



وزارة الطاقة والثروة المعدنية

الإستثمار في خامات البنتونايت الأردني ومعالجته وتركيزه

المهندس: عمر ظاهات

م. حنين العطوط

م. أريج الشورة

## 1.1 البنتونايت

الأردن غني بالصخور والمعادن الصناعية التي تعتبر الأساس في الصناعات التحويلية والإستخراجية التي توفر ما قيمته 70% من صادراتنا الوطنية، وهناك العديد من الخامات التي لم يتم إستغلالها ومازالت قيد الدراسات فقط، ومن هذه الخامات خام البنتونايت.

البنتونايت هو اسم يطلق على نوع مميز من خام الصلصال، ويعتبر صلصال طري دقيق الحبيبات يتخذ مظهر نسيجي ومن ظواهره المميزة أن الرطوبة تجعل سطحه رغوي زلق، وعندما يجف يتشقق ويتكسر. ويعتبر البنتونايت ناتج عمليات تجوية الصخور والرماد البركاني، وهو أحد الصخور الصناعية التي تدخل في صناعات متعددة، وهو من الخامات المتواجدة بكميات وفيرة في الأردن خاصة في مناطق عين البيضاء، قاع الأزرق ومنطقة اليمانية في العقبة، ويبلغ أعلى إحتياطي من هذه المناطق في منطقة عين البيضاء.

مادة البنتونايت هي مادة يتم استخدامها لسند جوانب الحفر وخاصة في اعمال حفر آبار البترول والمياه ولكن يجب ضخ البنتونيت بشكل مستمر ومنتظم لضمان سند جوانب الحفر والا سيحدث مايسمي بظاهرة عنق الزجاجة نتيجة لعدم الضخ المستمر والمنتظم لمادة البنتونايت اثناء الحفر. وهي مادة تأتي على شكل بودرة بأكياس معبأة (50كغ) متوفرة من عدة مصانع أكثرها انتشارا متواجدا في الهند بالنسبة للسوق الخليجي. وظيفتها الأساسية تعمل هذه المادة بعد خلطها بالماء على تدعيم جوانب الحفر للأوتاد، وذلك من خلال ضخها أثناء عملية الحفر في مكان الوتد ويُجدر الإشارة هنا أن نسبة كثافة هذه المادة تعتمد على نوع طبقات التربة فإن كانت التربة ضعيفة تزيد من الكثافة وإن كانت متماسكة نوعا ما نقلل من كثافة هذه المادة.

## 1.2 نشأة البنتونايت

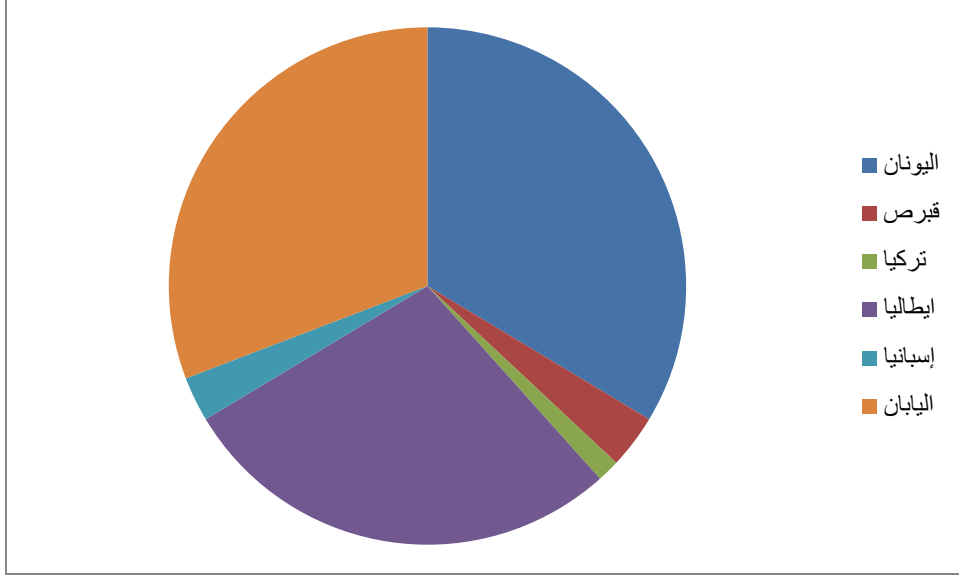
يتواجد البنتونايت في قشرة التجوية للصخور القاعدية وال فوق قاعدية، وفي المناطق المؤكسدة لبعض الرواسب المعدنية أو في الصخور البركانية الحمضية، يتدرج البنتونايت في الطبيعة في عدة ألوان من الأسود وحتى الأبيض ولكن معظمها يظهر بلون أخضر أو رمادي مزرق، يتغير بفعل التجورة الى البني المصفر بسبب أكسدة الحديد، ويعود أصل البنتونايت الى نوعين أساسيين هما:

البنتونايت الرسوبي: وهو ناتج تحول الرماد البركاني الى حبيبات رسوبية تنتقل بواسطة العمليات الرسوبية كالجداول والأنهار وتتجمع في بيئات مياه عذبة أو بحيرة ضحلة، ومعظم خامات هذا النوع تركيبها الأساسي رويلاتي أو تراكتي متعدد السماكات ويمتد فوق مساحات واسعة وهو النوع الأكثر شيوعا لأصل البنتونايت.

البنتونايت الحرمائي: وهو ناتج التحول الحرمائي للموضعي لصخور نارية حامضية غير منتظمة الشكل وتحت تأثير تركيبها كالدروع والفواصل، وهو ناتج تحول صخور نارية من الريولايت، البرلايت والأوبسيديان.

## 1.3 توزيع البنتونايت في العالم

يعتبر البنتونايت من الخامات المنتشرة في معظم دول العالم منها العربية والأجنبية، وتقوم هذه الدول بإستخراج ومعالجة وتوزيع هذا الخام وإستخدامه ومن أشهر هذه الدول الولايات المتحدة الأمريكية، اسبانيا، اليونان، فلسطين، الجزائر ومصر وغيرها، وبين الشكل(1) التالي الإنتاج السنوي لخام البنتونايت في عدة دول:



الشكل(1): الإنتاج السنوي لخام البنتونايت في دول العالم.

\*كتاب البنتونايت في الأردن- 1996- سلطة المصادر الطبيعية.

#### 1.4 خصائص البنتونايت

##### 1.4.1 الخصائص الكيميائية

يبين الجدول(1) التالي الخصائص الكيميائية لخام البنتونايت.

جدول(1): الخصائص الكيميائية لخام البنتونايت.

المركبات	النسبة
Na <sub>2</sub> O	% 013
MgO	% 3.47
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% 20.8
SiO <sub>2</sub>	% 55.67
K <sub>2</sub> O	% 2.45
CaO	% 2.15
TiO <sub>2</sub>	% 2.54
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% 13.47

##### 1.4.2 الخصائص الفيزيائية والحجم الحبيبي

يبين الجدول(2) أذناه الخصائص الفيزيائية للبنتونايت، ويبين الجدول(3) التالي النسبة المئوية لكل حجم حبيبي حيث أن حجم الرمل الخشن أكثر من 1000 ميكرون، حجم السلت 1000-63 ميكرون وكذلك حجم الطين أقل من 2 ميكرون:

جدول(2): الخصائص الفيزيائية للبتوننايت

النسبة	الخاصية
2.49-2.72	الوزن النوعي
370-487	المساحة السطحية
53-83	التبادل الأيوني
73-87	إمتصاص الزيوت
115-207	إمتصاص الماء
80-95	مقاومة الحت
81-99	تنقيته للزيوت النباتية

جدول(3): النسب المئوية للحجم الحبيبي.

الوزن %	حجم الحبيبات
0.13-0.41	m1000+
2.71-4.93	m 63-1000
42.14-44.77	m 2-63
49.89-55.02	m2-

\*المصدر: سلطة المصادر الطبيعية

## 1.5 إستخدامات البنتوننايت

يُعتبر إستخدام البنتوننايت لسوائل الحفر أكبر إستخدام له في العالم، وتأتي أهميته في هذا الإستخدام الحيوي من خلال قدرته على عمل سائل للحفر يتمتع بخصائص من اللزوجة والحركة تجعله قادراً على عمل فتات الحفر من أعماق كبيرة وإخراجها للسطح أثناء عملية الحفر والقدرة على إبقاءها معلقة في سائل الحفر اذا ما توقف ضخ سائل الحفر ودورانه داخل البئر.

بناءً على الخواص الفيزيائية والكيميائية فان البنتوننايت الأردني يمكن استخدامه في الصناعات التالية:

- تنقية الزيوت النباتية
- تنقية المياه العادمة
- امتصاص الماء والروائح
- امتصاص العناصر الثقيلة
- صناعة القوالب الرملية للسباكة
- Pillarization

## 2 التجارب العملية

### 2.1 فحوصات البنتونايت

البنتونايت هو مادة رابطة ويمثل استهلاكه بالنسبة لجميع الروابط المختلفة مثل الزيوت ، ماء الزجاج الاسمنت الرزن ، .... الخ حوالي اكثر من 60% وذلك نظرا لسهولة استخدامه وانخفاض سعره نسبيا ووفرتة، تم عمل عدة دراسات على البنتونايت، وفيما يلي الفحوصات التي تم إجراؤها على الخام ومنها:

- API Filtrate
- Moisture content
- Apparent viscosity
- Hydrocyclon
- XRF analysis

يبين الجدول التالي معدل النسب المئوية للسيلكا والالومينا ووزن حجم الطين للطبقات ذات الإنتفاخ أكثر من 70% لكل بئر في منطقة عين البيضاء

جدول(4): النسب المئوية

رقم البئر	SIO <sub>2</sub>	AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	وزن حجم الطين(أقل من 2 ميكرون)%	الطبقات ذات الإنتفاخ(أكثر من 70%)
BT-14	32,6	10,6	28,3	11.6-18.4
BT-15	42,6	12,8	23,0	12.5-13.5
BT-16	28,0	11,0	61,3	0.0-3.0 4.5-6.0 10.5-12.0
BT-18	35,0	15,0	38,0	0.0-4.0 11.0-14.7
BT-19	43,0	11,5	69,0	30.3-14.5
BT-20	14,6	8,4	67,0	22.5-20.0
BT-21	51,0	14,7	62,5	4.5-0.0

#### 2.1.1 تحضير العينة

تم إحضار عينة من منطقة عين البيضاء وتم تكسيدها على الكسارة الشاكوشية لان البنتونايت يعتبر مادة لينة و لزجة، تم نقع 2 كغ من البنتونايت في 4لتر ماء لمدة 24 ساعة الى أن يتضاعف حجمه

#### 2.1.2 استخدام خام البنتونايت في سباكة المعادن

تم عمل تجارب بنسب مختلفة من(3-10)% لعدة فحوصات منها

##### 1. فحص النفاذية الغازية

يهدف هذا الفحص الى التعرف على مدى قابلية الرمل للسماح للغازات والأبخرة المتكونة أثناء عملية صب المعدن بالنفاذ من خلال مساماته

##### 2. فحص مقاومة الإنضغاط الخضراء

يهدف هذا الفحص الى التعرف على القوة التي تستطيع أن تغير شكل العينة القياسية وأن تسبب لها إنهيار

### 3. فحص مقاومة الإنضغاط الجاف

يهدف هذا الفحص إلى التعرف على القوة التي تستطيع تغيير شكل العينة القياسية التي تم تجفيفها بواسطة فرن حراري لمدة ساعتين

### 4. فحص مقياس الإنشطار

يعرف مقياس الإنشطار بأنه النسبة المئوية الوزنية من العينة القياسية التي تبقى مستقرة على منخل قطر فتحاته (1.27) سم

## 3 الإستثمار في البنتونايت

### 3.1 الوضع الإستثماري:

إن توضعات البنتونايت عديدة ويعتبر حدادين عام 1974 أول من إكتشفها. حيث قامت سلطة المصادر الطبيعية سابقا وزارة الطاقة حاليا في الفترة 1991-1993 بعمليات استكشافية في قاع الأزرق حيث تم حفر آبار لتقييم المعادن الطينية. وتم الإشارة الى أنه هناك إمكانية استخدامه كمادة رابطة في صناعة قوالب الرمل للسباكة أما المساحة السطحية، امتصاص الزيوت، امتصاص الماء، امتصاص المعادن الثقيلة المتواجدة في المياه العادمة وكذلك قدرته على تنقية الزيوت الصالحة للأكل بعد تحفيزه بالأحماض تم تقييمها لأول مرة من خلال الناصرة عام 2010م، يعتبر البنتونايت من الخامات الأردنية التي لم تستغل حاليا في المملكة لذلك لا يوجد اي منتج او مصدر له.

### 3.2 فرص الإستثمار:

إن سهولة ممارسة الأعمال التجارية في الأردن جيدة وتعتبر توضعات البنتونايت مفتوحة لشركات الإستثمار والتعدين على أسس التنقيب التفصيلي والتقييم والإستغلال. تتواجد خامات البنتونايت في منطقة عين البيضاء وبيحياطي يقدر 105 مليون طن، وهذه الخامات تدخل في صناعات عديدة أهمها استخدامها لسند جوانب الحفر وخاصة في اعمال حفر الخوازيق وغيرها.

### 3.3 مواقع تواجد خام البنتونايت

يتواجد البنتونايت في موقعين هما قاع الأزرق ومنطقة عين البيضاء و يقدر الإحتياطي في منطقة عين البيضاء حوالي 105 مليون طن، أما قاع الأزرق فلم يتم تحديد الإحتياطي له، يمثل قاع الأزرق حوض مغلق ومساحته حوالي 150 كم<sup>2</sup>. كلا المنطقتين لهما ارتفاع قليل من الناحية الطبوغرافية (حوالي 510م) فوق مستوى سطح البحر. يعتبر السمكتايت، الايت\السمكتايت المختلط والكاولنبايت أهم المعادن الطينية المتواجدة، بينما الكوارتز، الفلدسبار والكالسيت هم الشوائب المصاحبة للمعادن الطينية يمكن الوصول إلى منطقتي الدراسة من خلال العديد من الطرق. و تبعد المنطقتان حوالي 102 كم شمال شرق العاصمة عمان كما يظهر في الصورة (1) أدناه :



صورة(1): أماكن تواجد البنتونايت في الأردن - المصدر هيئة تنظيم قطاع الطاقة والمعادن.

### 3.4 الطاقة الإنتاجية للمصنع وأسعاره منتجاته

إن فكرة إقامة مصنع يهتم بمعالجة وتركيز خامات البنتونايت فكرة مجدية إقتصاديا ، وذلك بسبب وفرة الخام باحتياطي عالي جدا وعدم وجود أي شركة تقوم بإنتاج وتصنيع خامات البنتونايت في الأردن، حيث سيتم تزويد السوق المحلي وفتح باب للتصدير الى الدول المجاورة وخاصة دول الخليج العربي لأن هذه الخامه تدخل في عدة إستخدام لأبار البترول، وبناءا على ذلك فإنه سيتم عمل مصنع لإستخراج خامات البنتونايت من منطقة عين البيضا والقيام بعمليات المعالجة والتركيز لإخراجها بمواصفات الصناعية المطلوبة وبناءا على ذلك سيتم بناء مصنع بطاقة إنتاجية 10,000 طن/سنويا بمعدل 300 يوم عمل سنويا أي ما يعادل 30 طن/يوميا بمعدل 8 ساعات عمل.

#### 3.4.1 اسعار البنتونايت عالميا:

إن أسعار خام البنتونايت عالميا تتراوح ما بين 70-800 دينار اردني وذلك حسب مواصفات الخام وحجمه الحبيبي واستخداماته الصناعية علما بأنه هناك ثلاث أصناف لمنتجات البنتونايت:

الصف الأول: يستخدم في المجالات الصناعية مثل سائل الحفر بحجم حبيبي اكثر من 150 ميكرون وبسعر 90 دينار اردني للطن الواحد.

الصف الثاني: يستخدم لاغراض سباكة المعادن و الدهانات والمواد اللاصقة بحجم حبيبي 44 ميكرون وبسعر 100 دينار اردني للطن الواحد.

الصف الثالث: الناعم جدا يستخدم في المنتجات الطبية بحجم حبيبي اقل من 18 ميكرون وبسعر 150 دينار اردني للطن الواحد.

#### 3.4.2 الإيرادات المتوقعة

هنالك جدوى إقتصادية كبيرة لإستغلال هذه الخامات وإخراجها الى حيز الوجود وبناء مصنع بطاقة إنتاجية 10,000 طن/سنويا بمعدل 300 يوم عمل سنويا أي ما يعادل 30 طن/يوميا بمعدل 8 ساعات عمل، ويبين الجدول (4) ادناه الإيرادات السنوية المتوقعة للمشروع:

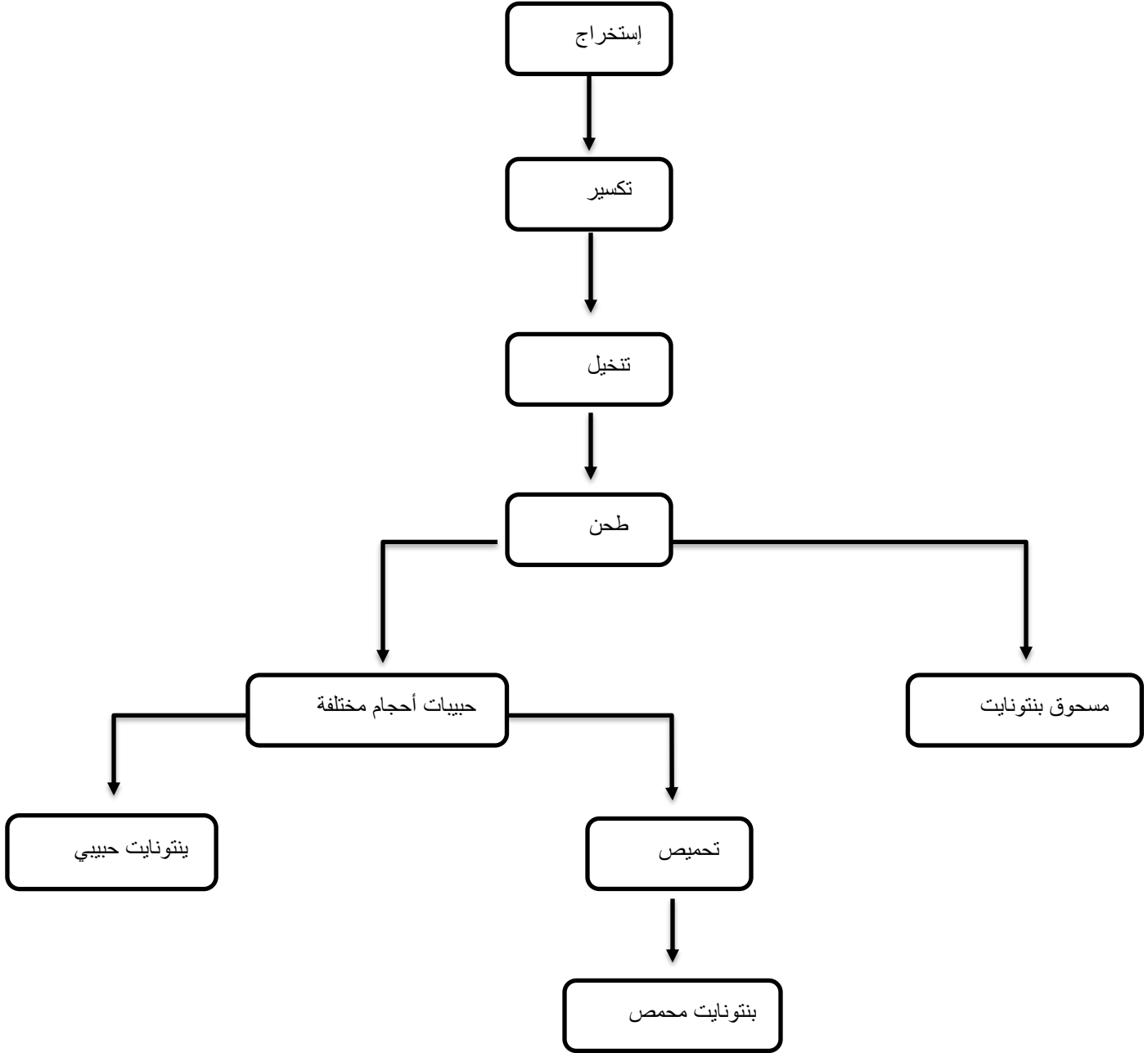
جدول(5): الإيرادات السنوية للمشروع

البنتونايت	النسبة %	الإنتاج السنوي (طن)	السعر (دينار اردني)	الإيرادات السنوية (دينار اردني)
الصف الأول	65	6,500	90	585,000
الصف الثاني	20	2,000	100	200,000
الصف الثالث	15	1,500	150	225,000
المجموع	100	10,000	---	1,010,000



### 3.5 العملية الإنتاجية

بعد عملية الإستخراج تتم عملية نقل الخام الى موقع المصنع ومن ثم تتم عملية التصنيع عن طريق تكسير الكتل الكبيرة من الخام عن طريق كسارة شاكوشية، ثم يتم وضع الخام في الخلاط لتشتيت الحبيبات، وبعد ذلك تتم عملية تجفيف الخام بإستخدام محمص الهوائي ثم تنخيله ليتم إدخاله الى مطحنة الكرات للحصول على الأحجام المطلوبة والمخطط للتنفيذي التالي يبين وصف العملية الإنتاجية:



### 3.5.1 الآلات المطلوبة

يوضح الجدول (6) التالي الآلات والمعدات التي يحتاجها المشروع كما يلي:

جدول(6): الآلات والمعدات المطلوبة للمشروع.

الآلة	العدد	الكلفة الواحدة/دينار أردني	الكلفة النهائية (دينار أردني)
لودر	2	50,000	100,000
آلة تكسير	1	40,000	40,000
آلة طحن	1	65,000	65,000
آلة تنخيل	2	25,000	50,000
محمصة	1	100,000	100,000
خلاط	1	50,000	50,000
قلاط	1	150,000	150,000
بك أب	1	23,000	23,000
<b>مجموع</b>	<b>10</b>	<b>---</b>	<b>578,000</b>

\* حسب الخبرة

### 3.5.2 الموارد البشرية المطلوبة

إن إقامة مصنع البنتونايت يتطلب موظفين ولمراعاة الرواتب وجميع المستحقات، تم وضع رواتب الموظفين تبعا لقانون السادس عشر، ويمثل الجدول (7) التالي العمالة المطلوبة للمشروع:

جدول(7): العمالة المطلوبة للمشروع.

المسمى الوظيفي	العدد	الراتب (دينار أردني)/شهر	مجموع الرواتب السنوية
مدير المشروع (م.تعيين)	1	1000	16,000
جيولوجي	1	500	8,000
محاسب	1	400	6,400
ايدي عاملة	2	300	9,600
فني تعدين	2	300	9,600
فني صيانة	1	300	4,800
عمال نظافة	1	250	4000
سائق	3	350	16,800

9,600	300	2	الحارس
<b>84,800</b>	----	<b>14</b>	<b>المجموع</b>

### 3.5.3 الأرض وقوانين التعدين

ستتم عملية الإستخراج في منطقة عين البيضاء حيث تم الإفتراض أنه سيتم إستئجار قطعة أرض 25 دونم حكومي وذلك بعد القيام بإجراء عمليات التنقيب على مساحة 1 كم<sup>2</sup>. والجدول (8) أدناه يبين الرسوم المطلوبة للمشروع حسب توصيات اللجنة المركزية لاملاك الدولة/هيئة تنظيم قطاع الطاقة و المعادن:

جدول(8): رسوم التعدين.

رسوم التعدين	المطلوب
200	رسم منح رخصة التنقيب عن كم <sup>2</sup>
500	رسم منح حق التعدين سنويا عن كم <sup>2</sup>
500	بدل كشف لمنح رخص التنقيب
800	بدل إيجار لأراضي الخزينة لغايات التنقيب عن كم <sup>2</sup>
25	بدل إيجار سنوي لدونم الواحد

### 3.6 الإيرادات السنوية

حسب أسعار البنتونايت تم حساب فرضيات الأسعار من خلال عام (2018-2025)، وجدول (9) التالي يبين إيرادات المشروع السنوية المتوقعة :

جدول(9): إيرادات المشروع السنوية.

2021	2020	2019	2018	فرضيات الأسعار
109	106	103	90	سعر بيع 1 طن بنتونايت صنف اول
164	159	155	100	سعر بيع 1 طن بنتونايت صنف ثاني
219	212	206	150	سعر بيع 1 طن بنتونايت صنف ثالث
65%	65%	65%	65%	نسبة انتاج بنتونايت صنف اول
20%	20%	20%	20%	نسبة انتاج بنتونايت صنف ثاني
15%	15%	15%	15%	نسبة انتاج بنتونايت صنف ثالث
2048863	1989188	1931250	1010000	الإيرادات (JD)

### 3.7.1 الإستنتاجات

1. الدراسات الموجودة في وزارة الطاقة/ سلطة المصادر الطبيعية تشير إلى وجود معادن وهي مكون أساسي للبتونايت
2. تتواجد خامات البنتونايت في منطقة الأزرق، منطقة العقبة
3. تتميز منطقة الأزرق/ عين البيضا بوجود خام بنتونايت إقتصادي من حيث النوعية والكمية لتجانسها الرسوبي
4. إمكانية إستغلاله في الصناعة وعمل استثمار فيه

### 3.7.2 التوصيات

1. إجراء مزيد من الدراسات التفصيلية لتحديد كمية الإحتياطي في منطقة الأزرق
2. التركيز على الطبقات الحاملة لمعدن السمكايت أو المونتوريللوتيت ذات الإنتفاخ العالي
3. استخدام الخام بطريقة الناجم المكشوفة وذلك لقربه من السطح
4. شمولية وتكاملية النظر الى رسوبيات قاع الأزرق عند دراستها او استغلالها نظرا لتنوع المعادن الطينية وبسماكات كبيرة
5. دراسة باقي مناطق المملكة للبحث عن خامات البنتونايت وخاصة منطقة اليمانية/ العقبة