# الجيولوجيا الاقتصادية والصور الضائية

أعداد

د. أحمد قاسم

وطلاب الدفعة الرابعة لقسم
جيولوجيا البترول والمعادن

٢٠١٥

# الجيولوجيا الاقتصادية

**المقدمة** : ان مفهوم الجيولوجيا الاقتصادية يعتمد بالدرجة الاساس على الصخور والمعادن التي تدخل في الصناعات المختلفة. ولهذه يكون لها الدور الأكبر في ازدهار الاقتصاد في اي بلد فتواجد فيه اذا ما وظفت بطرق سليمة وعلمية وتخطيط علمي مبرمج.

وان استخراج الصخور والمعادن الصناعية يعتمد بالدرجة الاساس على العلوم الجيولوجية وبالخصوص علم الجيولوجيا الهندسية (Engineering geology) حيث يكون لهذا العلم الفضل في كيفية تحديد موقع وابعاد وشكل الترسبات المعدنية والصخرية التي تدخل فيما بعد في المجالات الصناعية. ولكي يتم تحديد ذلك يجب علينا معرفة:

١- الجيولوجيا المنجمية Minning Geolgy.
٢- العمليات المنجمية Minning Operations.
٣- المنجم Mine.

**الجيولوجيا المنجمية** : علم دراسة الاساسيات الجيولوجية لتخطيط وتصميم المنجم الجاري على التكوينات الطبقية الكاملة للخامات المعدنية.

**العمليات المنجمية** : هي عمليات استخراج التوضعات المعدنية من مناطق تواجدها فلك الطبقات والتكوينات، اضافة الى العمليات الاخرى التي تشمل التنقية والتدرين.

**المنجم** : منطقة توضع المعدن او الصخرة (Mineral deposits) والتي يتم حفرها او كشفها (Excavated) لاستخراج المعدن او الصخرة. ويتم ذلك بثلاث طرق هي:

## ١. المنجم المفتوح : Open excavation Mine

يمثل المنجم الذي تستخرج منه كتل الصخر الصخري بواسطة الشلالات وعادة ما يكون المكون الكاربي للصخر او الصخرة مكشوف (على سطح الارض) اي لا يكون هناك غطاء من التربة (Overburden) يعلوه. ومثال ذلك: منجم الفوسفات في الصحراء الغربية العراقية، وغرب الاردن، ومنجم (بيشيركو) في بولونيا، ومنجم خامات الحديد في منطقة الكسيبات في الصحراء الغربية للعراق.

## ب. منجم انفاق تحت الارض Sub terranean excavation mine

المنجم المتواجد على اعماق مختلفة عن سطح الارض، حيث يتم تكسير الصخر الكاربي على الجام وعمل انفاق داخل سطح الارض، ثم نقل هذه الصخور عبر الانفاق الى السطح ومثال ذلك: مناجم الملح في بولونيا، ومناجم النحاس في اوروبا وامريكا، ومناجم الذهب في جنوب افريقيا.

## ج. منجم السحب بالاذابة Solute excavation Mine

يمثل المنجم الذي يسحب فيه الجام بعد اذابته داخل الطبقات الصخرية الكاربية عليه. مثال ذلك: مناجم كبريت الشراف في العراق. حيث يستخرج الكبريت بطريقة فراش (Frash method) من خلال اذابته داخل الارض بعد حقنه بالمياه الحارة بدرجة (١٤٠م°) ثم سحبه.

بعد هذه المقدمة. سيتم التطرق في هذا الفصل الى اهم الصخور والمعادن الصناعية التي لها دور في الصناعة على مستوى العالم والمستوى المحلي (نظراً لتواجدها بكثرة في العراق) ومن اهمها: الفوسفات - الكبريت - الجبس - الاطيان - الكبس - الأسبوع. اضافة الى ارض الكلس. اما فيما يتعلق بالنفط والغاز الطبيعي فسيشمل ذلك بموضوع جيولوجيا النفط.

## = الفوسفور والصخور الفوسفاتية =

## « phosphur and phosphatic Rocks »

يبلغ معدل تواجد الفوسفور في صخور القشرة (١٢٠٠ ج م م) وفي مياه البحر تصل كمية الى (٠.٠٧ ج م م) على شكل فوسفات ذائبة . وتستخرج الصخور الفوسفاتية بكميات كبيرة في مختلف دول العالم الحاوية عليها وتستخدم معظمها لتصنيع الاسمدة الفوسفاتية وحامض الفوسفوريك وغيرها من الصناعات الاخرى .

### معادن الفوسفور =

أهم معدن للفسفور هو معدن الاباتايت (Apatite) والذي يتواجد بصور مختلفة نتيجة لعملية الاستبدال المتماثل (Isomorphic Subsitution) لأيونات العناصر المكونة للمعدن ومن هذه الصور :

1. Fluorapatite – $Ca_{10}(PO_4)_6F_2$
2. Clorapatite $Ca_{10}(PO_4)_6Cl_2$
3. dahlite – $(Ca,X)_{10}(P,C)_6(O \cdot OH)_{20}$
4. Ellestadite – $Ca_{10}(SiO_4)_3(SO_4)_3(OH,F,Cl)_2$
5. Francolite – $(Ca,X)_{10}(P,C)_6(O,F)_{26}$

ويعتبر المعدن الاخير (Francolite) هو المعدن الرئيسي لصخور الفوسفورايت البحرية الرسوبية ذات الاهمية الاقتصادية ، وتمثل اهم مصادر الفوسفات كمادة اولية في الصناعة ، ويوجد هذا المعدن كذلك في العروق الحارية الجوفية وكمعدن حيوي رئيسي لاصداف بعض الاحياء البحرية .

وتقيم الصخور الفوسفاتية تجارياً بالنسبة لما تحتويه من فوسفات الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$ . فالصخرة تعتبر ذات اهمية تجارية اذا احتوت على كمية لاتقل عن ٦٦٪ من فوسفات الكالسيوم الثلاثي .

## تركيز الفوسفات

هناك عمليات كثيرة لتركيز الفوسفات من خاماتها ، منها مختبرية ومنها صناعية وهي كما يلي :

١. التصنيف اليدوي : تستعمل كخطوة اولية او تحضيرية قبل القيام بالعمليات التركيز الاخرى . وتعتمد على اختلاف اللون والبريق او شكل القطع للمعدن المراد ازالته .

٢. السوائل الثقيلة : وتستخدم قبل عملية الفصل المختبري . من خلال عمليات الطحن والغسل لانتقاء الخامات وذلك لغرض فصل الكربونات والمواد الناعمة وتراكم الاطراف والحطام الفوسفاتية عن الاجزاء الكبيرة . ثم دراستها بعد طحنها تحت المجهر لمعرفة محتواها المعدني ، اما الفوسفات فتستعمل السوائل الثقيلة لتركيزها . ومن هذه السوائل : البروموفورم ، رابع كلوريد الكربون ، واليوديد الميثيلين . وفيها يتم فصل حبيبات الكوارتز والكربون المتبقية بعد عملية الغسل .

٣. التجفيف (الكلسنة) ثم الغسيل : وتستخدم هذه الطريقة لرفع درجة خام الفوسفات . كما هو الحال في استخدامها في منطقة سفاجا الواقعة في منطقة البحر الاحمر في مصر . وكذلك في خامات الفوسفات الاردنية . وتتلخص مراحل هذه الطريقة بـ

أ. تكسير الخامات الى احجام متساوية ، والحجم الكبير هو نصف سم .

ب. يجفف الخام بدرجة حرارة ٨٠٠ - ٩٠٠ م لمدة نصف ساعة في فرن مغلق مع امرار تيار من الهواء وذلك لتحويل الكربونات الى الكاسيد الكالسيوم والمغنيسيوم .

ج. تطفأ الخامات في الفرن بكمية من الماء والكمية المطلوبة للتطفئة تساوي وزنه عشرة اضعاف كمية الكربونات في العينة .

د. الغسيل تمرر المواد بالماء بحيث تكون نسبة المواد الصلبة في وسط الغسيل ٢٥ ٪ في كل مرة ، وذلك لازالة الكاسيد الكلسيوم والمغنيسيوم والمواد السيلتية والطينية .

## اصل وتواجد الفوسفات

الفوسفات انواع عديدة وتختلف هذه الانواع باختلاف مصدر الفوسفات الفوسفور، كيفية التكوين، والبيئة الملائمة للترسيب، والعمليات الكيماوية والميكانيكية المؤثرة على الرواسب الفوسفاتية فلال او بحر عملية الترسيب. ومن أهم مصادر الفسفور:

أ. مياه الانهار = حيث ينتقل الفسفور الذائب والناتج من تأثير عوامل التعرية والتجوية على الصخور الغنية بالفسفور من القارات الى البحار والمحيطات بواسطة الانهار

ب. الانبعاثات البركانية والمصادر الحرارية المائية تحت البحر.

ج. الفسفور الناتج من تحلل المواد العضوية:
تركيز الفوسفات الذائبة في البحار والمحيطات يزداد في الاعماق، وذلك من خلال تحلل المواد العضوية لكائنات الميتة العائمة في البحار والمحيطات وهبوطها الى الاسفل، اضافة الى غنى المناطق العميقة للبحار والمحيطات بالنايتروجين والسيليكون وغاز ثاني اكسيد الكربون نتيجة لتحلل المواد العضوية.

## كيفية تكوين الفوسفات

هناك نظريتان لتكوين الفوسفات هما:

أ. الترسيب المباشر (Direct Precepetation):
تقول هذه النظرية بأن ترسيب الفوسفات قد تم نتيجة لصعود المياه (up welling) على طول الرف القاري من اعماق البحار والمحيطات الى اعماق الترسيب الضحلة، وانخفاض الضغط وارتفاع درجة الحرارة لهذه المياه الصاعدة الغنية بالفسفور، وذلك الى فقدانه غاز ($CO_2$) مسببا ارتفاع قلوية المياه (PH). والذي ساعد بدوره على تكوين رواسب الكالسيوم الفوسفاتية الذي تم بتفاعل الفوسفور مع الكالسيوم الذائب.

ب - الاحلال Replacement :

وجد ان محاليل الفوسفات القاعدية تحل محل الكالسايت ، وينتج عن هذا الاحلال معدن الاباتايت الكربوناتي Carbonate Apatite الذي يختلف محتواه تبعا لمحل معدل ودرجة الاحلال ، والتي بدورها تعتمد على قاعدية المحلول وكمية الفوسفات ($PO_4^{-3}$) بالنسبة لمحتوى تركيز ($HCO_3^{-1}$) . ووجد بانه معظم الرواسب الفسفورايت المتكونة في البحار تنتج بسبب عملية الاحلال وانها تحتوي على زائد من الكالسيوم والفوسفات اقل بكثير من ما هو ضروري لتكوين الاباتايت المباشر .

وفي كلتا العمليتين التكوين وجد بانه الفلور المتواجد في المياه ضروري جدا ، لانه وجوده ضمن تركيب معدن الاباتايت يعمل كعائق لذوبانه الفسفور وبذلك يساعد على حفظ الترسبات الفوسفاتية خلال العصور الجيولوجية المتعاقبة .

## انواع تواجد الفوسفات

١. الطبقات الفوسفاتية الرسوبية البحرية : Marine Sedimentary phosphate beds

تتواجد ترسبات الفسفورايت البحرية الهامة في جنوب وشرق البحر الابيض المتوسط وتمتد من مراكش غربا الى العراق وتركيا شرقا ، وتتراوح اعمارها من العصر الطباشيري الاعلى الى عصر الايوسين . ففي المغرب تتواجد هذه الترسبات بكميات هائلة تقع على بعد ٥٠٠ كم جنوب جبل طارق وعلى بعد ٢٠٠ كم من المحيط الاطلسي ، وتتراوح نسبة الفوسفات في هذه الترسبات بين (٧٠ - ٧٨ ٪) وتتكون تتوعي على الحجر الكلسي والغلنث والمارل بنسبة ٦٠ ٪ . وتتكون تتواجد قرب الحدود بين تونس والجزائر وتتراوح نسبة الفوسفات فيها بين (٥٨ - ٧٠ ٪) . كذلك تتواجد في العراق والسعودية وسوريه والاردن .

٢. الحجر الكلسي والطين الفوسفاتي Limestone and phosphatic Marls :

يستخدم هذا النوع كسماد مباشره بعد استخراجه وتجفيفه ، ويتواجد في ولاية فلوريدا في امريكا .

٣. حصى ارضي Land Pebble :

يتكون هذا النوع من الفوسفات بتأثير الاحواض والتيارات البحرية المتعرضة للتكسر والتفتت وإعادة التهذيب (Reworking) للطبقات المستمدة من الحجر الجيري الفوسفاتي. ويتواجد هذا النوع ايضاً في ولاية فلوريدا في ، فيرجنا.

٤. بقايا التركيز Residual Concentration

تتشكل هذه الترسبات من تجوية طبقات الفوسفاتية المستمدة عند اذابة الحجر الجيري بواسطة المياه الجوفية (ground waters) لتخلف الحجر الجيري الفوسفاتي ، وبذلك تتكون تجمعات غير ذائبة وغير متجانسة من رواسب الفوسفورايت.

٥. ترسبات الجوانو Guano :

تتواجد هذه الترسبات في مناطق الساحل والجزر . فجزر المحيط الهادي تصدر هذه المواد الغنية بالفوسفات ( ٨٠ - ٩٠ ٪ $Ca_3(PO_4)_3$ ) والمواد النايتروجينية ، وتتكون من تفسخ ملايين الطيور المتبقية على هذه الجزر وكذلك افرازاتها .

٦. الصخور النارية والمتحولة الحاوية على الفوسفات :

تستخرج الفوسفات في السويد من الصخور النارية الحاوية على خامات الحديد ، وفي روسيا ايضاً من جزيرة كولا . وفي جنوب وشرق افريقيا يستخرج الاباتايت من الصخور الكربوناتية ، ومن كندا من الصخور المتحولة.

الاستخدامات الصناعية للفوسفات :

تستخدم الفوسفات في صناعة الاسمدة الفوسفاتية ، وصناعة حامض الفوسفوريك وعنصر الفسفور ، وصناعة الادوية . كذلك يستهلك الفوسفور في صناعة الكبريت الثقاب ، الالعاب النارية ، والمشروبات الغازية ، على الطعام ، وفي طب الاسنان كمادة منظفة ، وفي صناعة السيراميك - - - الخ . وحوالي



الاستمرار في الصفحة

(٩٠٪) من الفوسفات المستخرجة تستغل لصناعة الأسمدة. ولتحويل الفوسفات إلى مركبات سهلة الذوبان والامتصاص من قبل النباتات، تفاعل الصخور الفوسفاتية مع حامض الكبريتيك للحصول على السوبر فوسفات كما في المعادلة:

$$Ca_3(PO_4)_2 + 2H_2SO_4 + 4H_2O \longrightarrow CaH_4(PO_4)_2 + 2H_2O + 2(CaSO_4 \cdot 2H_2O)$$

فوسفات الكالسيوم الأحادي — الجبس

الخليط الناتج من المعادلة يمثل السوبر فوسفات ويحتوي على ٢٠٪ من ($P_2O_5$). وفوسفات الكالسيوم الأحادي يذوب في الماء وبذلك تكون الفوسفات جاهزة لغذاء النبات. أما الجبس فيكون ناتج عرضي يعمل على تخفيف (السوبر فوسفات).

وحالياً يمكن إنتاج (السوبر فوسفات المركز) والتي تحتوي على (٤٥-٤٨٪) من ($P_2O_5$) وذلك بالتخلص من (الجبس).

ويتم ذلك بمعاملة الصخور الفوسفاتية مع كمية كافية من حامض الكبريتيك ذات التركيز العالي، بحيث يتحول جميع الكالسيوم تقريباً في الصخرة إلى سلفات الكالسيوم. وكذلك يتحول جميع ($P_2O_5$) إلى حامض الفوسفوريك. ومعاملة الصخور الفوسفاتية إضافية مع حامض الفوسفوريك الناتج، تتحول جميع المحتويات الفوسفاتية إلى السوبر فوسفات خالية من الجبس $Ca_3(PO_4)_2$ (Triple Super phosphates).

# الفوسفات العراقية

تنتشر رواسب الفوسفات العراقية في منطقة الصحراء الغربية وتتواجد في البرطبة وعكاشات، والكرمة العراقية الاردنية. ورواسب عكاشات تنتشر في الجانب الشمالي المرتفع الكحرة على بعد (٦٠ كم) الى الجنوب الغربي من القائم. و (١٢٠ كم) شمال شرق مدينة البرطبة. وتتواجد هذه الترسبات ضمن آفاق (Horizons) عديدة منتشرة ضمن ثلاثة تكاوين طباقية هي:

١. تكوين الطيارات - Tayarat Formation - العصر الباليوسيني الاعلى.
٢. تكوين أم رضمة - Umm Er Radhuma Fn. - عصر الباليوسين.
٣. تكوين الدمام - Damam Fn. - عصر الايوسين.

## مناطق تواجد الفوسفات العراقية:

### ١. منطقة عكاشات (تكوين ام رضمة):

تتواجد الترسبات في هذه المنطقة، المتعرضة الى حركات تكتونية بسيطة والترتيب الاكبر في المنطقة، ناتج من هذه الحركات هي البطية المحدبة للكحارة الواقعة جنوب عكاشات. وبعد تأكل الترتيب لهذه البطية المحدبة تكونه تاليسن لمنخفض الكحارة (Al-Qa'ara depression) ويظهر بانه افاق الفسفورايت بشكل سميكها كلما قربت من هذا الترتيب (الكحارة).

والفسفورايت في رواسب عكاشات تتميز بنسيج حبيبي (Pellet texture) مع مواد لاحمة. وتتميز الاقراص بكونها صغيرة بكروية وذات اقطار مختلفة تتراوح بين الكرسي الى الصهوائي الى الزهري بقياسها. وان الاقطار الغامقة متأتية من وجود بقايا المواد العضوية وصبغات الحاديد كأوكسيد الحديد.

ويعد بانه المعدن الرئيسي لهذه الترسبات هو الاباتايت الفلوري، الكربوناتي (Carbonate Fluorapatite) ويرافقه معدن الكالسايت، الدولومايت، الكوارتز، المعادن الطينية، وكميات قليلة من معادن ثانوية لقنادات اليورانيوم كمعدن (Carnotite). اضافة الى فتات اخرى تتكون من هياكل الاسماك وعظام واسنان الاسماك والقروش.

ويتميز معدن الاباتايت الذي يمثل المحتوى الرئيسي لترسبات الفوسفات بمنطقة عكاشات بكونه على درجة عالية من التميؤ (hydrated) ونسبيا غني بالفلور، واليورانيوم، والليثيوم، والصوديوم، والبريت، والسترونتيوم وتتراوح نسبة الفسفور ($P_2O_5$) في صخور عكاشات الفوسفاتية بين (٧,٨٥ - ٢٦,٦٣ ٪).

## كيفية تكوين الفوسفات في منطقة عكاشات :

ترسبت الفوسفات البحرية في جنوب وشرق البحر الابيض المتوسط ابتداءً بدورة كبرى امتدت من نهاية العصر الطباشيري وبداية العصر الثلاثي. وفي هذا الجزء من العالم تميزت صخور العصر الطباشيري بطبقات عديمة التوافق (Un Conformities) موضعية واقليمية عديدة تعكس طغيان وتراجع البحر المتقاطب قبل عملية الارتفاع الكبرى (Uplift) التي انهت ترسبات العصر الطباشيري في منطقة البحر الابيض المتوسط.

ان نزوح المياه الى اعلى في بعض اجزاء البحر الابيض كان نشطا مما ادت بدورها في تنشيط حياة تمثل هائلة من الاحياء العائمة (planktons) خاصة في المياه الضحلة، وكانت غنية بالفسفور والنايتروجين والسيليكون. وان فترة العصر الطباشيري قد تميزت ببيئة معرضة لتغيرات كيميائية وفيزيائية بسبب حركات التكتونية المتقاطبة. وكل هذه التغيرات سببت اموت السريع لتمثل الاحياء في اجزاء عديدة من البحر وخاصة في المناطق الضحلة، وعند سقوط هذه الاحياء الى القعر تترسب محتوياتها الفوسفورية تبعا لتحلل موادها العضوية.

## ٢- منطقة عكاشات (تكوين الطيارات) :

تتواجد ترسبات الفوسفات في منطقة عكاشات ضمن تكوين الطيارات الذي يعائد الى العصر الطباشيري الاعلى في كل من (البرطبة والكعره)، وان الترسبات في هذا التكوين تكون مشابهة لما موجود في تكوين (ام رضمه) من حيث الخواص الصخرية والمحتوى العضوي والكيميائي وكيفية التكوين.

## ٣- منطقة البرطبة (تكوين ام رضمة) :

من خلال نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية لنماذج فوسفات هذه المنطقة وجد ان الكتلة الفوسفاتية تنقسم الى ثلاثة اقسام متميزة هي :

الكبيبات بنسبة ٥٨,٧٤ ٪ ، والمادة اللاحمة بنسبة ٤٠,٨٤ ٪ .
والشقوق بنسبة ٠,٨٠ ٪ . وتنقسم الكبيبات الى فوسفاتية وغير فوسفاتية.
الكبيبات غير الفوسفاتية : تتكون من معدن العقيق الابيض (Chalcedony)،
وحبيبات الكاسيد الحديد المائية ، والكبيبات الكربونية . اما
الكبيبات الفوسفاتية فتنقسم الى ثلاثة مجاميع هي :

أ . المجموعة الاولى : حبيبات فوسفاتية صرفة تكونت المادة الفوسفاتية فيها ضعيفة التبلور ، بيضاء اللون ، كروية وبيضوية الشكل ، تحتوي على معدن الصوان (Chert) والكاسيد الحديد المائية .

ب . المجموعة الثانية : تحتوي على السريتات البسيطة وتكون حبيباتها متألفة من نواة محاطة بقشرة غلفت واحدة او اكثر تسمى بالـ (Oolites) .

ج . المجموعة الثالثة : تحتوي على قطع من السريتات البسيطة والمركبة ، وقطع من الاصداف الحاوية على الفوسفات ، اضافة الى قطع من عظام الاسماك المتحجرة وأسنان الكواسج .

## ٤ - منطقة فوسفات الحدود العراقية الاردنية ( تكوين الرطام ) :

تمتاز هذه المنطقة بوجود ترسبات لصخور الفوسفات عائدة الى تكوين الرطام. ودلت الدراسات على ان المعدن الرئيسي هو الاباتايت الفلوري الكربوني، يرافقه معدن الكالسيت والكالسدوني (Chalcedony) والمعادن الطينية. وان فوسفات هذه المنطقة ذات صنف عالي ، اذ يبلغ معدل محتوى الفسفور ٣٠ ٪ ($P_2O_5$) وفي معدن الاباتايت المركز النقي تصل نسبة الفسفور الى ٣٤ ٪ .

## ١١ الكبريت ١١
## Sulphur

استعمل الانسان الكبريت من الف السنين . فقد استعمله الاغريق لعلاج الحشرات واستعمله المصريون كدواء لعلاج البثور وفي قصر قماش الكتان، واستعمله الرومان في اول سلاح حارق . وان الكبريت من العناصر الشائعة والواسعة الانتشار في الطبيعة ومتوسط محتواه في القشرة الارضية هو (٠٫٠٥٢٨ ج٢٢) ومتوسط محتواه في الغلاف المائي هو (٠٫٠٨٨٤ ج٢٢) .

### مصادر الكبريت :

١. الكبريت الطبيعي Native Sulphur :

يتواجد على شكل بلورات مختلفة الحجم والكمال منتشرة داخل الصخور وتأخذ اشكالا عديدة تتناسب مع ظروف تكوينها . فنجده احيانا في الشقوق والمسامات الصخرية كلا او جزءا والبعض الآخر يكون طبقات رقيقة نسبيا تتخلل الطبقات الصخرية .

### طرق استخراج الكبريت الطبيعي :

هناك طريقتان اساسيتان في استخراج الكبريت الطبيعي ، كل منهما تلائم الظروف الجغرافية الخاصة بترسباته كما :

أ. طريقة الفلح :

وهي الطريقة القديمة التي لا تزال مستخدمة في اليابان ، حيث تكون طبقات الصخور المحتوية على الكبريت قريبة من سطح الارض ، او لها ظروف مقلعية بسيطة .

ب. طريقة استخراج الكبريت عن الآبار (طريقة فراش Frasch) :

سميت نسبة الى مبتكرها . وتنخفض بسحب المياه بعد ضخها عبر الطبقات الصخرية الحاوية على الكبريت وهي بدرجة حرارة عالية . ثم تسخينها وترشيحها ومعالجتها ، قبل دفعها الى المراجل لتسخينها

الى درجة حرارة تتراوح بين ١٦٥ - ١٧٥ م°. ثم تدفع المياه المسخنة الى آبار الانتاج تحت ضغط يمنعه من التبخر ليؤدي صهر البريت. ويتم اسيال الماء المسخن عن طريق انبوب مخرم او منثقب مقابل الجزء الاعلى من طبقة البريت فيذوب البريت ويرتشح ويترسب الى اسفل الى قعر البئر. وبواسطة الهواء المضغوط وتكوين فقاعات هوائية تعمل على تخفيض كثافة البريت ليساوي كثافة الماء فيجاد لصعق الارتفاع ويتدفق من رأس البئر. ويتم جمع البريت المتدفق في حوض مفتوح من عدة آبار في محطة تجميع وسيطرة وذلك للتخلص من محتواه المائي الذي يتبخر تحت هذه الحرارة ثم يدفع البريت الى مخازن حيث يصب على الارض ليتجمد او يصب في خزانات موضبة خاصة بالبريت بسائل تمهيداً لنقله الى الاسواق.

## ٢ - استخلاصه من معدن البايريت ($FeS_2$)

تعتبر مجموعة المعادن البريتية (Sulfides Minerals) كالبايريت $FeS_2$ والماركاسايت والبيروتايت والكالكوبايريت مصدراً مهماً للبريت وهي معادن واسعة الانتشار في الصخور المختلفة. وتتواجد على شكل عروق في الصخور البركانية والنارية والترسبات الحرارية (hydrothermal deposits) ويستخلص البريت الحر بتجميع البريتيات. فيتحرر غاز ثاني اوكسيد البريت الذي يستغل في انتاج حامض البريتيك.

## ٣ - البريت المستخلص من الجبس والانهيدرايت ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$):

تعتبر ترسبات الجبس والانهيدرايت البرية حيثما هي موجودة في الارض كمصدر للبريت، ولكنه يعتبر اغلى الانواع كلفة. ويستخلص بتجميع الجبس مع الفحم والغاز الطبيعي لانتزال الجبس الى كبريتيد الكالسيوم ثم يعالج لانتاج غاز كبريتيد الهيدروجين الذي يستخلص منه البريت الحر.

## ٤ - البريت المستخلص من غازات المسابك والمصاهر

تنطلق من المصاهر ومن محارق الفحم والنفط كميات من غاز

ثاني اوكسيد الكبريت $SO_2$ ، والتي تقدر بعشرات الملايين من الاطنان . ولغرض منع تلوث الهواء فقد شرعت بعض الدول بالزام المعامل لازالة هذه المادة من الغازات المنطلقة الى الجو . واحدى الطرق لاستخلاص الكبريت من هذه الغازات هو تجفيف غاز $SO_2$ المنطلق من المصاهر ثم اكسدته الى $SO_3$ ثم اذابته .

## ٥- الكبريت المستخلص من الغاز الطبيعي :

يمكن فصل الكبريت الحر من غاز كبريتيد الهيدروجين ، والاخير يمكن فصله عن الغاز الطبيعي بالطرق الجافة او بالطرق الرطبة ، وفي العراق انشأ معمل لاستخلاص الكبريت من الغاز الطبيعي بالطريقة الرطبة في كركوك ، ثم تجري الاكسدة في أفران خاصة لانتاج الكبريت .
والطريقة الرطبة تعتمد فصل كبريتيد الهيدروجين عن تيار الغاز باستخدام السوائل الماصة لكبريتيد الهيدروجين وذلك بإسقاط السائل من اعلى الابراج فيقابله الغاز الصاعد من اسفلها

## المواصفات التجارية للكبريت الحر :

هناك عدة مواصفات تحددها الصناعات المستهلكة للكبريت الحر من خلال اجراء تحليل للنماذج المأخوذة من الكبريت المعد للشحن وهي :

### ١- النقاوة (Purity) :

وتمثل نسبة الكبريت الخالص او النقي بعد التصفية . فعلى سبيل المثال تبلغ نقاوة كبريت الفراش في العراق بعد التصفية ٩٩,٨٪ ونقاوة الكبريت المستخلص من الغاز الطبيعي هي ٩٩,٥٪

### ٢- الرماد Ash :

اثناء عملية انتاج الكبريت تنبثق فضلات المواد المحترقة (الرماد) ، والرماد من الشوائب التي تترسب وتتراكم في مصاهر الكبريت وتحدث عرقلة فيؤدي الى هبوط كفاءتها ، ويفترض ازالته بايقاف العمل واجراء عملية التنظيف . أن نسبة الرماد في الكبريت المشتراة المصفى تتراوح بين ٠,٠٥٪ - ٠,٠٨٪ ، ونسبته في الكبريت

في الكربيت المستخلص من الغاز الطبيعي فهي ٤٠ ٪ .

## ٣. المواد الهيدروكربونية Hydrocarbons :

ان وجود هذه المواد مع الكربيت تنتج كتلا سوداء عند حرقه مما يؤدي ذلك الى تغطية سطح المعدات وتخفض من كفاءتها . وعند احتراقها تنتج غاز $CO_2$ وماء وبوجوده يتحد مع $SO_2$ مكونا حامض الكبريتيك الفعال في تآكل المعدات . واذا ارتفعت نسبة هذه الشوائب العضوية في الكبريت الى ما بين ٠,٠١ - ١,٠ ٪ فانها تسبب تغير لونه من الاصفر ناصع الى بني او بني قاتم .

## ٤. الاحماض (على هيئة حامض الكبريتيك) :

تتواجد الاحماض مع الكبريت دائما بشكل حامض الكبريتيك او الكبريتوز وتتكون هذه الاحماض عند تعرض الكبريت لعوامل البيئة والرطوبة وقد تصل نسبتها الى اكثر من ٠,٠٣ ٪ وتكون غير مرغوبة لأنها تعمل على تآكل المعدات وتسبب اندلاع الحرائق في المصاهر نتيجة تفاعلها مع المواد الهيدروكربونية . وتبلغ نسبة الحوامض في كبريت المشرام بعد التصفية ٠,٠١ ٪ وفي المستخلص من الغاز الطبيعي ٠,٠٠ ٪ .

## ٥. الرطوبة Moisture :

هي كمية الماء التي يفقدها الكبريت عند تسخينه بدرجة حرارة معينة . ان وجودها في الكبريت يؤدي الى هبوط كفاءة العوامل المساعدة وتقلل من قابلية الانصهار في الكبريت وينتج حامض الكبريتيك بتفاعل الرطوبة مع ثالث اوكسيد الكبريت الذي يعمل على تآكل المعدات . وتبلغ نسبة الرطوبة في الكبريت المنتج في المشرام ٠,٥ ٪ وفي الغاز ٠,٠٥ ٪ .

## ٦. المواد المساعدة ( الزرنيخ ، السلينيوم ، التلوريوم ) :

وتتواجد في الكبريت المنتج من البايرايت Pyrite مثل اكاسيد الزرنيخ (As) والسلينيوم (Se) والتلوريوم (Te) وتؤدي عنصرية الكبريت الى تلوث الجو . وهذه المواد غير متواجدة في الكبريت المستخلص من الغاز الطبيعي او المنتج بطريقة فراش (Frash) .

## اصل وكيفية تكوين وتواجد الكبريت الطبيعي :

ينقسم الكبريت الطبيعي الى نوعين تبعا لأصل تكوينه هما :

1- الكبريت البركاني : وتتكون ترسبات هذا النوع نتيجة لعدة أسباب هي:

أ. تكاثف أبخرة الكبريت

ب. تفاعل غاز $H_2S$ مع غاز $SO_2$

ج. تأكسد غاز $H_2S$ الى كبريت وماء .

يتواجد الكبريت البركاني على جوانب البراكين او في قعر البحيرات البركانية . ومن المناطق التي يتواجد بها هذا النوع القابل للاستغلال في جبال الأورين ، اليابان ، الاسكا ، نيوزيلندا ، المكسيك .

اما الكبريت الموجود حول ينابيع الحمأة البركانية المحتوية على كبريتيد الهيدروجين فيعتقد بأنه تكون نتيجة لاكسدة هذا الغاز بواسطة البكتريا الكبريتية . وقد استغلت بعض هذه الترسبات لفترة من الزمن في غرب الولايات المتحدة .

2- كبريت العصور الرسوبية :

تعتبر ترسبات كبريت العصور الرسوبية المصدر الرئيسي للكبريت العنصري الحر (Native Sulphur) . وكما يعتقد بأن هذا النوع من الكبريت ينتج بطريقة كيميائية بحته ، وذلك بأختزال الكبريتات بواسطة الهيدروكربونات ولكن هذه النظرية اهملت لأن هذه العملية تتطلب درجات حرارة عالية لا تتوفر في الأعماق الضحلة حيث تتواجد ترسبات هذا النوع (كبريت العصور الرسوبية). ويعتقد ان اكتشفت البكتريا اللاهوائية من نوع الدسيولفوفايبريو (anaerobic bacteria – Desulfovibrio) الموجودة في مياه صخور الملح والجبس قابليتها لأختزال كبريتات الكالسيوم وتكوين ترسبات الكبريت بوجود الهيدروكربونات التي تتغذى عليها . تأكد الدور الرئيسي لهذه الاحياء في تكوين ترسبات الكبريت .

### طرق تكوين الكبريت الرسوبي :

ان طرق تكوين الكبريت الرسوبي والظروف الجيولوجية المؤدية الى الترسيب تتلخص في نظريتين هما :

أ. نظرية الترسيب الأولي Syngenetic Theory

تفترض هذه النظرية بأن كل من الترسبات البكريتية والخامات الرسوبية الكاربونية عملت هذه الترسبات تكونا في نفس الوقت (Simultaneously). وقد ترسبا في البحيرات الساحلية الضحلة (Lagoons) والتي هي عبارة عن خلجان ضحلة شبه مقفلة، وتحتوي على ترسبات غالية (ترابزغالية) من البكتريا حيث ويتكون منها البكريت بفعل افتزال البكتريا اللاهوائية، فحرة غاز $H_2S$ (كبريتيد الهيدروجين) الذي يتأكسد عند صعوده نحو سطح الماء، فينتج البكريت الذي يترسب مع المواد الرسوبية الأخرى. ويعتقد بأن ترسبات البكريت الهامة في روسيا وبولونيا من هذا النوع من البكريت.

ب. نظرية الترسيب المتأخر Epigenetic Theory

تفترض بأن البكريت قد تكون وترسب متأخراً، أي بعد ترسب الخامات الرسوبية الكاربونية المحتوية عليه. وتعتبر ترسبات البكريت الطبيعي الموجود في القباب الملحية لخليج المكسيك وفي التراكيب البيولوجية لمنطقة الموصل - النخلة في العراق هي من هذا النوع من البكريت.

## استعمالات البكريت

للبكريت دور مهم في الصناعة والزراعة. ويدخل في كثير من الصناعات دون أن يكون هو جزءاً من الناتج النهائي (أي تكمن قيمته في استعماله في أحد مراحل صناعة هذه المواد). وأن أغلب استعمالاته تكون بشكل حامض البكريتيك، ولكن البكريت أكثر يستخدم في صناعات أخرى. والجدول أدناه يوضح ذلك:

| استخدامه على شكل كبريت حر | استخدامه على شكل $H_2SO_4$ |
|---|---|
| ١. كبريتي سكوده ومصفرا. | ١. الأسمدة |
| ٢. صناعة الورق. | ٢. تصفية البترول والنفط |
| ٣. الكيمياويات. | ٣. الكيمياويات |
| ٤. المطاط. | ٤. الرايون Ryon (الألياف) |
| ٥. صناعة الأغذية. | ٥. صبغ وأنسجة |
| ٦. صناعة الأسمدة ومبيدات الحشرات | ٦. الأصباغ والصمغ |
| ٧. صناعة الشحاط | ٧. فحم الكوك |
| | ٨. غلونة الفولاذ |
| | ٩. التعدين ١٠. المتفجرات |

## الكبريت العراقي

في العراق مصادر عديدة للكبريت منها :

### ١. الكبريت الطبيعي :

يتواجد هذا النوع من الكبريت بصوره اساسيه في منطقة الموصل - فتحه في شمال العراق وتمتاز بغزارتها وقربها من السطح ولا تتجاوز اعماق ترسبات هذا النوع ٤٥٠ م عن سطح الارض . ولهذه الترسبات تمثل من العراق احد المواطن الرئيسيه للكبريت في العالم .

ومنطقة تواجد ترسبات هذا النوع في العراق تتميز بوجود سلاسل من الطيات الكيولوجيه الحديه (anticlines) الممتدة باتجاه شمال غربي - جنوب شرقي ، وترسبات الكبريت مركزة عند محاور الطيات الحديه وهذه الطيات هي : حمرين - مكحول - المشراق - لزاكه - صديد - هبباره - قلبان - ابراهيم - قصب - قبارة - بحمة - جوان - عطشان - عدايه - خانوقه .

### ٢. الكبريت من الباريات :

يتواجد هذا النوع في شمال العراق في منطقة سركوزة ماما باستا .

### ٣. الكبريت من الجبس والانهيدرايت :

يتواجد ضمن صخور الجبس والانهيدرايت المنتشرة في مناطق كثيره من العراق .

### ٤. الكبريت من الغاز الطبيعي :

يتواجد هذا النوع ضمن الغاز الطبيعي المتواجد بوفرة في المناطق الحاوية على النفط في العراق .

### تحليل اصل الكبريت الطبيعي العراقي

ان ترسبات الكبريت في منطقة الموصل - فتحه تتواجد ضمن القسم الأسفل من تكوين صخور الفارس الاسفل (Lower Fars) العائد الى عصر الميوسين الاوسط (Middle Miocene) والتي تكون الغطاء الطبيعي (Cap rock) لمكامن النفط في المنطقة . تحتوي جميع تراكيب الفارس الاسفل على الجبس الكلس ، الجبس والانهيدرايت والمارل والاطيان ، اضافة الى النفط والغاز . وان الكبريت في العراق مدروس لصخور هذا التكوين وان ترسبه جاء متأخراً عن ترسيب الصخور الحاوية عليه . ويتواجد محصوراً عند

(يتبع)



التكملة على الجهة الاخرى من الصفحة

التراكيب المحدبة (Anticlines Str.) حيث المنافذ والمسالك الملائمة لحركة السوائل، ووجوده ليملأ الشقوق والمنافذ والشقوق.

وعليه فإن الكبريت تكون نتيجة لاختزال الكبريتات (الجبس والانهيدرايت) بواسطة البقير (Bitumen) الناتج من أكسدة النفط او الغاز الى غاز ($H_2S$). حسب المعادلات:

$$CaSO_4 + 2C \longrightarrow CaS + 2CO_2$$
(Gypsum)

$$CaS + CO_2 + H_2O \longrightarrow CaCO_3 + H_2S$$

$$H_2S + O \longrightarrow H_2O + S$$
(الكبريت الحر)

وتتم هذه المعادلات (العملية) بوجود مستعمرات كبيرة من البكتريا اللاهوائية من نوع (Desulfovibrio) التي تعيش في المياه المنطقة وتتغذى على الهيدروكربونات وتقوم على كبريتات الكالسيوم فتستهلكها باختزالها الى كربونات الكالسيوم وكبريتيد الهيدروجين.

وإن الـ ($H_2S$) المتكون يتفاعل مع كبريتات الكالسيوم حيث لم ينتقل الغاز بعيداً عن مصدر تكونه.

# الحديد Iron

يشغل عنصر الحديد المرتبة الرابعة من حيث تواجده في القشرة الارضية، بنسبة ٤,٦٪ - ويمثل اكثر العناصر او المعادن استعمالاً في حياة العملية، نظرا لكثرة انتشاره وتجمعه في مكامن كبيرة اضافة الى خواصه الميكانيكية العالية والمتنوعة

## مصادر الحديد :

تقسم الخامات الحديدية الاقتصادية حسب تركيبها الكيماوي والمعدني الى المجاميع:

### ١. خامات اكاسيد الحديد المغناطيسية :

تمتاز هذه الخامات باللون الاسود والمعدن البريشي المكون لها هو معدن المغنتايت (Magnetite - $Fe_3O_4$) وتتراوح نسبة الحديد في هذه الخامات ٤٠-٧٢,٤٪ .

### ٢. خامات اكاسيد الحديد الهماتيتية :

المعدن البريشي المكون لهذه الخامات هو اوكسيد الحديديك الاحمر او معدن الهيماتايت (Hematite) . وتتراوح نسبة الحديد في هذه الخامات بين ٤٥ - ٧٠٪ . ويعتبر معدن الهيماتايت هو المعادن صناعة الحديد والذي يجهز سنويا ٨٠٪ من كل خامات الحديد المستخرجة من المناجم، ويرجع سبب ذلك الى سهولة اختزال خامات الحمراء .

### ٣. خامات اكاسيد الحديد المائية :

المعدن البريشي المكون لهذه الخامات هو معدن الجيوثايت (geothite $Fe_2O_3 \cdot H_2O$) . مع كمية قليلة من الماء المتحد والشوائب (الطين وكربونات). وتحتوي هذه الخامات على نسبة تتراوح بين ٢٥ - ٦٣٪ من الحديد. لون هذه الخامات بني قاتم او بني، بعضها كلوية صماوية واحيانا كتلية او على هيئة مسحوق .

## ٤ - خامات كربونات الحديد :

المعدن المكون الرئيسي لهذه الخامات هو معدن السيدريت ($Siderite-FeCO_3$) ونسبة نسبة الحديد في هذه الخامات ٤٨,٢٪ .

## تركيز خامات الحديد :

تتألف عمليات تركيز خامات الحديد من المعالجة الأولية لها كالطحن، الغربلة (فصل الأتربة عنها) والتصنيف حسب الحجم والشوائب، والتركيز، والتبييد بخاصية السطح السطحي للحبيبات. وطرق التركيز هي :

### ١- الفصل المغناطيسي Magnetic Separation :

يتم فصل المعادن اعتماداً على الاختلاف في خواصها المغناطيسية، باستخدام مكائن تدعى الفواصل المغناطيسية، وتصنف المعادن حسب درجة انجذابها نحو المغناطيس إلى: معادن شديدة المغناطيسية - معادن متوسطة المغناطيسية - معادن ضعيفة المغناطيسية (الفلزات غير الحديدية). ومعادن شديدة التمغنط كمعدن المغنتايت والمتوسطة كمعدن الليمونايت (Limonite) والولفرامايت (Wolframite) وضعيفة التمغنط كمعدن البيرايت (Pyrite).

### ب - التعويم Flotation :

تتم هذه العملية بإضافة كميات قليلة جداً من عوامل التعويم الأزرقة إلى لباب الخام المطحون جيداً، يقلب الخليط بشدة، ثم ينفخ خلاله الهواء، ونتيجة لذلك يتحلل الهواء الذي في السائل إلى فقاعات صغيرة تنتشر خلال اللباب المطحون، حيث تتعلق بالدقائق الصلبة للمعدن ثم تطفو فوقها. فتكون طبقة رغوية على سطح المعدن غير قابلة للبلل. وهذه تسمى بالمجمعات وهي عبارة عن مركبات عضوية لها وزنه جزيئي كبير مثال ذلك: املاح حامض الزانثيك والأحماض الكربوكسيلية وأملاحها. وتستخدم في عملية التعويم عوامل مثل الرغويات لها القدرة على التمسك بالحبيبات الطافية وصنف نوعين من عملية التعويم :

أولاً : التعويم المباشر : وتمتاز هذه الطريقة بتعويم المعادن الحديدية

والحصول على ناتج ركوي غني بالحديد

ثانياً : التقويم العكسي : وتتم هذه الطريقة بتقويم البعادن المصاحبة للحديد (الشوائب) والحصول على مركز حديد في خلية التقويم .

ويتوقف اختيار احدى هاتين الطريقتين على تكوين الحديد وتركيب الخام الاولي الداخل الى عملية التركيز . وتتيح التقويم تفوق في صدكبير على الاتلاع الزائية في البلاد التي توجد في وسط التقويم .

## جـ . التلبيد Sintering :

هي عملية تجميع حبيبات الخام ، وكذلك الكيانات المركزة منه والمستحصلة بطريقة التركيز ، والغبار المتصاعد من فوهة الفرن والخامات ، وتجميعها بشكل خامات معدنية . ويتم ذلك :

بخلط الخام الناعم الحبيبات وغبار الافران مع كمية من الوقود مثل فحم الكوك تتراوح بين ٤-٦ ٪ مع كمية من الحديد تتراوح بين ٢٥ - ٣٠ ٪ . ويرطب الخليط قليلاً بالماء ، وتوضع في شبكة فرن التلبيد بصورة متجانسة على ان تكون طبقة بسمك (٢٥٠ - ٥٠٠ مم) فوق بلاكنة ثم تشعل الطبقة العليا بالغاز او الوقود السائل الى درجة حرارة تتراوح بين (٧٥٠ - ٨٥٠ م°) . ثم توضع هذه الشبكة فوق غرف مخلخلة الهواء بواسطة مراوح قوية لسحب الهواء خلال الطبقة من اعلى الى اسفل . وينتشر الاحتراق بداية من السطح العلوي ذي الطبقة الرقيقة نسبياً من الخام الى اسفل في اتجاه الشبكة ، ويتخلص من نواتج الاحتراق خلال فتحات الشبكة . ويختزل معدن (المغنتيت Magnetite) عند وجود (السليكا $SiO_2$) الى معدن (الفلايت Fayalite) $Fe_2SiO_4$ . حسب المعادلة :

$$2Fe_3O_4 + 3SiO_2 + 2CO \longrightarrow 3Fe_2SiO_4 + 2CO_2$$

ويظهر معدن Fayalite عند (١١٠٠°م) وتكون عند ذلك طبقة سائلة في منطقة الاحتراق تلحق بجزيئات الشحنة غير المنصهرة . وتؤدي عملية التلبيد الى التخلص من جميع الكبريت الموجود في الخام تقريباً حسب المعادلة :

$$3FeS + 5O_2 \longrightarrow Fe_3O_4 + 3SO_2$$

## انواع وأصل ترسبات الحديد في العالم :

اهم انواع وترسبات خام الحديد التجارية :

١. خامات المغنيتايت Magnetite ، وتوجد في السويد وامريكا.
٢. خامات مترسبة تتخلل الصخور بالتلامس ( Contact - metasomatic ) خامات المغنيتايت في نيوفاسكيلو ، وامريكا.
٣. خامات اهلالية ( Replacement ) : رواسب اهلالية محتواها المعدني هو المغنيتايت والهيماتايت - في اميركا
٤. خامات رسوبية ( Sedimentary ) : مثل معادن الهيماتايت والليونايت والسيدرايت . تتواجد في اواسط اوروبا ( فرنسا - بلجيكا - المانيا ) وكذلك تتواجد في انكلترا ومصر .
٥. خامات متبقية ( Residual ) . مثل معادن الهيماتايت والليونايت المتواجد في منطقة الجبرات في امريكا ، وكذلك في كوبا ، اسبانيا ، كندا ، والهند -
٦. خامات متأكسدة ( Oxidized ) : مثل معادن الليونايت ، والهيماتايت في اسبانيا .

## استعمالات الحديد :

يعتبر الحديد العمود الفقري للحضارة الحديثة. ويدخل الحديد في اكثر من الصناعات منها المكائن - السيارات - القطارات - البواخر - والقدر الكبيرة . سواء كانه الحديد الصلب او الفولاذ Steel ، الحديد الزهر Cast ، الحديد المطاوع Wrought ، سبائك الحديد alloys .

## خامات الحديد في العراق :

يمكن تقسيم خامات الحديد في العراق حسب مناطق تواجدها الى :

### ١- منطقة خامات الحديد الشمالية :

تحتوي هذه المنطقة من العراق على خامات حديد متسكنة (١) متحولة بالتلامس (Skarn-metasomatic) في منطقة اسناوة ، خامات رسوبية (٢) انبجاسية (effusive-Sedimentary) في منطقتي سيشاو وراوندوز ، وخامات رسوبية (٣) (Sedimentary) في منطقة بنافي ، وخامات متأكسدة سطحية .

أ. حديد منطقة اسناوة : تقع هذه المنطقة على بعد ٣ كم جنوب شرق بنجوين ، وعلى بعد ٤٨ - ٥٠ كم شرق شمال شرقي من سليمانية . وتتواجد الرواسب في هذه المنطقة في نطاقين من التمدن (mineralization) شمالي وجنوبي ويفصل بينهما افق خالي من التمدن بسمك يتبع بين (١٠٠ - ١٢٠ م) يتكون من صخور الرخام ، البيروكسين ، الكورنداليت . تابعة الى الجزء الاسفل من تكوين قنديل (Qandil Formation) العائد الى عصر الباليوسين .

فالنطاق الجنوبي : يتكون من خامات حديد فتكونة من صخور متسكنة متحولة بالتلامس تحتوي على معادن البيروكسين والامفيبول . والمعدن الرئيسي المكون لهذه الخامات هو معدن حديد المغنيتايت magnetite .

اما النطاق الشمالي : فيتكون من نطاق تمدن محصور بين افق البيروكسين والامفيبول ويتمثل بخام المغنيتايت magnetite ايضاً ولكنه غير منتظم ويتكون بصورة رواسب صغيرة منتشرة (disseminated) ، واحياناً يتواجد بشكل عدسي ، وبشكل عروق ، او مجاميع عنقودية .

ب. حديد منطقة سيشاو :

تقع على بعد ٣٨ كم شمال شرق اسناوة . ورواسب الحديد فيها تقع ضمن الامتدادات الغربية من وادي سشلير ، تتكون من الجزء العلوي لتكوين قنديل . وتتواجد رواسب الحديد مرافقة لصخور

الجرانوديوريت (granodiorite) المتداخلة ضمن الصخور الرسوبية البركانية لتكوين الوالاش (Walash Formation) العائد الى عصر الباليوسين - الايوسين . وتتواجد كلها ضمن سلسلة من مناطق المتحدث لصخور الجرانيت - الانديسايت - الصخور الفتاتية الضخمة من المقذوفات البركانية المحتوية على بعض الحديد الهيماتايت والمغنتايت.

ج. حديد منطقة بناوي (Benavi) :

تقع المنطقة على بعد ١٩ - ٢٠ كم شمال غرب قضاء العمادية . وتكون رواسب الحديد فيها من معادن الهيماتايت والجيوثايت الرسوبية المحصورة في صخور البريشيا الحاوية على الكربون (Ferrogeneous Carbonaceous Breccia) المتكونة خلال العصر الجيوراسي والعصر الطباشيري .

د. حديد مناطق دوري سركوزه وماراباستا :

يتواجد الحديد في هذه المناطق تتوافق مع الرصاص والخارصين .

## ٢. منطقة خامات الحديد في الصحراء الغربية :

### أ. حديد منطقة الكرة (Al-Gha'ara) :

تقع رواسب حديد هذه المنطقة على بعد ٦٥ كم شمال مدينة الرطبة ، وتكون محصورة في الطرف الجنوبي (الرطبة الكرة) . وسمك خامات الحديد (٣٤) والانماط الحاملة له تحتوي ايضاً على الاطيان الحمراء والرمال مع رواسب من خامات الهيماتايت والليمونايت وتتضمن الخامات في الجزء الاعلى من تكوين الكرة البرمي الصاعد للعصر الثلاثي الاوسط (middle Triassic) . وتتكون الرواسب من ثلاث قطاعات منفصلة هي : غربي - شرقي - جنوبي .

المحتوى الكيماوي لخامات القطاع الشرقي هي : Fe = ٤٦,٠٪ ، $SiO_2$ = ١١,٤٠٪

$Al_2O_3$ = ٥,٦٠٪ .

القطاع الغربي : Fe = ٢٧,١٠٪ ، $SiO_2$ = ٤,٠٦٪ ،

القطاع الجنوبي : Fe = ٤١,١٧٪ ، $SiO_2$ = ٧,٠٤٪

د. حديد وادي الحسينيات:

تقع رواسب هذه المنطقة ضمن تكوين الحسينيات الحامل لبعض الجيوراسي الاسفل. ويتبع وادي الحسينيات على بعد ٢٥ كم من الرطبة، وتتواجد خامات الحديد على امتداد حافة جرف الوادي. والتصنيف العالمي لخامات المنطقة مبني على الاوصاف التركيبية وكما يأتي:

١- خامات الحبيبة الاوولتية او البسرية والبيزولتية (Oolitic and Pisolitic): تتواجد على شكل صبيبات كروية مختلفة الاحجام، وتتغلب فيها الحبيبات الكبيرة (Pisolitic) على الاصغر حجماً (Oolitic). وتتكون هذه الحبيبات من طبقات دائرية على شكل اصداف (Shells) من الكالسيت وتختلف من الخارج والداخل لتحدد الجيوثايت (Geothite).

٢- خامات المتكونة من كسر او قطع (Fragments) مختلفة الحجم.

٣- الخامات المتكونة من عقد صغيرة او مجموعة عقد مختلفة الاحجام (Small nodules):

وتتكون اشكال هذه العقد غير منتظمة وتحتوي على بعض الجيوثايت والكالسيت وجميع هذه التراكيب تشتملها الخامة الحديدية الماسيف (Massive).

٤- الخامات الكتلية (Massive):

وتتكون من معدن الجيوثايت وتحتوي على نسبة من الحديد ٤٣,٧٤٪.

٥- الخامات المركبة (composite):

وهي مركبة عموماً وتحتوي على جميع الانواع السابقة مع مادة لاحمة من الكوارتز والكالسايت.

والنسب المئوية للتركيب المعدني لخامات حديد الحسينيات هي:

Fe = ٤٣,٧٤ - ٤,٦٣ ٪، $SiO_2$ = ٢٥,٤١ - ٦,٤٢ ٪

$Al_2O_3$ = ٢١,٤٤ - ٥,٠٢ ٪، P = ٠,٠٩ - ٠,٢٣ ٪

$TiO_2$ = ٠,٧٤ - ٣,٢٢ ٪.

اما العناصر التي وجدت بكميات ضئيلة جداً (PPm) فهي:

Mn المنغنيز، Pb الرصاص، Zn الخارصين، النحاس Cu، Co الكوبلت، Cr الكروم

# الحجر الكلسي او الجيري والدولومايت
# Limestone and Dolomite

## تعريف

الحجر الكلسي او الجيري : الصخر الرسوبية المتكونة من ٥٠٪ او اكثر من معادن الكالسايت والدولومايت ، والتي يتوفر فيها الكالسايت اكثر من الدولومايت . والحجر الكلسي الذي يحتوي على اكثر من ١٠٪ من معدن الدولومايت يطلق عليه الحجر الجيري المدلمت (dolomitic Limestone) والذي يحتوي بين ٥ - ١٠٪ من الدولومايت يطلق عليه الحجر الجيري او الكلسي المغنيسي (magnesian Limestone) .

اما الحجر الكلسي المرغوب صناعيا هو الذي يحتوي على ٩٥٪ او اكثر من معدن الكالسايت ($CaCO_3$) .

الدولومايت : الصخر الرسوبي الذي يحتوي على اكثر من ٥٠٪ من معدن الكالسايت والدولومايت . والذي يتوفر فيه معدن الدولومايت اكثر من الكالسايت . وصخرة الدولومايت المحاذية على ١٠٪ او اكثر من الكالسايت تدعى صخرة الدولومايت الكلسية (Calcitic dolomite) وحجر الدولومايت المرغوب صناعيا هو الذي يحتوي على ٩٧٪ من معدن الدولومايت $CaMg(CO_3)_2$ .

## الأصل وكيفية التكوين للحجر الكلسي

يمكن تقسيم الحجر الكلسي اعتمادا على اصل التكوين الى الحجر الكلسي البحري (marine Lime.) ، والحجر الكلسي اللابحري (non-marine Lime.)

### ١. الحجر الكلسي البحري

يتواجد هذا النوع على عدة هيئات منها :

**أ. الحجر الكلسي الحياتي Biogenic Lime.** :

يتكون هذا النوع نتيجة لاستخلاص كربونات الكالسيوم المذابة في

الماء (مياه البحار والمحيطات) من قبل الأحياء : المرجان (corals)، الرخويات (mallusks)، المنخريات (Foraminifras)، والاسفنجات الكلسية (Calrareous Algae) وذلك لبناء الاجزاء الصلبة من جسمها. وعند موتها تتجمع بقاياها مكونة الجزر المرجانية الصخرية.

ب - الحجر الكلسي الكيموي العميق (Deep Sea limestone):

يتكون من الاحياء القاعية (Bentonic)، والرواسب الكربونية الطمأية (Ooze) المحتوية على بقايا المنخريات العالقة (Planktone) والحجارة الكلسية الدقيقة جدا والمتكونة من الاجزاء المتفككة للاسفنجات العالقة. وتسمى أهذه الرواسب الكربونات بالجلوبوجيرانيا الطمأية (Globogerania Ooze)

جـ - الحجر الجيري الكلسي الكيموي الطباشيري (Chalky Limestone):

تتكون رواسب هذا الحجر بصورة رئيسية من تجمع بقايا الاحياء المجهرية الكلسية العالقة (المنخريات).

د - رواسب الحجر الكلسي البحري الضحلة:

تتكون هذه الرواسب على المناطق الضحلة المستوية (Platform) للبحار والمحيطات كما هو الحال في ترسبات الفوسفات الكلسية، وكذلك على السواحل (Shore) وعلى البحيرات الشاطئية الضحلة (Lagoons).

٢ - الحجر الكلسي الغير بحري (Non-marine Limestone):

تترسب هذه الصخور الكربونية عادة في البيئات التالية :

أ - التوفا Tufa، والترافرتين Travertine، والهوابط والصواعد Stalctite and stalgmite:

تتواجد رواسب التوفا والترافرتين حول فوهات ينابيع المياه الحارة وفوارات المياه الساخنة (geysers). وتتكون نتيجة تصاعد المياه الجوفية الحارة خلال طبقات الحجر الجيري الكلسي الى سطح الارض فتذيب لهذه الطبقات وعند تصاعدها درجة الحرارة تترسب صخور الحجر الجيري الكلسي.

اما الستالاكتايت والاستالاكميت (الصواعد والهوابط) فتتكون

عند تعرض المياه الجوفية الغنية بـ ($CO_2$) طبقات الحجر الكلسي تحت سطح الأرض فوق مدية إلى ذوبان بعض هذه الأحجار، وعند تعرض هذه المياه للهواء داخل الكهوف والمغارات تترسب كربونات الكالسيوم (نتيجة انخفاض الضغط) على شكل أعمدة هابطة (Stalactite) أو على شكل أعمدة صاعدة (Stalagmite).

ب- الحجر الجيري التبخري (Evaporitic Limestone) :

يتكون هذا النوع نتيجة لعمليات التبخر من البحيرات ذات المياه العذبة ويمكن تمييزه عن الحجر الجيري البحري من خلال دراسة نوعية التجمعات للأحياء المرافقة للرواسب.

أصل وتكوين الدولومايت :

أغلب الدولومايت يتكون نتيجة إحلال أيونات المغنيسيوم محل أيونات الكالسيوم في رواسب الكلس أو الجير نتيجة ملامستها لمياه غنية بأيون المغنيسيوم. ويسمى هذا النوع بالدولومايت الثانوي ويتميز ببلوراته الخشنة ويكاد يخلو من وجود التجمعات.
أما الدولومايت الأولي فناتج من عمليات التبخر المرافقة للرواسب التبخرية (الأملاح والجبس). وهذا النوع يتميز بكونه ذا لون رمادي وكتلة عالية، وجيد التطبق، وذات طبيعة صخرية فتاتية.

استعمالات الحجر الكلسي والدولومايت :

يستخدم كل من الحجرين للأغراض التالية.

أ. كحجر مسحوق (Crushed stone) :

لعمل الجامايع الخرسانية، لرصف الطرق، لرصف بشكل كديدية، كطبقة مرشحة للمياه القذرة في المجاري، كمسحوق ناعم لعمل الجص. والحجر الكلسي أو الدولومايت المستخدم لهذه الأغراض يجب أن يكون غير مسامي، خالي من الحجر الصواني، ومن المواد العضوية.

## ٢- كمادة اولية للسمنت As araw material for Cement :

بعض الاحجار الكلسية المحتوية على الطين والسليكا متكلسها (عند حرقها)، وعند طحنها وخلطها بالماء يمكن استعمالها كأسمنت صلب. ولذلك يمكن استعماله لعمل الركائز الارضية المغمورة في البحار، أو لعمل الحوائط، وأساس البنايات الحاوية للملاحين. وبصورة عامة فان الاستخدام الاول للحجر الجيري هو في صناعة السمنت الطبيعي، وذلك لكونه يخلط بالحجر الكلسي مع الطين بنسبة قليلة من الجبس.

## ٣- كحجر صهر Fluxstone :

خامات الحديد تحتوي على السليكا والالومينا كشوائب، وفي عملية الصهر تزال هذه الشوائب باضافة الحجر الكلسي او الجيري كمادة اساسية للصهر، وذلك باتحاد السليكا والالومينا مع الحجر الكلسي مكونة مادة اكثر سيولة. الذي يطفو فوق سطح الحديد وبالتالي يمكن سحبه بصورة منفصلة. والحجر الجيري المستخدم لهذا الغرض يجب ان يحتوي على كميات قليلة من السليكا والالمنيوم. ويجب الا تزيد كمية الكبريت عن ٥٠٪ وكمية الفسفور اقل من ١٥٠٪. وان استعمال الدولوميت لهذا الغرض يكون بنسبة اقل من الحجر الكلسي، لأن صناعة الحديد تصهر خامات خاصة تختلف عن ما تطلب في استعمال الحجر الكلسي.

## ٤- كمصادر للجير (Lime Sources) :

كل من الدولوميت والحجر الكلسي لهما خاصية عرفت واستغلت منذ قرون وهي عند تسخينهما يفقدون غاز $CO_2$ ويتحولون مادة الجير (الجير) حسب المعادلتين:

$$CaCO_3 + Heat \rightleftharpoons \underset{\text{الجير}}{CaO} + CO_2$$

$$CaMg(CO_3)_2 + Heat \rightleftharpoons CaO + MgO + 2CO_2$$

وتتم العملية بتكليس (Calcining) الحجر الكلسي والدولوميت، ليتحولون وذلك بتعرضهم المباشر للنار في فرن دوار تحت درجة حرارة (١٠٠٠ - ١١٠٠ م) وكل من الحجرين المستخدمين لهذا الغرض يجب ان يكونا نقيين لنقاوة، لأن كمية الشوائب سوف تتركز في الجير بكميات مضاعفة مما كانت عليه قبل عملية التكليس

## الحجر الكلسي في العراق

تغطي الصخور الكلسية مساحات واسعة من المنطقة الشمالية الغربية والجنوبية الغربية من العراق، وهي ذات نوعيات وتراكيب مختلفة، واعتماداً على المواصفات والخصائص يتم استخراج وتلح جزء منها لمختلف الأغراض. حيث يستعمل القسم الأكبر منها في صناعة السمنت وبعض الصناعات الكيماوية. وبالرغم من انتشار الحجر الكلسي على مساحات واسعة من القطر، إلا أن بعض الشوائب والمواد الضارة تمنع من استعماله في الصناعات الكيماوية والاسمنتية لذا فإن استعماله واستخراجه يتحدد في مناطق معينة تتفق مواصفاتها مع متطلبات هذه الصناعة.

وأهم الترسبات الكلسية المعروفة في العراق مركزة في التكاوين الجيولوجية الآتية:

### ١. تكوين الفارس الأسفل (الميوسين الأوسط):

يتصف هذا التكوين بسحنة تبخرية (evaporitic facies) ويتكون من مساحات واسعة وأهم المواقع التي يتواجد فيها هي: ام صفية - شمالي (تقع على بعد ٨ كم جنوب غرب شمالي) وترسبات قلعة مظلوم - خريبة - رطيمة - وادي الأسود (وتقع على بعد ٢٥ كم جنوب غرب النجف)، وترسبات جام الحليل جنوب الموصل (٢٠ كم جنوب مدينة الموصل)، وترسبات بشورة (٤٠ كم غرب الموصل - بلدة بشير)، وترسبات بادوش (شمال غرب الموصل)، وترسبات عين الصفرا - عطشانة - مقلوبة - عقرة - عين زالة - بعشيقة - اتروش والقوش. وكذلك ترسبات هذا التكوين تظهر في محافظة التأميم (كركوك) في تازه خورماتو - كاني دوميلان - سليمان بيك - طوز خورماتو.

ويستعمل الحجر الكلسي لتكوين الفارس الأسفل في صناعة السمنت، إضافة إلى استعماله للبناء ورصف الطرق.

٢. تكوين الرمام (الايوسين)

يتصف بسحنة بحرية ساحلية (Shore) . ويعتبر من اغنى انواع الحجر الكلسي، إضافة الى سمكه الكبير. واهم مواقع ترسباته هي:
وادي عكاش - وادي الرقعة - ووادي الباني (وتقع هذه الترسبات في الصحراء الغربية للمنطقة المحصورة بين محطة فوسفات وحدود سورية العراقية) وكذلك تتواجد ترسبات وادي الابيض (٣٥ كم جنوب غرب عشائر). ويستخدم الحجر الكلسي لهذا التكوين في صناعة السمنت الابيض والحادي نقاوته لتقاوته.

٣. تكوين السنجار - خورمال (الأيوسين - باليوسين)

يتصف بسحنة بحرية ضحلة (Reef and Lagoon) . وحجر الكلس لهذا التكوين يكون مكافئ لتكوين الرمام إلا انه يتواجد في المنطقة الشمالية واهم مواقع تواجده: جبل سنجار (حزام ممتد باتجاه شمال غربا - جنوب شرق) ويتم قلع حجر الكلس ضمن مناطق هذا الحزام في: ترسبات كاني هاسوني جبة - زربان تازه دير - كويك. ويستغل حجر الكلس في هذا التكوين في صناعة السمنت والبوزه.

٤. تكوين عانه (الاوليگوسين الاعلى)

يمتاز بكونه ذو سحنة بحرية ضحلة (Reef Facies) ويتواجد حجر الكلس في هذا التكوين ضمن المواقع: ترسبات عانة الرجانية (عانه - بقائم - اعالي الفرات)، وترسبات قره چوق (جبل قره چوق جنوب غرب اربيل). وعميد من مصب الزاب الكبير على دجلة وحتى الزاب الصغير. ونقاوة الحجر الكلسي متغايرة اعتمادا على نسبة الشيء فيه.

٥. تكوين البلاعبو (العصر البطاشيري)

ويمتاز بسحنة بحرية عميقة (Deep Sea Facies) . وحجر الكلس فيه ذو نقاوة متوسطة، ونسبة السليكا فيه عالية. ويتواجد في

المنطقة الشمالية على بعد ٦٠ كم شمال السليمانية (ترسبات سرجنار) ويزود معمل اسمنت سرجنار بحجر الكلس.

## ٦- تكوين الفرات الكلسي (البليوسين الاسفل)

يتميز بترسبات ذات اصل بحري ضحلة معزول عن البحر (Lagoons) وتمتد بمناطق كبيرة الحجم شكل حزام غرب الفرات من البادية وحتى الرمادي حيث توجد مواقع: ابوصفير - ابوجير - العظمايه - الجهلة - الكبيسة - ترسبات عين الاسد - كبيسة - ترسبات عنه - ترسبات البغدة - وادي فضوة - بحيرة ابوغار. واهم استعمالات حجر الكلس ضمن هذا التكوين هي صناعة اسمنت والسمنت الابيض (من ابوصفير)، وكذلك لغرض التسطيح والبناء.

# clays الأطيان

أن الأطيان من المعادن الواسعة الانتشار في سطح الكرة الأرضية، واستعملت من قبل الإنسان منذ القدم. وتمثل الأطيان سجلات الأجناس البشرية القديمة منقوشة على الألواح، طابوق البناء، الفخار والمباني الذكارية، وعلى الأواني الفخارية. يطلق مصطلح الطين على: المواد الترابية المكونة أساساً من سليكات الألمنيوم المائية (hydrous aluminium Silicates)، وتكون معادن الأطيان على شكل رقائق، خيوط، أو ألياف، صفائح، وتكوينها دقيقة جداً يصعب دراستها، إلا بواسطة الأشعة السينية (X-ray)، التحليل الحراري التفاضلي (differential thermal analysis)، أو المجهر الإلكتروني (electron microscope).

## التركيب الذري لمعادن الأطيان:

أن غالبية الأطيان تحتوي على وحدتين في تركيبها الذري، احداهما تتكون من صفيحتين من ذرات الأوكسجين او الهيدروكسيل محاطة على ذرات من الألمنيوم، المغنيسيوم، او الحديد وتكون على هيئة تناسق ذو ثماني سطوح (Octahedral Coordination) وهذه الذرات متواجدة على ابعاد متساوية من ذرات الأوكسجين، ستة او الهيدروكسيل.

اما الوحدة الأخرى فتكون مبنية من صفائح السليكا الرباعية (Silica tetrahedron) في وسط كل وحدة توجد ذرة من السليكا على أبعاد متساوية من اربع ذرات للأوكسجين وتجمع (tetrahedran) مرتبة لتشكل شبكة سداسية الأضلاع، وتتكرر عدة مرات لتشكل بالنهاية صفائح تركيبها الكيماوي $Si_4O_6(OH)_4$.

## تسمية وتصنيف معادن الأطيان:

تصنف معادن الأطيان الى مجاميع تبعاً الى تركيبها الذري والكيماوي الى:

### ١- معادن الكاولين Kaoline minerals:

وتمثل ما يسمى بالطين الصيني (china clay) وتضم هذه المجموعة معادن الكاولينايت Kaolinite - هالوسايت halloysite - ديكايت dickite - ناكرايت nacrite - انوكسايت anauxite.

التركيب الذري لمعادن الكاولين يتكون من صفيحة واحدة من شكل الرباعي السطوح وصفيحة

وصفيحة واحدة من ثماني السطوح ، متحده بوجه واحدة من صفيحة ثماني السطوح لتكوين طبقة مشتركة . والطبقات المتجاورة بالكاتيونات تربطها اواصر هيدروجينية ويكون الترابط بين الطبقات قوي جداً ويمنع دخول الايونات الاخرى . والصيغة الكيميائية لمعدن الكاولينايت هي : $((OH)_8 Si_4 Al_4 O_{10})$

٢- معادن المونتموريلونايت او السمكتايت (Montmorillonite or Smectite)

تتكون معادن هذه المجموعة من وحدات متكونة من صفيحتين من السطوح الرباعي (tetrahedrons) وفي وسطها صفيحة من ثماني السطوح (octahedron) . وطبقاتها المتجاورة تكون مترابطة بأيونات الاوكسجين ($O^{-2}$) ، وعليه يكون الترابط ضعيفاً . ومن أهم خواصها هو انه جزيئات الماء والمواد المحلولية بالاضافة الى الايونات الاخرى تتمكن من الدخول بين الطبقات بسهولة . ولذلك فانه قابلية التبادل الايوني للايونات الموجبة والايونات السالبة تكون عالية (High Electronic exchange Capacity) . والصيغة الكيميائية لمعادن هذه المجموعة (بغض النظر عن الايونات المتبادلة) هي :

$$[(OH)_4 Si_8 Al_4 O_{20} nH_2O]$$

Electronic Exchange Capacity : ذرات

هي قابلية المعدن على فقدان او اكتساب ايونات اضافية تعمل على تغير التركيب الذري للمعدن .

ومن المعادن الاخرى التابعة لمجموعة معادن المونتموريلونايت هي :

معدن Saponite ساپونايت - ومعدن Nantronite نانترونايت - ومعدن Bentonite بنتونايت ويعتبر المعدن الاهم صناعياً لدخوله في كثير من المجالات الصناعية ولقابليته العالية للتبادل الايوني .

٣- معادن الايليت او الطين المايكا (Illite or mica clay)

تتكون هذه الاطيان من وحدة تركيبية مشابهة لمعدن المونتموريلونايت . فاعدا ذرات الالمنيوم ($Al^{+3}$) التي تحل محل بعض ذرات السليكون ($Si^{+4}$) الموجودة في وسط الصفيحة ، بشكل رباعي السطوح . ونتيجة لذلك تدخل ايونات البوتاسيوم ($K^+$) بين الطبقات لتوازن النقص بالشحنات . ولكبر حجم ايون البوتاسيوم وتداخله

بين الطبقات فأنه يجعل التماسك قويا بينها ، ولهذا السبب تصبح قابلية التفاعل للايونات الموجبة لهذه الاطيان اقل من قابلية تفاعل الايونات المونتموريلونايت . والصيغة الكيميائية لمجموعة هي :

Muscovite illite : $(OH)_4 K_2 (Si_6 Al_2) Al_4 O_{20}$

Biotite illite : $(OH)_4 K_2 (Si_6 Al_2) (Mg, Fe)_6 O_{20}$

## ٤- معادن الكلورايت chlorite :

سمي المعدن بالكلورايت نسبة الى لونه الاخضر يشابه لون غاز الكلور . وتركيب هذا المعدن مشابه لتركيب معدن الايليت . وتكون في هذه الحالة تترابط الطبقات بأيونات $(Mg, AL)(OH^+)$ بدلا من البوتاسيوم . والصيغة الكيميائية لهذه المجموعة هي :

chlorite (clinochlore) : $10(Mg, Fe)O \; 2Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 8H_2O$

## التبادل الايوني Ion exchange :

للمعادن الطينية خاصية ، امتصاص بعض الايونات السالبة والايونات الموجبة وحفظها في حالة قابلة للتبادل . وتبادل هذه الايونات بأيونات اخرى يتم بمعاملة الاطيان مع محاليل الايونات الاخرى المراد استبدالها ( بعض الاطيان يتم الاستبدال في وسط غير مائي ) . والايونات المستبدلة تمثل حول وحدات السيليكا - الومينا ( الرباعية والثمانية السطوح ) لمعدن الطين . وتقاس قابلية التبادل الايوني بالملليمكافئ في المئة غرام ، فمثلا تكافئ واحد من الصوديوم ( كاوكسيد الصوديوم ، $Na_2O$ ) هو ٣١ والملليمكافئ الواحد في المئة غرام يساوي ٠,٣١ من ١٪ من اوكسيد الصوديوم .

والايونات الموجبة القابلة للتبادل هي : $Na^+$ ، $K^+$ ، $H^+$ ، $Mg^+$ ، $Ca^+$ والليثيوم

والايونات السالبة " " " : $PO_4^{=}$ ، $NO_3^{=}$ ، $CL^-$ ، $SO_4^{=}$

## أسباب تبادل الأيونات الموجبة :

١. كسر الإطار حول شوائب وحدات سيليكا - ألومينا . تسبب نقصاً في الشحنات التي بدورها تتوازن بأيونات موجبة ، غير ممتزة (adsorped) .

٢. التبادل داخل شبكة معدن الطين ، فعندما يحل أيون $Al^{+3}$ الثلاثي مثلاً محل أيون $Si^{+4}$ الرباعي يحدث نقصان بالشحنة موجباً ، فتمتز أيون آخر لتوازن الشحنات في التركيب .

٣. أيونات الهيدروجين الحامضة لأيون الهيدروكسيل ( المكونة غير المتأينة ) يمكن إحلالها بأيون موجب آخر قابل للتبادل .

## استعمالات الأطيان :

١. تستعمل في صناعة السيراميك .

٢. في صنع القوالب المستخدمة في صب المعادن ، وتوعية الأطيان المستخدمة هي البنتونايت ، الأيديت ، الكاولينايت .

٣. في عملية حفر الآبار بالنفط ( Drilling mud ) : ويتم ذلك عندما تستخدم طريقة الحفر الدوراني (Rotary) المستخدمة أكثر في حفر الآبار النفط والتي تخلط الماء والطين البنتونايتي (Bentonite) بنسب :

ماء = ٦٥ - ٩٨٪ ، طين = ٢ - ٣٠٪ ، مواد تثقيل = ٠ - ٢٥٪

ويستعمل نوع البنتونايت الكاوي عديم الصوديوم والذي عندما يخلط بالماء يكون طبقة غير منفذة من الصفائح أو الرقائق (Flakes) التي تلتصق بجدران البئر النفطي المحفور وتمنع تدفق المياه إلى التكوينات الأخرى أو العكس .

٤. تستعمل الأطيان كعوامل مساعدة في تكرير النفط إلى مكوناته الصناعية الكازولين . والأطيان التي تستخدم كعوامل مساعدة هي : البنتونايت - الهالوسايت - الكاولينايت .

٥. التصفية والبنجر (clarification) :

يستخدم (بنتونايت الصوديوم) للتصفية والبنجر بكميات تتراوح بين (٠,٢ - ١,٥) بالوزن لكل طن من البنجر .

٦ - التخلص من نفايات المواد المشعة :

المحاليل التي تحمل مواد مشعة هي مهمة للاحياء ويمكن التخلص منها باستعمال الاطيان، والطريقة هي باضافة الاطيان الى هذه المحاليل لتمتز الايونات المشعة، وعند حرق الطين يتزجج (Vitrify) ويربط في داخله هذه الايونات. والاطيان المستخدمة لهذا الغرض هي المونتموريلونايتية والأتابلجايتية.

٧ - السمنت (Portland Cement) :

يعد الكاولينايت هو المعدن الاكثر ملائمة وخاصة لصناعة السمنت الابيض. وفي بعض الاحيان تستخدم معادن البيدلايتية والمونتموريلونايتية.

٨ - صناعة الورق :

تستعمل الطيان الكاولينايتية والمونتموريلونايتية كمواد رابطة او حشو.

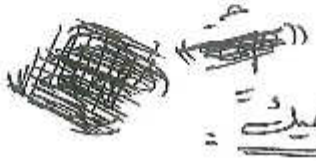
٩ - صناعة المطاط :

لتقوية وتدعيم المطاط، يستعمل الكاولينايت وبنتونايت الصوديوم

١٠ - صناعة الشب (Alum) :

تستخدم الطيان الكاولينايتية لهذا الغرض.

١١ - لازالة الالوان من الدهون المعدنية، الحيوانية والنباتية. ولهذا الغرض تستخدم الطيان المونتموريلونايتية - كالسيوم.



الاطيان المفضلة في صناعة المواد المختلفة والسيراميك :

ان استعمالات الاطيان تختلف حسب صلاحية الطين لصناعة الانواع المختلفة في السيراميك والمواد الاخرى وهذه الصناعات هي :

١٠ - الطابوق Bricks : اكثر الاطيان صلاحية هي التي تتكون من خليط من معادن طينية مع كميات تتراوح بين ٢٥-٥٠ ٪ من معادن غير طينية دقيقة الحجم. ويستثنى من المعادن الطينية المخلوطة فعدني المونتموريلونايت والكاولينايت، فالاول لا يستخدم بسبب انه يكون بكميات ضئيلة جداً لكونه قابل للانتفاخ، اما الثاني فوفرته تؤدي الى طول الفترة [illegible] كمواد الطابوق.

٢ - بلاطة التسقيف والبناء Roofing and structural tile :

يفضل خليط من معادن الاطيانه للحصول على فترة تزجيج طويلة . اما بلاطة التسقيف (drain tile) فيتقدم فيها محتوى المونتموريلونايت مع ٧٥٪ مواد غير طينية دقيقة الحبيبات .

٣ - طين نضيج terra cotta - خزف حجري - انابيب التصريف - طابوق التبليط :

تستخدم نفس الاطيانه لصناعة المواد اعلاه وذلك من خلال خلط نسب متساوية من الكاولينايت والايلايت - وتخلط هذه الاطيانه مع كميات تتراوح بين ٥٠-٥٠٪ من الكوارتز ذو الحبيبات الدقيقة .

٤ - اواني الخزف البصري White Ware :

تصنع من خليط من كميات متساوية من الكاولين والطين اللدن (Ball clay) والكوارتز الظوف (Flint) والفلدسبار (Feldspar) .

٥ - المواد الحرارية او المقاومة للحرارة Refractories :

وتشمل الطابوق الحراري (refractory bricks) ، والاسمنت الحراري ، ويستخدم لهذه الصناعات الاطيانه الكاولين وذلك لعدم احتواءه على الحديد ، والقلويات الترابية . ولهذا السبب تكون درجة الانصهار عالية

## اصل وتواجد الاطيان في العالم

١ - الاطيانه المتبقية Residual clay :

اغلب هذه الاطيانه تتكون نتيجة لذوبان الصخر الجيري او الدولومايت الطيني ، تاركة الاطيانه كبقايا ، او من خلال تحلل الصخور الغنية بمعدن الفلدسبار . والدول الرئيسية الحاوية على هذا الاصل هي :
الصين - انكلترا (مقاطعتي كورنيل ودفون) - البرتغال (باقاريا) - اليابان امريكا (كارولينا وفرجينيا وجورجيا) - تشيكوسلوفاكيا .

## ٢- الاطيان المتغيرة Alteration clays :

تتكون نتيجة لتغير رماد او قطع البخور البركانية في مياه قاعدية غنية بالصوديوم او البوتاسيوم . وتميز هذا النوع بوجود قطع زجاجية (اصلها بركاني) وكذلك يمكن ان تتكون مجموعة معدن البنتونايت من تحوية وتحوية معادن الماديكا ، وفي هذه الحالة ينتج نوع البوتاسيوم بنتونايت ذات درجة البلورة العالية والتراص بطيئات .

ومعدن البنتونايت تحتوي على معدن المونتموريلونايت مجموعة رئيسي مع بعض شوائب كالماديكا والفلسبار ، والكوارتز والجبس وقطع من الزجاج البركاني .

وتتواجد هذه الاطيان ضمن مقاطعات او ولايات وايومنغ (Wyoming) وجنوب داكوتا (South dakota) في امريكا وكذلك اريزونا .

## ٣- الاطيان المتنقلة Transported clays :

تتكون من الاطيان الرسوبية المترسبة في مجرى او جوانب الانهر (Flood Plain) ، برواسب بحيرية (Lacustrine) ، رواسب مصب الانهار (esturine) ، دلتا الانهر (delta) ، والاطيان المترسبة في البحيرات شبه طينية المعزولة عن البحر (Lagoonal) او في البحر (marine) . وأغلب هذه الاطيان هي من اصل مختلط (متبقية ومتغيرة) نقلت الى محل الترسيب وترسبت كاطيان رسوبية . ومثل لهذه الاطيان هي : الكاولين المتواجد في جورجيا ، وجنوب كارولينا .

## ظروف تكوين الاطيان :

معادن الكاولينايت : تتكون في المناطق ذات المناخ الرطب والمتدرات المعرضة لامطار غزيرة وكثيفة بالنباتات وتتكون قرب المياه محتملة الحمض ما وضيئة ، وتطيح الايونات القلوية قابلة او مزالة (Leached out) .

معادن المونتموريلونايت : تتكون في المناطق الاقل رطوبة ، والتي تكون قرب المياه ذات قاعدية واطئة وسرعة ترشيح او غسل الايونات بطيئة .

معادن الايلايت : تتوفر في المناطق او المياه التي يكون فيها تركيز البوتاسيوم عالي ($K^+$) مثل التربة التي يستعمل فيها سماد ذات نسبة عالية من وفي الترب القلوية المناطق الصحراوية ، او الرواسب المتكونة نتيجة التعرية وتجوية الصخور النارية الغنية بالبوتاسيوم .

معادن الكلورايت : تتكون في المناطق الغنية بالمغنيسيوم وكذلك المياه الغنية بالمغنيسيوم ، او الرواسب المشتقة من تعرية وتجوية الصخور الغنية بخام المغنيسيوم .

## الاطيان الحرارية

تتواجد الاطيان في العراق ضمن منطقتين رئيسيتين هما :

١/ منطقة الصحراء الغربية (منخفض الكرة) :

معظم هذه الاطيان في هذه المنطقة متمثلة برسبات اطيان الكاولين (Kaolin) ضمن تكوين الكرة الذي يعود الى اواسط العصر الثلاثي (Middle Triassic) وهذه الترسبات تتواجد في اربع حوافر هي :

أ. جبل الملوصي : وهذا يحتوي على نوعين من الاطيان هما :
① الطين الابيض : يحتوي على نسبة لا تزيد عن ٤٫٥٪ من اوكسيد الحديد
② الطين الملون : يحتوي على نسبة لا تزيد عن ٦٫٥٪ من اوكسيد الحديد

ب. تل الصفايح : ويشمل ايضاً نوعين من الاطيان هما :
① الطين الابيض : يحتوي على نسبة لا تزيد عن ٢٫٤٪ من اوكسيد الحديد
② الطين الملون : يحتوي على نسبة لا تزيد عن ٣٫٢٪ من اوكسيد الحديد

ج. دو نجيلة : يشمل نوعين ايضاً هما :
① الطين الابيض : نسبة اوكسيد الحديد لا تزيد عن ١٫٥٪
② الطين الاحمر : نسبة اوكسيد الحديد لا تزيد عن ٧٪

د. سمجات : يشمل نوعين ايضاً هما :
① الطين الابيض : نسبة اوكسيد الحديد لا تزيد عن ١٫١٪
② الطين الاحمر : نسبة اوكسيد الحديد لا تزيد عن ٤٫٧٪

٢/ المنطقة الشمالية الشرقية :

تتواجد طبقات هذه المنطقة ضمن تكوين البختياري (Bakhtiari Fm) المتمثلة بأطيان البنتونايت (Bentonite) وتشمل المواقع :

أ- منطقة قرة تبة : تمثلة طبقات هذه المنطقة بمعدن المونتموريلونايت (montmorilonite) ذو القابلية العالية للانتفاخ وصلح كثير من الصناعات

ب- منطقة زرلوك : وتحتوي على نوعين من البنتونايت :

النوع الأول : يحتوي على نسبة عالية من معدن المونتموريلونايت .

النوع الثاني : = = = واطئة منه .

ج- منطقة طباوي : الترسبات فيها لا تسمح بأي عاصي هيدروجيني من ناهية الكم والنوع .

وكذلك تتواجد ترسبات البنتونايت في كفري - كوكجالي .

# Gypsum and Anhydrite الجبس والانهيدرايت

يعتبر الجبس احد المعادن غير الفلزية المهمة صناعياً . وقد عرف من قبل الاشوريين والمصريين منذ العصر ، وقد استخدم للاواني والتحنيط واستخدمه المصريون بحرق الجبس على شكل (جص) في بناء الاهرامات . وكذلك استخدمه الرومان لاغراض البناء واستعملوا صخره الالبستار (alabaster) منه في نحت التماثيل .

## معادن الجبس

١. Gypsum (الجبس) : وتركيبه الكيماوي ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) ويحتوي على ٢٠.٩٪ منه ماء . وتطلق كلمة جبس كصخره او كمعدن .

٢. Anhydrite (الانهيدرايت) : تركيبه الكيماوي ($CaSO_4$) لا يحتوي على الماء ويوجد في بعض الاحيان مع الجبس او بصوره نقية .

٣. Selenite (السلينايت) : عباره عن جبس بلوري شفاف متشقق .

٤. Satin Spar (الساتنسبار) : جبس ليفي ابيض ذو بريق حريري .

٥. alabaster (الالباستر) : متألق دقيق البلورات ، ابيض ، نقي ، او ذات الوان خفيفة وصفة شفاف .

٦. Gypsite (الجبسايت) : خليط من الجبس والطين لتكونه من مواد ترابية غير مرجعة وغير نقية .

## الاصل وكيفية التكوين :

الجبس هو المعدن الاولي الذي يترسب في اغلب الظروف على سطح الارض ، بدرجة حرارة ٣٠°م وبتركيز (٢,٣٥ مرة) للوحدة مياه البحر . وفي ظروف الرواسب الكثيرة الملوحة والتركيز العالي للمياه المالحة يتكون (الانهيدرايت) بدرجات حراره اعلى من ٤٢°م وبتركيز يصل الى ما فوق (٤,٨) مرات لملوحة مياه البحر .

وتترسب معادن الجبس ضمن الصخور الرسوبية الطباشيرية في نموذجين

من البيئة كما :

١- تبخر ماء البحر بحراره الشمس في نقطة ترسيب الجبس مما اعطى بحيرة مفصولة عن البحر .

٢- الترسيب من المحاليل المرضية للمد والجزر ، وكذلك في الصحاري الذي يتبخر فيها الماء الملح حتى مناطق المياه الارتشاحيه شبه الجوفيه والمنطقة العليا الجوفيه ، الى نقطة ترسيب الجبس .

## الاستعمالات الصناعية للجبس :

الجبس التجاري يحتوي على ٩٠٪ من كبريتات الكالسيوم المائيه ، وكاهم الطرق المتبعه التي تعطيه الاهليه التجاريه هي : عند التمحيص (الطحن) الى درجة حراره ١٧٥°م يفقد ثلاثة ارباع مائيته في فاء ، ويجم البترير ، واضافة الماء الى الناتج يضفي المميا . يحل منه (جبص سريع التصلب) يدعى جبص باريس (Plaster of Paris) . وحوالي ٩٠٪ من الجبس المستخرج يستعمل لاغراض :

١. البناء على شكل جبص او الواح مجصصة ، وبكميات اقل في صناعة الاسمنت

٢. الجبس والانهيدرايت الخوف بكميات قليل لتسميد وتكييف التربة وتضيفه لمحاليل التربة السوداني - البرسيم - الباقلاء ، وذلك لانها تجهز النبات بالكبريت وتقلل على تشكيح تمثيل البوتاس من التربة .

٣. كميات قليلة من الجبس الطبوي تستخدم كحامل ساعد للمبيدات ، وللحشوات ، والاصباغ .

٤. الاضافة الدقيقه من الجبص الابيض للجبس تستخدم لاعمال التماثيل والتماثيل .

## انواع الجبس تبعاً للنشأة

١- الجبس الاولي : ترسبات الجبس المكونه كطبقة التواجد - نسيج صخري حبيبي - ذات مسامية واطئة - عالية الوزن النوعي - امتداداتها افقية جوفية وسطحية وذلك تحمل الصفة الاقتصادية .

٢- الجبس الثانوي : ترسبات معادة البلور - ذات نسيج صخري ابري وشعاعي - عالية المسامية - ذات وزن نوعي واطئ - وتفتقر الى الامتدادات السطحية والجوفية .

## مواقع الكبس في العراق

يمكن تقسيم مواقع الكبس في العراق حسب نوع الكبس (اي اولي او ثانوي) الى :

### ١/ الحقل المتواجده الكبس الاولي :

تتواجد هذه الحقل التي تكوين فارس الاسفل (L. Fars Fm.) وتتواجد ضمن مناطق :

أ. كاني سخت (ناحية - قضاء بدرة - الكوت)
ب. القره ولي (قضاء الحفر - الموصل)
ج. منطقة مخمور - محافظة اربيل
د. منطقة الكبك (قضاء الرمادي - محافظة الانبار)
هـ. منطقة سليمان بك (قضاء طوزخورماتو - محافظة التأميم).
و. منطقة الملوات (قضاء صلاح الدين - اربيل)
ز. منطقة كوراله (كويسنجق - اربيل)
ح. منطقة دجيلة (قضاء راوه - محافظة الانبار).

### ٢/ الحقل تتواجد الكبس الثانوي :

أ. منطقة عكيد - قضاء السماوه
ب. منطقة حصوة الخورنق - ناحية الكيره محافظة النجف
ج. منطقة تل اللحم (قضاء سوق الشيوخ - محافظة ذي قار)
د. منطقة جويبدة (قضاء الزبير - محافظة البصرة)
هـ. منطقة ناحية الطيب (العماره - محافظة ميسان).
و. منطقة وسيط (محافظة كربلاء).

# Salts الأملاح

استخدم الملح منذ بداية التاريخ، إذ اعتقدت الشعوب القديمة أن الملح يحمي من السحر والشياطين، وذلك لضرورته لحياة الإنسان. وكان يستخدم حافظ للأطعمة وتجميل الإنسان. وكان وقتنا الحاضر فإن حوالي ٣٪ من الملح المستخرج يستعمل للاستهلاك البشري، وعند تطور الصناعة أصبح الملح مكانة هامة كما هو أساسية للصناعات الكيماوية.

الملح: عبارة عن كلوريد الصوديوم (NaCl). ويتواجد في الطبيعة على شكل محاليل مركزة (Brines) أو على شكل صخر صلب هو الهاليت (halite) الذي يمتاز بكونه عديم اللون أو أبيض (عندما يكون نقيا) ويتلون بألوان مختلفة حسب الشوائب.

## مصادر الملح

يتواجد كلوريد الصوديوم في المياه المالحة المركزة في الطبيعة على عدة هيئات:

١. مياه البحر.
٢. المياه المالحة المحصورة في الصخور المسامية تحت الأرض.
٣. البحيرات ومياه الينابيع المالحة.
٤. الصخور الطبيعية المالحة. وهذه تتواجد بنوعين هما:

أ. الطبقات الملحية (Salt in Beds): وتتراوح سمكها من عدة سنتيمترات إلى مئات الأمتار، وتتواجد فيها الملح مع معادن الجبس والانهيدريت والدولومايت، وذلك لكونه مصدره ترسبي.

ب. القباب الملحية (Salt domes):
وهذه تتكون عندما تدفن الطبقة الملحية بالرمال والأطيان، فتبدأ الملح بالتحرك إلى أعلى من عدة مناطق يقتحم الطبقات المحيطة على شكل دعامة ملحية مكونة ما يسمى القباب الملحية.

## الأصل وكيفية التكوين

السجل الجيولوجي يحتوي على مقاطع من الصخور الرسوبية يصل سمكها إلى ٣٠٠٠ قدم، بحيث يكون معدن الهاليت هو المكون السائد فيها إضافة إلى بعض المكونات السائدة. وهذه الطبقات والمقاطع في بعض الأحيان

يتم تبخيرها بالتبخير والانهيدرايت، إما على شكل طبقات رقيقة أو منتشرة ضمن الطبقات المتجانسة من الهاليت. وتكوين الهاليت يحتاج إلى نفس الظروف الضرورية لترسيب معادن هيدروكسيدات الألمنيوم (Caso4)، ولكن الحوض التبخيري يجب أن تتصف بكونها على درجة أعلى من الانغلاق مما هو عليه في تكوين الجبس، بالإضافة إلى أن تكوين طبقات رسوبية من صخور الملح الحجري يحتاج إلى إضافات من ماء البحر بصورة مستمرة.

يتكون الهاليت أيضاً في الظروف الطبيعية في بعض الصحاري كصحراء الربع الخالي في المملكة العربية السعودية وفي عمان، وطريقة تكوين الملح الحجري في هذه المناطق من خلال المياه المالحة الناتجة من ذوبان معادن تبخرية سابقة، وعند تركيز هذه المياه في المناطق الارتشاحية، تشبع جوفية (Vadose) أو في البحيرات الضحلة المقيدة العمق بواسطة عليه التبخير يترسب الهاليت.

## استعمالات الملح

يعتبر الملح أحد المعادن الاربعة الرئيسية الضرورية في الصناعات الكيماوية إضافة إلى (الفحم - الحجر الكلسي - البكريت)، فالملح الحجري هو الأساس لانتاج (٧٥ مادة) كيماوية صناعية وأما المياه المالحة المتبقية فهي ضرورية لانتاج (٤٠ مادة) أخرى. ومن استعمالات الملح الصخري:

١. كمادة خام لصناعة الصودا والحوامض الكيماوية.
٢. استعماله مع الكبريت (lime) لانتاج (كربونات الصوديوم) التي تدخل في تصنيع الزجاج، واستخراج الصودا الكاوية المهمة في صناعة الورق.
٣. في صناعة غاز الكلور، الكلورايت، وحامض الهيدروكلوريك.
٤. في صناعة استخراج المعادن (metallurgy) كصهر وتنقية الخامات والفلزات.
٥. في غذاء المواشي، الأسمدة، في صناعة المبيدات
٦. في صناعة الصابون والاصباغ، معالجة الاقمشة والجلود، صناعة البترول.
٧. في تحضير الأدوية، وكمادة منظفة (خارجية وداخلية).
٨. في إذابة الكثير من الطرقات في المناطق التي يكثر فيها تساقط الثلوج.

## الملح العراقي

ان الماء هو المصدر الرئيسي لجميع الملح المستغلة في الوقت الحاضر، ولهذا الماء مصادر مختلفة وللاستفادة منه واستغلاله طرقا متعددة منها طبيعية واخرى اصطناعية وعلى هذا الاساس يمكن تقسيم الملح المستغلة على الوجه التالي :

### ١- الينابيع الملحية الطبيعية :

وتتولى هذا المصدر معظم الملح المستغلة في الوقت الحاضر بسبب توافر عوامل طبيعية متعددة اهمها وجود الينبوع الملح والظروف المناخية المناسبة والتضاريس الطبيعية الضرورية لتجمع المياه . وهذه الينابيع هي :

#### أ. ملاح بادية الجزيرة :

وتشمل (ملاحة البوارة) قرب الحدود العراقية - السورية ، (ملاحة الطويل) شمال غرب مدينة راوة ، (ملاحة صنيصل) شمال شرق بئر الخليجي لتقطير ، (ملاحة الاشقر) مجاورة لسابقتها ، (ملاحة ام دلي) جنوب ملاحة الاشقر . وتمتلك هذه الملاح مرتفعات تمثل جزء من تكوين الفارس الاسفل المتكون من صخور طينية وملحية وكلسية.

#### ب. ملاح شرق دجلة :

وتشمل (ملاحة الخليفة) شمال شرق مدينة تكريت في سفح جبل حمرين الجنوبي ، (ملاحة الكوجة) قرب مجرى الفتحة على نهر دجلة ، (ملاحة بشاري) شمال شرق مدينة سامراء . ومن خلال التحاليل الكيماوية وجد ان هذه الملاحة لا تصلح لكونها لا غراض الطعام لوجود نسبة عالية من كبريتات الصوديوم . ولذلك تستغل في الوقت الحاضر لانتاج كبريتات وكربونات الصوديوم التي تستخدم حاليا في صناعة صابون الغسيل والالبان .

#### ج - ملاح الجنوب :

وتشمل (ملاحة السماوة) التي تقع قرب مدينة السماوة في جزء منخفض من اهوار الرميثة وتحيط بها كثبان رملية . يتواجد الملح فيها على شكل اربع طبقات رئيسية ويبلغ سمك الطبقة الاولى (٨ سم) . وتستغله حاليا وعلى انتاج واسع ، وملحها كاكي للغاية.

### ٢. الآبار الملحية :

تتميز هذه الملاح بزيادة النسب المئوية في عمليات الانتاج حيث يضخ الماء الملح من جوف الارض الى احواض صناعية يتم فيها تبخير الماء وانتاج الملح ويشترط لاستغلال هذه الآبار وقوعها ضمن المناطق الجغرافية التي تتميز بظروف مناخية جيدة من حيث التبخير ومن هذه الملاح :

٣٠ (ملحة كوم) في قضاء جمجمال ٥٠ (ملحة لوز) جنوب مدينة كركوك
* وتبلغ نسبة كلوريد الصوديوم في هاتين الملحتين حوالي ٩٧,٦ ٪ .

٣/ ماء البحر : تتميز هذه الملح بوقوعها قرب البحار حيث تتوفر ساعات
اشمسية كافية لاقامة احواض التبخير وتوفر ظروف مناخية مناسبة للتبخر .
وهذا النوع من الملح موجود في العراق في مدينة الفاو جنوب البصرة مثل (ملحة الفاو)
حيث تتألف الملحة من احواض اصطناعية مهمتها تركيز مياه البحر المالحة
واستخراج الملح بالتبخير الطبيعي (الشمسي Solar) المتعدد المراحل .

٤/ الملح الصخري : يثبت وجود الملح الصخري ضمن تكوين الفارس الاسفل
في عدة مواقع ضمن التراكيب الجيولوجية التالية ، كتركيب :
(الهبارة - جمجمال - طقطقة - حمرين) - كما يتوقع وجوده في صخور اقدم
عمراً ضمن جبل سنام (جنوب العراق) .