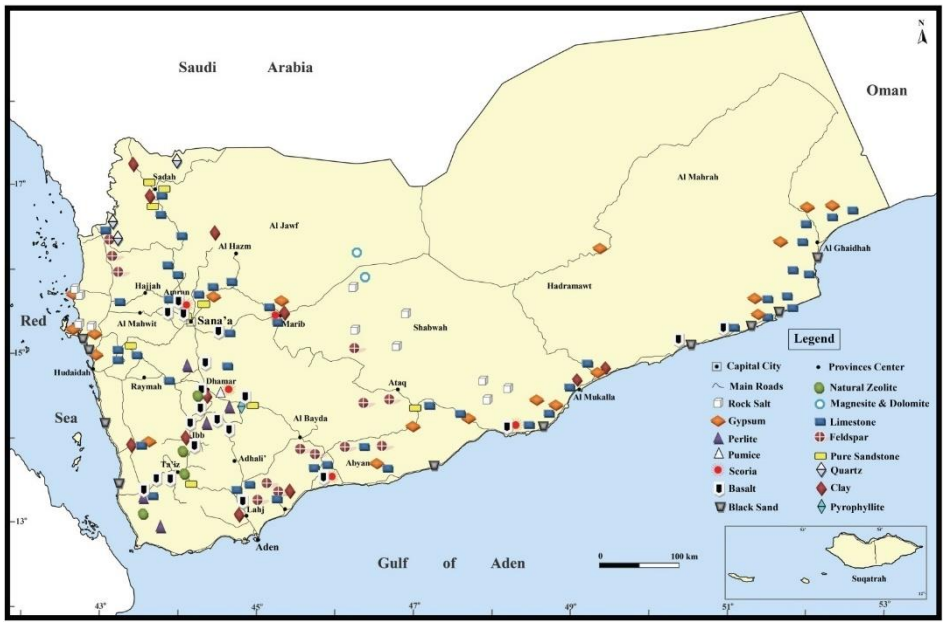
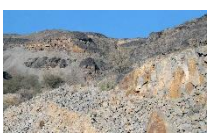
تعتبر المعادن والصـخور الصـناعية من أهم مصـادر الثروة المعدنية في العالم حيث يمثل الدخل العالمي منها ضـعف الدخل العالمي من المعادن الفلزية . ورغم انتشـارها في اليمن بكميات كبيرة وبمواصـفات جيدة إلا انها لم تسـتغل الاسـتغلال الأمثل ولو اسـتغلت لشـكلت تطورا اقتصـاديا واجتماعيا لدخولها في العديد من الصناعات كصناعة الاسمنت، الزجاج، السيراميك، الطلاء، صناعة الصوف الصخري والأنابيب البازلتية،واستخلاص الفلزات ،إنتاج البلك خفيف الوزن، الطوب الأحمر والقرميد، إنتاج الخرسـانة خفيفة الوزن،إنتاج محسـنات التربة وأعلاف الحيوانات، بالإضـافة إلى إنتاج مختلف انواع أحجار البناء والزينة، حيث توجد العديد من هذه الخامات بكميات كبيرة ونوعيات جيدة في معظم مناطق محافظات الجمهورية التي تتوفر بها البنى الأسـاسـية مما يسهل عملية استثمار هذه الخامات ويقلل من كلفتها. وفيما يلي نستعرض أهم الخامات الصناعية التي قامت هيئة المساحة الجيولوجية والثروات المعدنية بدراستها وتقييمها.



الجبس	الملح الصخري	الحجر الجيري	المجنيزايت	الدولوميت
الحجر الرملي	الكوارتز	الفلدسبار	الزيوليت	البيوميس
البرليت	الاسكوريا	السيليستين	الاطيان	الكاولين
التلك	الباريت	الفلوريت	الولاستونيت	البيروفيليت
				
الفلنت	النيفيلين سيانيت	الفحم	الجرافيت	

رواسب الجبس Gypsum

الجبس هو أحد رواســب المتبخرات ويتكون من كبريتات الكالســيوم المائية $CaSO_4\ 2H_2O$ ، حيث يحتوي على 46.51% ثالث أكســيد الكبريت SO_3، 32.56% أكســيد كالســيوم CaO، 20.93% ماء H_2O،

تتواجد رواسب الجبس في العديد من مناطق اليمن ضمن عصور مختلفة تمتد من العصر الجورا سي وحتى العصــر الأليجوســين وذلك أما بهيئة متطبقة أو بهيئة كتلية، تتميز رواســب الجبس في اليمن بالنقاوة العالية (حيث تصــل نســبة الجبس الى حوالي 97.5%) في أغلب المواقع، وبتعدد نوعياته، وألوانه من الشــفاف، والأبيض الرصــاصــي إلى البني الفاتح. كما يتواجد بصــورة نقية أو مختلط مع الأنهيدرايت والأطيان. ومن خلال الدراســات الاســتكشــافية تم تحديد العديد من المواقع لرواســب الجبس تزيد عن 35 موقع في اليمن، ويقدر الاحتياطي الأولى بحوالي 4,6 مليار متر مكعب.

الملح الصخري Rock Salt

الملح الصخري أحد رواسب المتبخرات، ويعرف عالمياً بالهاليت، ويتكون من كلوريد الصوديوم NaCl، حيث يحتوي على 60.68% كلورا Cl، 39.32% صوديوم Na،

يتواجــد الملح الصخــري في اليمــن على هيئــة قبــاب ملحية ضــمن صخــور تكــوين الســبعتين (مجموعة عمران) والتي يعود عمرها إلى العصــر الجوراســي الأعلى وكذلك تواجده ضــمن تكوين الصليف (مجموعة تهامة) والتي يعود عمرها إلى العصر الثلاثي المتــأخر. تصــل نســبة نقاوة الملح الصخري في اليمن إلى حوالي 99%. ويقدر الاحتياطي بأكثر من 390 مليون متر مكعب.

صخور الحجر الجيري Limestone Rocks

تعرف صخور الحجر الجيري بأنها عبارة عن صخــور رسوبية كيميائية أو عضوية المنشأ تتكون أساسا من معدن الكالســيت والدولوميت. ومن الناحية الكيميائية تتكون هذه الصــخور أســاســاً من كربونات الكالسيوم بنسبة لا تقل عن 99%.

تتواجد صخور الحجر الجيري النقي على مساحة كبيــــرة من اليمن، نتيجة للترسيبات المختلفة، حيث يتراوح عمرها من العصر الجورا سي وحتى البليستو سين ضمن مجموعات عمران، حضرموت، الشحر، والمهرة، وتتميز معظم هذه الرواسب بتواجدها على هيئة طبقات متكشفة على السطح ذات ألوان بيضــاء إلى بنية اللون وذات نقاوة عالية حيث وصــلت نســبة أكســيد الكالســيوم CaOإلى حوالي 55.7%، ودرجة البياض بين 95.20- 84.3% مما يجعلها مناسبة لمعظم الصناعات، وتقدر احتياطيات صخور الكربونات المكتشفة بحوالي: 36 مليار متر مكعب.

المجنيزايت Magnesite

يعرف معدن المجنيزايت بأنه كربونات ماغنيسيوم $MgCO_3$ ويتكون كيميائياً من 47.82% أكسيد الماغنسيوم MgO، 52.18% CO_2، ويعتبر معدن المجنزيت من المعادن الصناعية الهامة نظراً لأهميته الصناعية والاقتصادية لمشاريع التعدين.

يمتلك اليمن كميات كبيرة من المجنزيت عالية النقاوة تتراوح نسب معدن المجنيزايت بين 38 إلى 95 %، ضمن عصور جيولوجية مختلفة تتمثل بالعصر الجوراسي، والعصر الثلاثي، وما قبل الكامبري.

الدولوميت Dolomite

الدولوميت هو صخر ثنائي المعدن يتكون من كربونات الكالسيوم وكربونات الماغنيسيوم $CaCO_3$ $MgCO_3$ حيث يتكون من 54.26%كربونات كالسيوم، 45.74% كربونات ماغنيسيوم، وتصل فيه نسبة أكسيد الماغنيسيوم إلى 21.87% وأكسيد الكالسيوم إلى 30.38%. ونظرا لخصائص الدولوميت الفيزيائية ولسهولة فصل محتوياته من المغنسيوم والكالسيوم، فإنه يستخدم في العديد من الصناعات.

يمتلك اليمن كميات كبيرة من الدولوميت عالية النقاوة، تتراوح بين 22 إلى 98 %. ضمن عصور جيولوجية مختلفة تتمثل بالعصر الجوراسي، والعصر الثلاثي، وما قبل الكامبري.

الحجر الرملي النقي Pure Sandstone

هو أحد الصخور الرسوبية التي تتكون بشكل أساسي من ثاني أكسيد السيليكون SiO_2 (الكوارتز) مع قليل من الشوائب المتمثلة بالأطيان وأكسيد الحديد.

يتواجد الحجر الرملي النقي في اليمن ضمن الترسبات الرملية والممثلة بتكوين وجيد (الباليوزويك) وتكوين كحلان ومجموعة الطويلة (الميزوزوي) بشكل طبقات سميكة من الحجر الرملي المتماسك والمفكك مع ندرة أو انعدام الغطاء الصخري. تتميز هذه الصخور بارتفاع نسبة السيليكا التي تصل في بعض المواقع إلى حوالي 99.4 %، كما تتميز بتجانس حبيبات الكوارتز وانخفاض نسبة الشوائب وضعف المواد اللاحمة، تتعدد ألوان الحجر الرملي النقي من الأبيض، والرمادي إلى الأصفر الفاتح المائل للرمادي. وتقدر الاحتياطيات بنحو 6 مليار متر مكعب.

الكوارتز Quartz

الكوارتز معدن سيليكاتي ويعتبر أحد المعادن الصناعية الهامة الذي يتكون أساساً من ثاني أكسيد السيليكون SiO_2، النقي بنسبة تتراوح بين 97-99%، ويتواجد أساساً في الصخور النارية والمتحولة وذلك على هيئة عروق وعدسات مختلفة السماكة والانتشار.

يتواجد الكوارتز على هيئة عدسات وعروق ضمن صخور البجماتيت، النايس والشيست، التابعة لعصر ما قبل الكامبري في محافظتي صعدة وحجه. ويتميز بارتفاع نسبة السيليكا SiO_2التي تصل إلى حوالي 99.8 %. ويقدر احتياطي الكوارتز بـ 100 مليون متر مكعب.

الفلدسبار Feldspar

الفلدسبار هو أحد المعادن الصناعية الذي يحتوي على مجموعة من معادن سيليكات الالمنيوم التي تتحد فيها السيليكات والالومينا بنسب متفاوتة مع الكلس والصودا او البوتاس، وهناك أربع مجموعات من الفلدسبار: الفلدسبار الصودي ($NaALSi_3O_8$)، الفلدسبار البوتاسي ($KALSi_3O_3$)، الفلدسبار الكلسي ($CaALSi_3O_8$) وفلدسبار الباريوم ($BaALSi_3O_8$).

تنتشر خامات الفلدسبار في مناطق عديدة من اليمن، حيث تتواجد على هيئة عروق وعدسات ضمن صخور البجماتيت المصاحبة للصخور الجرانيتية، التي تعود لعصر ما قبل الكامبري وتحتوي مجموعة معادن الفلدسبار البوتاسي والصودي، مع معادن الكوارتز، المسكوفيت وغيرها وقد تم تحديد 20 موقع لتواجد الفلدسبار في اليمن. وتقدر الاحتياطيات بحوالي 44 مليون متر مكعب.

الزيوليت الطبيعي Natural Zeolite

عينة كوارتز منطقة حرض -م/ حجة

تعرف معادن الزيوليت بأنها عبارة عن سيليكات الألمنيوم والصوديوم والكالسيوم بصفة أساسية وتحتوي على نسبة من الماء، ويتميز الزيولايت بخفة وزنه وهشاشته وهو ذو ألوان مختلفة برتقالي ومصفر فاتح وأخضر فاتح وعديم اللون أو أبيض. ويوجد أكثر من 40 نوع من الزيولايت الطبيعي،

يتواجد الزيوليت الطبيعي في اليمن ضمن صخور التف والزجاج البركاني. خصوصا المناطق التي تعرضت لعوامل التجوية (Altered volcanic glass & tuffs)، وقد تم اكتشاف معادن الزيوليت في مناطق البركانيات الحديثة (Cenozoic) المصاحبة لانفتاح البحر الأحمر(Michel,1989). ضمن مجموعة بركانيات اليمن والتي تتكون أساساً من الصخور البازلتية والريوليتيه إضافة إلى الصخور البركانية

الفتاتيه. وتوجد 4 أنواع منها بكميات اقتصـادية وتتميز بمواصـفات جيدة. ويقدر احتياطي رواسـب الزيوليت الطبيعي بحوالي 200مليون متر مكعب.

البيوميس (حجر الخفاف) Pumice

البيوميس صـخر بركاني حامضـي، فاتح اللون (أبيض إلى رمادي)، يتميز بنسـيج زجاجي، وكثافة منخفضة (اقل من 1 جم/سم^3)، ذو بنية خلوية ناتجة عن تسرب الغازات أثناء عملية الانفجار البركاني، مما تجعله خفيف الوزن، حيث أن كثيراً من أنواعه تطفو فوق سـطح الماء ولهذا السـبب يسـمى بالحجر الخفاف.

تتواجد رواسـب البيوميس ضـمن صـخور مجموعة بركانيات اليمن التي يعود عمرها للعصـر الرباعي، على هيئة روا سب عالية المسامية تصل إلى حجم البيوميسيت (الرماد البركاني). ويتكون البيوميس من اللافا الحامضية (ريولايت - دا سيت) الغنية بالمواد الطيارة الذائبة في الصهير وخا صة بخار الماء. ويعرف فتات البيوميس الذي يقل قطره عن 2 مم بالبيوميسيت، ويحتوي فتات الزجاج على فقاعات وتجاويف لا تحصى. ويقدر الاحتياطي بحوالي 1 مليار متر مكعب.

البرليت Perlite

البرليت صـخر ناري زجاجي، يتكون من سـيليكات الألومنيوم، الصـوديوم، والبوتاسـيوم. يتميز بلون رمادي إلى أسـود، يتحول إلى ابيض، رمادي أو ابيض ثلجي في حالة النفش، له نفس تركيب صـخر الريوليت غير أنه يحتوي على نسبة من ماء التبلور تتراوح نسبته بين 2-6 %،

الزجاج البركاني مرتبط بالريوليت والتف البركاني، يتواجد على هيئة طبقات عمدانية وسـدود وأحيانا توجد على هيئة عجنات من البرليت والريوليت، كما يظهر أيضـا على هيئة عدسـات وجيوب داخل صخور بركانية اليمن. والذي يعود عمرها للعصر الثلاثي والرباعي (مجموعة بركانية اليمن). تتميز عادة بتراكيب زجاجية مصـمتة ونسـيج بيرليتي. ويقدر احتياطي رواسـب البرليت في اليمن بحوالي 353 مليون متر مكعب.

الاسكوريا Scoria

تعرف صـخور الخبث البركاني (Scoria) بأنها عبارة عن صـخور بركانية فتاتية (Pyroclastic) ذات لون أحمر خمري وأ سود وتكوين متو سط إلى قاعدي. يتميز الخبث البركاني بوجود فراغات وا سعة، كما أن نسيج الخبث البركاني دقيق التحبب بالإضافة إلى تميزه بصلابة شديدة وخفة في الوزن في نفس الوقت بسبب كثافة حجمه المنخفضة.

شـكلت الانفجارات من نوع الاسـترومبلي العديد من مخاريط الحمم البركانية رواسـب الاسـكوريا مع الحمم البازلتية التابعة لبراكين الرباعي. ويقدر إحتياطي خام الاسـكوريا في اليمن بحوالي 1.8 مليار متر مكعب.

السيليستين Celestine

يتكون معدن السيليستين من كبريتات الإسترانشيوم $SrSO_4$ ويحتوي على 56.4%SrO، 43.6% SO_3، يتواجد معدن السيليستين في اليمن شمال مدينة المكلا- محافظة حضرموت ويعتبر من المعادن ذات الأهمية الاقتصادية.

يتواجد السيليستين بشكل رئيسي في الشيل ضمن تكوين جزع التابع للعصر الثلاثي، ونادرا ما يكون ضمن تكوين أم الرضومه التابع للعصر الثلاثي. حيث يتواجد على هيئة بلورات شعاعية ذات لون رمادي مائل للبني،

الاطيان Clays

تشكل معادن الطين مواد ترابية ناعمة الحبيبات جداً ومكونة بشكل أساسي من سيليكات الألمنيوم المائية المتبلورة (تقل أبعادها عن 2-4 ميكرون) التي تحتوي على الصوديوم والبوتاسيوم بحيث يمكن أن يستعاض عن الألمونيوم بالمغنيسيوم والحديد. وتشمل معادن الطين الرئيسية التجارية ما يأتي:

- الكاولينيت والهالوسايت.
- المنتومورلونايت (السميكتايت).
- الاتابولجايت والسيبيوليت.
- الاللیت.

تتواجد الأطيان في اليمن ضمن عدد من التكوينات الجيولوجية المختلفة وتشمل الرواسب الطينية المعروفة، الكاؤلين (الكاولينيت والهالوسيت)، والسميكتايت (المنتومورلونايت)، وباليجورسكايت، والسيبيوليت، يقدر احتياطي الأطيان في اليمن بحوالي 120 مليون متر مكعب.

الكاؤلينيت والهالوسيت

يعرف الكاؤلين بالطين الصيني (China clay) وهو الطين التجاري المتكون أساساً من سيليكات الألومنيوم المائية كمعدن طيني يعرف بالكاؤلينيت، كما يعرف الكاؤلين بأنه طين أبيض اللون.

يتواجد الكاؤلين في منطقة برط-م/ الجوف على هيئة طبقات ضمن صخور الحجر الرملي التابع لتكوين الوجيد حقب الحياة القديمة والتي تمتد لعدة مئات من الأمتار، وتختفي في بعض الأماكن في حين تظهر في أماكن أخرى، المكون الرئيسي لكاؤلين برط هو الكاولينيت مع نسب قليلة من الكوارتز والكريستوبالايت.

كما يتواجد الكاؤلين (كوارتز-كاؤلين) في منطقة مداك، العين-م/ صعدة، على هيئة نطاقات كتلية ناتجة عن تحلل صخور الجرانيت البوتاسي والصودي التابع لعصر ما قبل الكمبري والتي تعلوها طبقات من البازلت (الثلاثي، الرباعي.

وتتواجد اطيان الهالوســـت في منطقة بخران-م/ ذمار على هيئة طبقات داخل الصــخور البركانية الثلاثية (مجموعة بركانية اليمن). تتميز بلون أخضــر فاتح إلى مصــفر، حيث تنتشــر على نطاق واســع. أظهرت الدراســات المعدنية ان الاطيان تتكون بشــكل رئيســي من الهالوســيت مع كمية قليلة من السبيولايت والفلدسبار.

التلك Talc

التلك من المعادن الصـناعية الهامة ويتكون من سـيليكات الماغنيسـيوم المائية $3MgO\ 4SiO_2\ H_2O$ حيث يحتوي كيميائياً على SiO_2%63.34، MgO%31.91، H_2O %4.75. وهو شـــديد الليونة، ناعم، صابوني الملمس.

تتوضع رواسب التلك ضمن الصخور المتحولة الافيوليتية القاعدية والفوق قاعدية والتي يرجع عمرها إلى حقب الحياة القديمة حيث تمثل صخور النايس والشيست، الامفيبولايت، الكلورايت شيست، تلك. وكذلك في الصخور الرسوبية وخاصة الحجر الجيري والدولوميت التي تحولت بفعل التحول التماسي أو الإقليمي،

الباريت Barite

يعتبر البارايت من المعادن الصناعية الهامة ويتكون من كبريتات الباريوم $BaSO_4$ ويتكون كيميائياً من BaO%65.7، SO_3،%34.3.

تتواجد رواسب الباريت في البيئات الرسوبية والنارية او المتحولة، على هيئة عروق وعدسات حرمائية ورواسب مالئة للفجوات. ويستضاف في اليمن بصورة رئيسية في الصخور الجيرية الدلومايتيه الغنية بتمعدنات الزنك والرصاص.

الفلورايت (فلورسبار) Fluorite

الفلورايت أحد المعادن الصـــناعية الذي يتكون من فلوريد الكالســـيوم CaF_2 ويحتوي كيميائياً على 51.22% ايون كالسيوم Ca، 48.78% فلورين F.

يتواجد في اليمن على هيئة عروق وعريقات، يتميز بلون اخضر، بنفسجي، ابيض مستضاف في صخور العصر الثلاثي المتمثلة بالريوليت، الريوداسيت، الداسيت، الانديزيت، التراكي-داسيت والبازلت.

الولاستونيت Wollastonite

يعرف الولاســـتونيت بأنه نوع من أنواع مجموعة معادن البيروكســـينويد والمتكون من ســـيليكات الكالسـيوم $CaSiO_3$ الناتجة من التحول الحراري المصـاحب للمتداخلات النارية مع صـخور جيرية ورملية غير نقية أو ما يعرف بمعادن التماس الحراري، ويتكون كيميائياً من CaO%48.28، SiO_2%51.72.

يتواجد على هيئة عدسـات وعروق، إبري النسـيج أبيض إلى رمادي اللون متداخل مع صـخور الرخام الأبيض والمزرق والرمادي، مصاحباً للجارنت والديوبسيد، تتكشف تلك العدسات والعروق على هيئة مجزأة، تختلف أبعادها من مكان إلى آخر.

البيروفيليت Pyrophyllite

البيروفيليت هو معدن ثانوي يتكون من $Al_2O_34SiO_2H_2O$. يبدو في مظهره مماثل للتلك وكذلك في الخواص الفيزيائية، ولكن يختلف عن التلك في التركيب الكيميائي. التلك هو سـيليكات المغنيسـيوم المائي بينما البيرفولايت هو سـيليكات الألومنيوم المائية. ويتواجد باللون الأبيض-الأخضر التفاحى والرمادى والبنى ويستخدم في العديد من المجالات والتطبيقات الصناعية بسبب خصائصه الفيزيائية والكيميائية الفريدة.

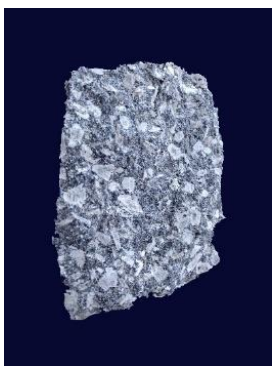
يتواجد معدن البيروفيليت على هيئة طبقات صـفائحية الى كتلية، تتراوح سـماكتها بين (2 - 12م) ويتميز بلون ابيض رمادي غالبا ورمادي مخضـر الى ابيض مصـفر ونسـيج دقيق التحبب (عديم التبلور) قليل الصـلابة (هش) ذو ملمس صـابوني (تلكي)، والذي يتواجد ضـمن طبقات صـخور الحجر الرملي التابعة للعصر الطباشيري (مجموعة الطويلة).

الفلنت Flint Clay

يعتبر معدن الفلنت (الطين الصـواني (Flint clay)) أحد معادن مجموعة الكاولينيت المتكونة في البيئات الرسـوبية الناتجة عن النشـأة الكيميائية تحت ظروف بيئية ترسـيبيه معينة. ويتواجد بهيئة عقد وعدسـات وطبقات رقيقة مكونة من معادن الطين التابعة لمجموعة الكاؤلين والمعروف بمعدن الفلنت الطيني FLINT CLAY، وهو معدن كاولينيتي. ويتواجد أساسا ضمن صخور العصر الطباشيري، والثلاثي ضمن متكون مجزر.

يتواجد معدن الفلنت على هيئة عقد وعدسات ضمن طبقات الشيل البني المتأكسد والشيل الرمادي والتي تظهر مكاشـفها بسـماكات متفاوتة تتراوح بين (80سـم - 2.5 م) تتداخل هذه الطبقات مع صخور الحجر الرملي المتمثلة بتكوين الطويلة الرملي التابع للعصر الطباشيري، وصخور العصر الثلاثي متكون مجزر، حيث تتركز عقد وعدسـات الخام في الأجزاء السـفلية من طبقات الشـيل، كما تظهر مكاشف هذه العقد على السطح الخارجي لطبقة الحجر الرملي العقدي التي تعلو طبقة الشيل.

النيفيلين سيانيت Nepheline Syenite



النيفيلين سيانيت عبارة عن صخر ناري جوفي متوسط التركيب، تتميز بلوراته من المتوسـط الى الخشـن خالي من الكوارتز ولا يزيد تركيزه عن 5% ، ويحتوي على ما لا يقل عن 20 % نيفلين، 60% فلدسـبار، وأكثر من 5% معادن إضافية نادرة والتي يمكن منها استخلاص العديد من المعادن مثل، الزركون، المعادن النادرة والعناصر الأرضية النادرة.

تتواجد صخور النيفيلين سيانيت غالباً على هيئة قواطع حلقية، او اجسام صغيرة في مناطق النشاط البركاني القلوي او مصاحبة للمتداخلات الجرانيتية القلوية.

الفحم الحجري Coal

يعرف الفحم الحجري بإنه صـخر رسـوبي عضـوي أسـود أو بني اللون تتراوح كثافته بين 1.7-1 جم/سـم^3، يحتوي على كميات متنوعة من الكربون، الهيدروجين، النتروجين، الأكسـجين والكبريت وكميات أثرية من العناصر الأخرى، قابل للاحتراق معطياً طاقة حرارية، ويتكون من بقايا نباتات ومواد معدنية وهو أكثر أنواع الوقود الأحفوري إنتشـاراً في القشـرة الأرضـية والمكون الرئيسـي له هو الكربون إذ يحتوي على 90% كربون.

تتواجد مكاشـف الفحم على هيئة طبقات رقيقة (Thin Laminated) ذات لون اسـود الى رمادي، منها ما هوا كتلي متماسك (متوسط الصلابة) ومنها بهيئة طبقات رقائقيه (صفائحي الشكل) هشة، تتداخل طبقات الفحم مع الصـخور البركانية الريوليتية والبازلتية حيث تتواجد في الجزء السـفلي من صخور الريوليت.

الجرافيت Graphite

الجرافيت هو شكل من أشكال الكربون، وهو معدن لا فلزي، ذو لون أسود وقد يميل إلى الرمادي، له بريق فِلزي أو مظهر ترابي. مَلْمَسُـه شَـحمي، وهو من المواد الهشـة الناعمة يترك أثرا بسـهولة على الأجسـام، له مدى واسـع من التطبيقات الصـناعية بدءً من التطبيقات اليومية وصـولاً إلى تطبيقات تقنية حديثة وليس له بديل.

يوجد الجرافيت في أنواع عديدة من الصـخور منها الصـخور الرسـوبية والصـخور المتحولة، متمثلة بـ صخور الحجر الرملي صخور الجرانيت النايسي وصخور النايس، والامفيبولايت والشيست، حيث تنكشف على هيئة رقائق من الجرافيت مبعثرة باتجاه موازي لاتجاه التورق في الصـخور السـيليكية، وتتميز باللون الأسـود والرمادي، وله مظهر ترابي، ذو ملمس شـحمي، وهو رخو يترك أثراً بسـهولة على الأجسام،