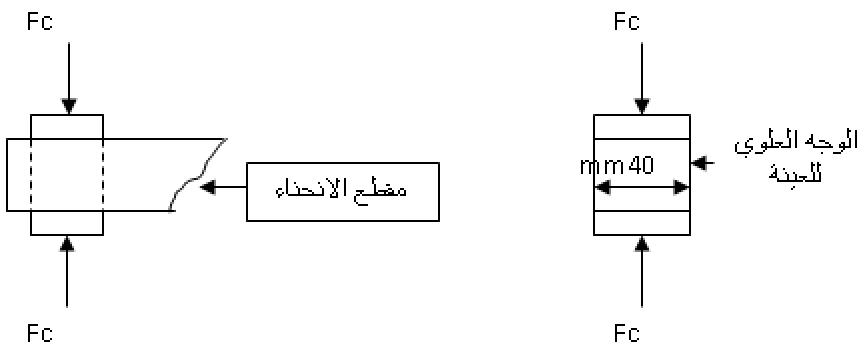



**الشكل IV. 1: يوضح آلية التحطيم بالانحناء.**

التجربة تجرى بواسطة آلة التحطيم الخاصة بتجربة الانحناء لعينة من خرسانة الرمل أو الملاط ذات أبعاد (40×40×160ملم)، قدرت هذه الآلة على التحطيم تصل الى 10KN إذ تطبق تقريبا 2.67 KN/min. صورة الجهاز موضح في الملحق انظر الصورة (**1.IV**).

**2.2.IV. تجربة التحطيم بواسطة الضغط :**

هذه التجربة منصوص عليها حسب القاعدة EN 196-1. وتكون بواسطة جهاز ضغط المواد الصلبة وتكون على نصف العينة هذا النصف المتأتي من تجربة تحطيم العينة بالانحناء بمقطع ذو أبعاد 40x40 mm توضع هذه العينة ما بين صفيحتين معدنيتين صلبتين حيث تتموضع هذه الأخيرة على بعد 1cm من الحواف الجانبية كما هو موضح في الشكل 2.IV.




**الشكل 2 .IV:يوضح آلية التحطيم بالضغط.**

التجربة تجرى بواسطة آلة التحطيم لمخبر نيزولاب بتجربة الضغط MP 12من نوع Oehlgass قدرة هذه الآلة على الضغط تصل الى120 kN وبواسطة سرعة إنتقال منتظمة ومستمرة.صورة الجهاز موضح في الملحق انظر الصورة (**2-IV**).

$Rc=Fc/b^2$.................................................(4.2)

Rc : مقاومة الضغط ب (MPa)

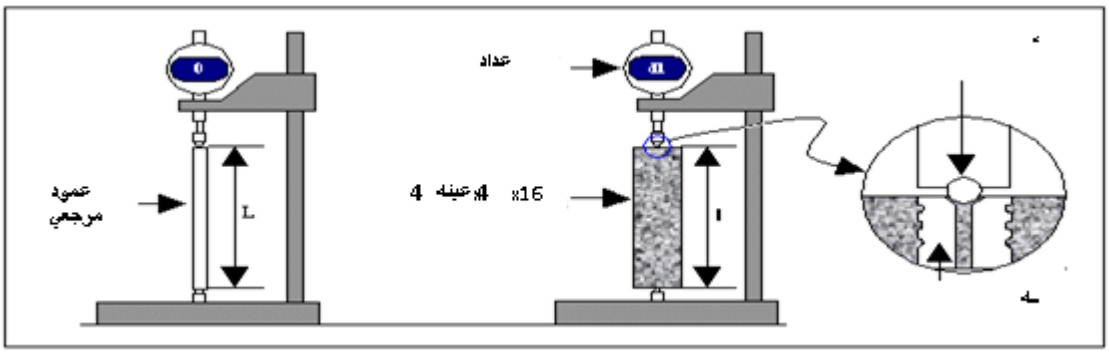
$F_c$: قوة تحطم العينة عند الضغط ب (KN)

b : جزاء العينة الذي يساوي 40 mm[43]

**3.2.IV. تجربة الانكماش:**

تتم تجربة الانكماش على عينات لها مقطع مربع 4×4 cm وطول 16 cm مزودة في سطوحها العلوية والسفلي بصمولتان توضع عليهما كوريتين حديديتين وتدخل العينة وهي على هذا الحال الى جهاز رقمي يقس الطول مباشرة اعتبارا من طول ابتداء يضبط عليه، هذا الجهاز من النوع :Rétrocontrôle كما هو موضح في الملحق انظر الصورة (**IV - 3** ) والشكل (**IV - 3**) يمثل شكل تخطيطي لجهاز قياس الانكماش.

هذه التجربة منصوص عليها حسب القاعدة NF P 15-433.[43]




**الشكل IV. 3: يوضح آلة الانكماش.**

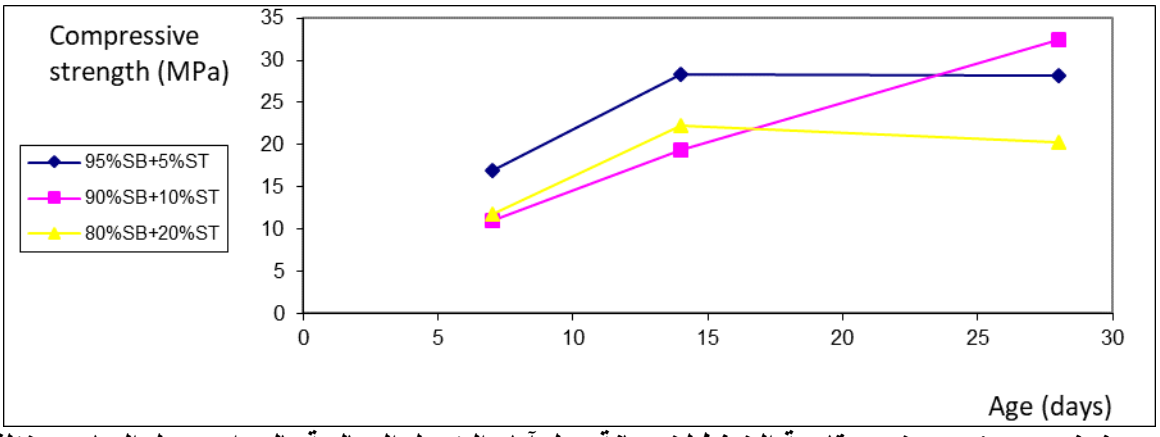
**ملاحظة:**

عدد العينات المختارة للقيام بكل التجارب هي 4 عينات.

## 3.IV. نتائج مقاومة الضغط:

**الجدول IV. 1: نتائج مقاومة الضغط لخرسانة رمل آبار البترول المعالجة بالحرار ورمل البعاج.**

| العينة | الإجهاد في يوم (MPa)7 | الإجهاد في يوم (MPa) 14 | الإجهاد في يوم (MPa)28 |
|---|---|---|---|
| 05% رمل آبار<br>البترول95%رمل البعاج | 16.92 | 28.4 | 28.225 |
| 10% رمل آبار<br>البترول90%رمل البعاج | 11 | 19.3 | 32.425 |
| 20% رمل آبار<br>البترول80%رمل البعاج | 11.8 | 22.33 | 20.3 |



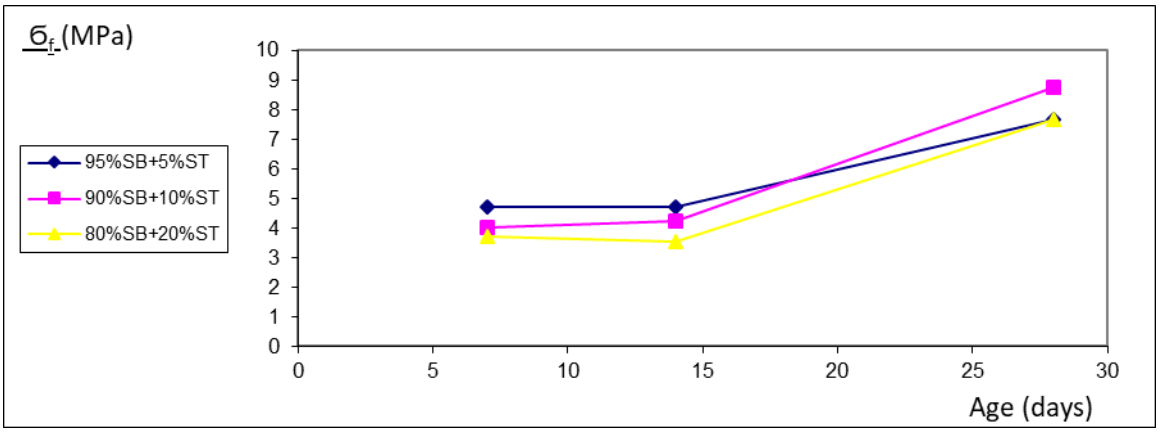

**منحنى IV. 4: يوضح مقاومة الضغط لخرسانة رمل آبار البترول المعالجة بالحرار ورمل البعاج بمختلف التركيبات.**

**الملاحظة:**

نلاحظ ان اعلى مقاومة الضغط هي الناتجة هو المزيج 90%SB+10%ST حيث بلغت المقاومة عند 28 يوم وجدنا القيمة 32.42 MPa، بينما أعطت المقاومة للتركيبة 95%SB+5%ST نتيجة متوسطة حيث بلغت المقاومة عند 28 يوم وجدنا القيمة 28.22 MPa وعند التركيبة للمزيج 80%SB+20%ST مقاومتها اقل عند 28 يوم وجدنا قيمتها 3.20 MPa.

**الجدول IV. 2: يوضح نتائج مقاومة الانحناء لخرسانه رمل لمختلف التركيبات حسب دراسة سابقة [44] نستعملها كشاهد أول.**

| العينة | الإجهاد في يوم (MPa)7 | الإجهاد في يوم (MPa) 14 | الإجهاد في يوم (MPa)28 |
|---|---|---|---|
| 05% رمل آبار<br>البترول95%رمل البعاج | 7.67 | 4.725 | 4.025 |
| 10% رمل آبار<br>البترول90%رمل البعاج | 8.75 | 4.25 | 4.7 |
| 20% رمل آبار<br>البترول80%رمل البعاج | 7.67 | 3.55 | 3.73 |




**منحنى IV. 5: يوضح نتائج مقاومة الانحناء لخرسانة رمل لمختلف التركيبات حسب دراسة سابقة[45] نستعملها كشاهد ثالث.**

**الملاحظة:**

نلاحظ ان اعلى مقاومة للانحناء هي الناتجة من المزيج 90%SB+10%ST حيث بلغت المقاومة عند 28 يوم القيمة 4.7 MPa ، بينما أعطت مقاومة الانحناء للتركيبة 95%SB+5%ST نتيجة متوسطة حيث بلغت المقاومة عند 28 يوم القيمة 4.025 MPa وعند التركيبة للمزيج 80%SB+20%ST مقاومتها اقل عند 28 يوم وجدنا قيمتها 3.73 MPa.

**تفسير نتائج مقاومة الضغط والانحناء:**

ومراد هذا التغير في مقاومة الضغط الى كون ان رمال الابآر البترولية عملت كإضافات أغلقت الفرغات الموجودة في الهيكل العام للخرسانة باعتبارها مواد ناعمة -معامل نعومتها لم يتعدى 0.29.

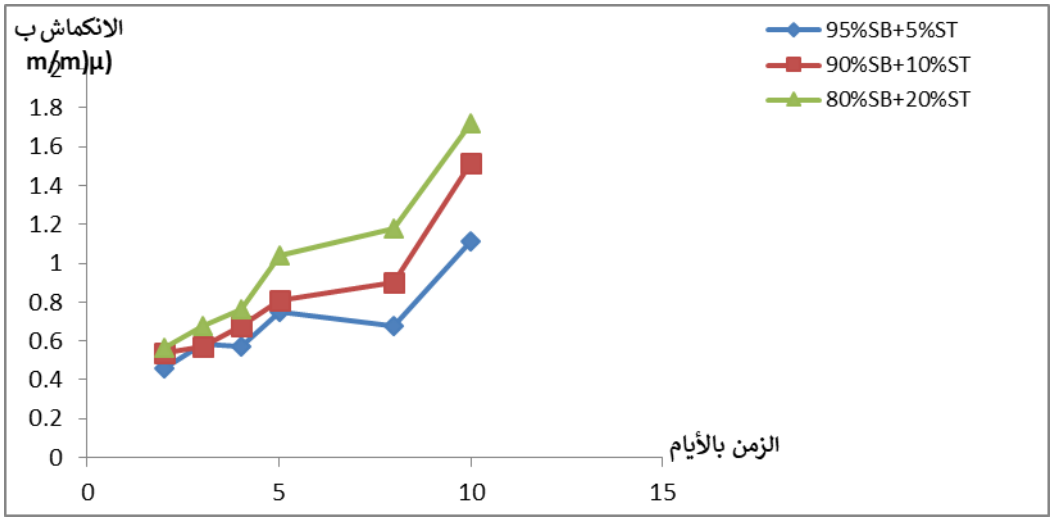
انه لما كانت نسبة هذه الرمال البترولية المعتبرة كإضافات 5% كانت قيمة المقاومة اقل، ولما اضفنا نسبة 10% من هذه الرمال البترولية المعالجة بالحرارة الى جسم الخرسانة تحسنت قيمة المقاومة بحوالي 13% حيث اعطت القيمة المثلى المقدرة ب 32.42MPa . **[45]**

اما النقص الملاحظ عند إضافة% 20 مرده كون هذه الإضافات قد اغلقت كل الفرغات المتاحة وقد استنفذت كمية الاسمنت اللازمة لربط هذه المادة المضافة أي انه بقية نسبة منها غير مرتبطة وهذا ما أثر على هذا النوع من المقاومة. **[45].**

**نتائج الانكماش :**

**الجدول IV. 3: يوضح نتائج الانكماش لخرسانه رمل لمختلف التركيبات حسب دراسة سابقة [44] نستعملها كشاهد أول.**

| الأيام/العينة | 2 | 3 | 4 | 5 | 8 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 95%SB+5%ST | 0.46 | 0.58433 | 0.568667 | 0.74667 | 0.68 | 1.110333 |
| 90%SB+10%ST | 0.54 | 0.569 | 0.678667 | 0.812 | 0.903 | 1.515 |
| 80%SB+20%ST | 0.56 | 0.68 | 0.764667 | 1.04067 | 1.176333 | 1.719 |




**منحنى IV. 6: يوضح نتائج الانكماش لخرسانه رمل لمختلف التركيبات حسب دراسة سابقة [44] نستعملها كشاهد أول.**

نلاحظ ان قيمة الانكماش الكبيرة كانت في نوع الخرسانة 80%SB+20%ST المصنوعة بنسبة اضافات تقدر ب 20% ثم ان الخرسانة المحتوية على 10% أعطت قيم للانكماش اقل بينما تحسنت نتائجه في الخرسانة 95%SB+5%ST التي تحتوي فقط على النسبة 5%.

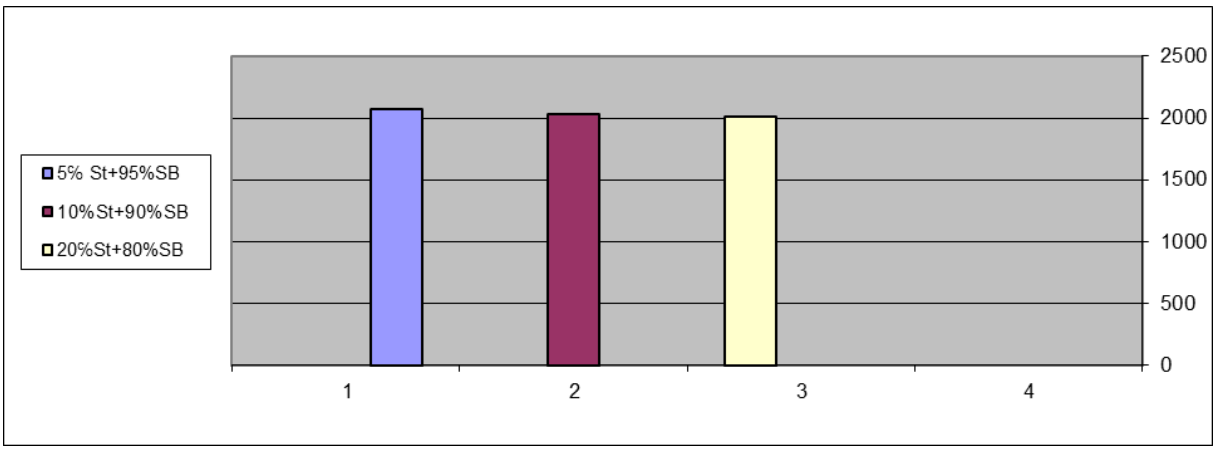
ان مرد هذا الانكماش الحاصل في كل انواع الخلطات الخرسانية إلى نوع الانكماش الذاتي الذي هو امر حتمي في كل انواع المركبات الناتجة عن اماهة الاسمنت وكذلك إلى الظروف الطبيعية للصب.

اما الاختلاف بين التركيبة المحتوية على 10% مقارنة مع التركيبة المحتوي على 5% من الاضافات فمرده إلى كون ان هذه المواد المضافة هي مواد ناعمة تحتاج الى كميات من الاسمنت اكثر لربطها وهذا ما يسبب الانكماش، والدليل على ذلك انه عند استعمالنا لنسبة % 20 من هذه الإضافات زاد مقدار الانكماش.

**الكتلة الحجمية للعينات:**

**الجدول 3.IV: الكتل الحجمية للعينات**

| العينة | الكتلة الحجمية |
|---|---|
| 5% رمل ابار البترول المعالج بالحرارة 95% رمل البعاج | 2070.31 |
| 10% رمل ابار البترول المعالج بالحرارة 90% رمل البعاج | 2031.25 |
| 20% رمل البترول المعالج بالحرارة 80% رمل البعاج | 2011.71 |




**الشكل 7.IV: أعمدة بيانية توضح الكتلة الحجمية**

**ـ مناقشة الكتلة الحجمية :**

الكتلة الحجمية للعينات اكبر من $2000g/m^3$ فهي خرسانة ثقيلة لا يوجد بها فراغات .

**خلاصة الفصل:**

استعمالنا لرمال الابار البترولية المعالجة بالحرارة كإضافات إلى الخرسانة تحصلنا:

- تحسن ملحوظ في نتائج مقاومة الضغط والانحناء.
- ان اضافة هذه الرمال بمقدار زائد يؤثر سلبا على نتائج هذه المقاومات الميكانيكية.
- تؤثر هذه الاضافات سلبا على بعض الخصائص الفزيائية خاصة الانكماش حيث انه كلما زادت نسبة هذه الاضافات زادت قيمة الانكماش.

**الخلاصة العامة والتوصيات:**

تهدف هذه الدراسة إلى:

تتمين رمال آبار البترول المعالج بالحرارة يعتبر حلاً بديلاً وصديقًا للبيئة، حيث يمكن استخدامها في مجالات مختلفة مثل البناء والإنشاءات وتسوية الأراضي. كما أن استخدام تلك الرمال بدلًا من الرمال الأخرى يحد من التلوث الناتج عن التعدين للرمال في المناطق الطبيعية والمائية، وبالتالي يحمي البيئة ويحافظ على الثروة الطبيعية. ويساعد استخدام تتمين رمال آبار البترول في تقليل التكلفة الاقتصادية أيضًا، حيث تكون تكلفة استخدامها أقل من تكلفة الرمال الطبيعية الأخرى، كما أنها قابلة لإعادة التدوير والاستخدام المتكرر.

وكنقطة للانطلاق قمنا بإنجاز عدة تجارب على المواد المستعملة بغية التعرف على نوعيتها.

الرمال المستعملة في هذه الدراسة هي رمال آبار البترول المعالجة بالحرارة بالإضافة إلى رمال رمل البعاج وهو نوع من الرمال الموجودة في المنطقة وحسب الملاحظات المستوحاة من التجارب فإن دمج كلا النوعين صالحين لإنتاج خرسانة رمل.

حاولنا تحسين نتائج الغربلة أكثر بالنسبة لرمل آبار البترول المعالج بالحرارة وذلك بإضافة 90% من رمل البعاج الى 10% من رمل الابار البترولية المعالجة بالحرارة فوجدنا أن رمل اللبعاج يستطيع أن يحسن من رمل الآبار البترولية لأن حبيباته خشنة .

وبعد إجراء التجارب ومناقشة النتائج وتحليلها نستخلص النتائج التالي:

1- رمال آبار البترول المعالج بالحرارة مع رمل البعاج بنسبة 95%SB+5%ST مع الإسمنت CRS ببسكرة أعطى نتائج لمقاومة الانحناء والضغط تقارب نتائج لبعض الدراسات لمختلف التركيبات الرملية .

2- رمال آبار البترول المعالج بالحرارة مع رمل البعاج بنسبة 90%SB+10%ST مع الإسمنت CRS ببسكرة أعطى نتائج لمقاومة الضغط جيدة وتفوق نتائج الدراسات السابقة لمختلف التركيبات الرملية

3- رمال آبار البترول المعالج بالحرارة مع رمل البعاج بنسبة 80%SB+20%ST مع الإسمنت CRS ببسكرة أعطى نتائج ضعيفة في الانحناء والضغط لزيادة الفراغات في تركيبة الخرسانة و بخصوص ظاهرة الانكماش التي أعطت نتائج في تراجع مع نتائج دراسة سابقة أجريت على مختلف التركيبات الرملية.

من خلال هذا البحث نوصي بما يلي:

- يجب المعالجة الحرارية لهذه الرمال قبل الاستعمال للقضاء على نسبة التلوث الموجود بها.
- يجب استعمال إسمنت CRS المضاد للأملاح مع هذه الرمال وذلك لاحتواء هذه الرمال على نسبة من السيلفات.
- مواصلة البحث في هذا المحور ومحاولة دراسة جانب الديمومة فيه.

كنتيجة لهذا البحث نتمنى أن نكون قد وفقنا في المساهمة في تحسين خصائص خرسانة رمل آبار البترولية المعالجة بالحرارة .

وأخيرا نحمد الله على توفيقه على استكمال هذه الدراسة راجين من الله عز وجل أن تكون هذه الدراسة بداية انطلاق لمزيد من الدراسات على خرسانة رمل آبار البترولية المعالجة بالحرارة من نواحي أخرى لتعميم استعمالها في جميع المنشآت.

# قائمة المصادروالمراجع

[4] زمالي،الايرادات النفطية في الاقتصاد الكلي (النمو الاقتصادي)، دراسة حالة الجزائر جامعة، أبي بكر بالقايد، تلمسان.

[5] إ. حداد، ن. القصاب، م. شهاب، مشاكل الحفر في المنطقة الوسطى وطرق معالجتها الجامعة السورية الخاصة، كلية هندسة البترول.2017

[6] أبو بكر أحمد عبد الواحد الحاج وآخرون، دراسة تأثير جودة خواص سائل الحفر عن عمليات الحفر الجو في جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا.2015

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

[13] ماني محمد، المساهمة في تحسين خصائص خرسانة رمل الكثبان بواسطة التصحيح الحبيبي والتعزيز بالآلياف، مذكرة دكتوراه، جامعة ورقلة، الجزائر، 2018.

[16]عبد الفتاح القاصي. "ميكانيك التربة" , دار الكتاب العلمي , مصر, 2006.

[26] المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدبير المهني "خواص واختبار المواد 104 مدن " المملكة العربية السعودية.

[27] محمود إمام تكنولوجيا الخرسانة" قسم الهندسة الإنشائية كلية الهندسة, جامعة المنصورة, مصر سنة 2002.

[33]مجلة المهندس " الشروخ الخرسانية أسبابها وعلاجها" العدد 4 , 1996.

[35] جريدة أخر ساعة الجزائرية في عددها الصادر يوم 01/27/ 2010.

[39] البطاقة التقنية لاسمنت مصنع عين التوته , باتنة."

[42] علي عبد الكريم التركي، "الانكماش اللدن للخرسانة المسلحة بالألياف"، رسالة جامعية , جامعة الملك عبد العزيز, 1416 هـ.

[44] مريقله إبراهيم ورحماني كمال، المساهمة في تحسين خصائص خرسانة رمل المحاجر بمساهمة التصحيح الحبيبي، مذكرة تخرج ماستر، جامعة الوادي، الجزائر، 2019.

[45] ضو عمار وبن عمارة إبراهيم، المساهمة في تحسين خصائص خرسانة الرمل باستعمال موارد رملية جديدة في وادي سوف، مذكرة تخرد ماستر، جامعة الوادي، الجزائر، 2019.

[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.

[2] https://ar.m.wikipedia.org/wiki البئر

[3] Khodja.M " les fluide de forage" Thèse de Doctorat ,Université Toulouse, France 2008

[7] http://www.syr_res.com/article/1481.htm

[8] Bou khalfa.z ,tordjemani.y" Etude de Methode de troitement des boues de forage cosideration environnementale " Mémoire de Master, université M'hamed Bougara de Boumerdes Algérie, 2017.

[9] drilling…<upstream < www.gea.com

[10] Salim Dhequir, ES TPS Progineer chez Miswaco.

[12] Nesri .A et Kouidri .N " Etude de L'effet du forage pétrolier sur les propriétés physicochimiques du sol dans la région de haoud el hamra hassi messaoud " Mémoire de Master, université Echahid Hamma Lakhdar ,Eloued de Algérie, 2019.

[14] Belfriekh Ahleme et Talla Nadjet, Etude des bétons de sable, Mémoire de fin d'Etudes pour l'obtention de Diplôme de MASTER Académique en Génie Civil, Université Mohammed Seddik Ben Yahia – Jijel, 2019.

[15] BENTATA A." Etude expérimentale d'un béton avec le sable de dune", Mémoire de magister, université de Ouargla, Algérie, 2004.

[17] LOGBI A. "Effet de l'incorporation des ajouts minéraux sur les propriétés physico-mécaniques du béton", Thèse de magister, ENP, Algérie, 1999.

[18] LAYACHI G. "Influence du rapport E/C et du mode de cure sur les propriétés physico mécaniques et de transfert d'humidité des mortiers de ciment durcis ", Mémoire de magister, université AMAR Telidji à Laghouat, Algérie, 2006.

[19] BOUHNIK B. "Contribution a la valorisation du sable de dune dans la formulation du béton destiné aux ouvrages hydrauliques en milieux sahariens", Mémoire de magister, université de Ouargla, Algérie, 2007.

[20] HACHANA A." Etude des Bétons à base des agrégats de démolition", Mémoire de magister, université de Biskra, Algérie, 2007.

[21] HADJI N, DRIF A. "Influence des granulats sur les qualités du béton", Projet de fin d'étude d'ingéniorat, ENP, Algérie, 2005.

[22] BABA ARBI Ali et MANSOUR Noussaiba, Comportement du béton de sable de dunes renforcé par des fibres métalliques soumis à haute température, Mémoire Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master, Spécialité: Génie Civil, Université KASDI Merbah Ouargla, Algerie, 2017.

[23] BENGOUCHA F Z. "Amélioration des propriétés de mortier à base de sable de dunes Avec ajout (sable granulé de haut fourneaux)", Mémoire de fin d'étude d'ingéniorat, ENTP, Algérie, 2005.

[24] BOUDJEMAA. Yamina et DJILANI. Souad, Micro-Béton à base de sable mixte (sable de dune et sable concassée) avec poudre de marbre et adjuvant, Mémoire

présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master en: génie civil, Université Mohamed Boudiaf- M'sila, 2019.

[25] KETTAB R. "Contribution à la valorisation du sable de dunes", Thèse de doctorat, ENP, Algérie, 2007.

[28] CHAOUCH A."Etude des caractéristiques du béton de sable de dunes", Thèse de magister, ENP, Algérie, 1993.

[29] GUENOUN R. "Etude et formulation d'un béton de sable de dune", Projet de fin d'étude d'ingéniorat, ENP, Algérie, 2003.

[30] NAFA A, BATATA A. "Béton de sable de concassage", Projet de fin d'étude, ENP, Algérie, 1989.

[31] SALHI K".Etude de l'influence de l'ajout du sable de dune et le laitier granulé finement broyés au ciment sur la stabilité de béton", Mémoire de magister, université de Biskra, Algérie, 2007.

[32] DREUX G, FESTA J. "Nouveau guide du béton et de ses constituants", Edition Eyrolles, Huitième Edition, 1998.

[34] Oukil Youcef et Oukil Abdelhak, Formulation et caractérisation d'un béton de sable à partir des déchets minéraux, Mémoire Pour l'obtention du diplôme de MASTER, Université A. M. OULHADJ – Bouira, 2017.

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

[37] EDGINTON J ; D.J. HANNANT "Steel Fibre reinforced Concrete The effect on fibre orientqtion of compaction by vibration ."

[38] ZANE Messaouda et DJEMAA Nabila, Elaboration et caractérisation d'un 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.

[40] Mangat, M . MOTAMEDI AZARI "Shrinkqge of Steel Fibre reinforced cement composites."

[41] 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.

[43] 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.

# الملاحق

**الملحق رقم 1: عينة رمل آبار البترول.**

**الملحق رقم2: صورة توضح تجربة المكافئ الرملي.**

**الملحق رقم 3: صورة توضح تجربة التدرج الحبيبي.**

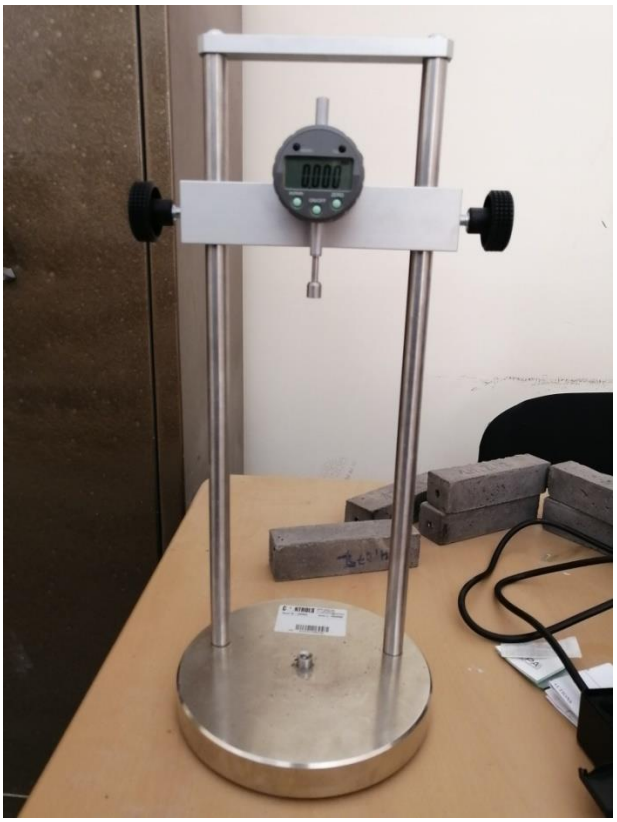
**الملحق رقم 4: صورة توضح تجربة مقاومة الانحناء بواسطة التحطيم.**

**الملحق رقم 5: صورة توضح تجربة مقاومة الضغط بواسطة التحطيم.**

**الملحق رقم 6: صورة توضح قالب خاص بعينات تجربة الانكماش.**

**الملحق رقم 7: صورة توضح عينات خاصة بتجربة قياس الانكماش.**

**الملحق رقم 8: صورة توضح جهاز قياس الانكماش.**



**الملحق رقم 9: صور ة توضح قياس الانكماش.**