هذا النوع يعالج أساسًا رواسب الحديد والمنجنيز جنوب غرب سيناء، والذى يستغل لاستخراج المنجنيز.

د- طبقات الخام (خام الحديد الطباقى) Ore – beds

تشمل على جميع رواسب خام الحديد المصرى الهامة، مثل:

١- رواسب خام الحديد البيزوليتى (حبيبات كروية مثل بذور البازلاء).

٢- رواسب خام الحديد الأوليتى (البطروخى).

٣- طبقات الخام الأخرى.

٤- طبقات خام الحديد الفتاتى Detrital Iron – Ore Beds

٥- طبقات خام الحديد غير المتطابق فى صخور الشيست

Iron – Ore Beds occurring unconformably in Crystalline Schists.

٦- رواسب خام الحديد المترسب من مياه الأبار الارتوازية الحاوية على أكسيد الحديد المائى

Iron – Ore Deposited from Artesian Wells

فيما مضى، تم تقسيم خام الحديد والخامات على وجه العموم طبقا للشكل، الحدود، أو الامتداد، بمعنى تم التقسيم طبقًا للصفات أو لمقوماتها وما تحتويه. ومن وجهة النظر الأخرى بالنسبة لاستغلال رواسب الحديد فى مصر، فإن التقسيم التأريخى أو الأصل «genetic» قد يكون مفيدًا. فالتقسيم الذى يعتمد كلية على الأصل والمنشأ «genesis» يكون بدون شك، المبدأ الأحسن والمفيد علميا، على الرغم من الصعوبات التى قد تطرأ، عندما يكون أصل الخام غير واضح لحد ما.

وبناء عليه قسم غيث (١٩٥٥) رواسب خام الحديد إلى الأنواع التالية:

أ- رسوبيات غير متحولة، تشبه طبقات خام حديد كلينتون Unmetamorphosed sediments resembling Clinton Iron Ore beds.

وهى تتمثل فى خام حديد شرق وجنوب شرق أسوان

ب- تكوينات الحديد المتحولة Metamorphosed iron formation

وهى تتمثل فى خام حديد وسط الصحراء الشرقية.

جـ- رواسب إحلال عادة مؤكسدة Replacement deposits, usually oxidized

وهى تتمثل فى خام حديد جبل غرابى.

د- الرواسب الفنائية

Placers or mechanical concreations

وهى تتمثل فى رواسب الرمال السوداء بالقرب من رشيد.

هذا التقسيم يتفق والتقسيم العام لرواسب الخام لبيتمان (١٩٤٢)، وهو التقسيم المقبول حاليًا والمستخدم بمعرفة معظم السجيولوجيين العاملين فى قطاع الخامات الاقتصادية.

وسنركز فيما يلى على مناقشة رواسب خام الحديد فى الصحراء الشرقية والصحراء الغربية، كل على حدة.

أولاً: رواسب خام الحديد بالصحراء الشرقية:

يوجد خام الحديد فى الصحراء الشرقية فى ثلاثة مواقع، ويتميز كل موقع منها بنوع مختلف عن الآخر:

أ- منطقة أسوان.

ب- منطقة أبو غلقة.

جـ- منطقة وسط الصحراء الشرقية.

أ- منطقة حديد أسوان.

نبذة تاريخية:

استغل القدماء المصريون، الحديد وخامات الحديد شرق أسوان لبعض الأغراض أو غيرها، فالنقوش أو الكتابات على عمود الصخر النوبى (صورة -٢)، والتى تقع على الجانب الشمالى لمدخل وادى أبو عجاج، وعلى مسافة ٣,٢ كيلو متر شمال محطة سكك حديد أسوان، توضح استغلال الفراعين لخام الحديد فى هذه المنطقة خلال الأسرة الثامنة عشر (حوالى ١٥٨٠-١٣١٠ ق.م).

إلا أن البعض ينفى هذا الاحتمال وأنه لم يكن المصريون خلال الدولة الحديثة مدركين لأسرار استخلاص فلز الحديد من أكاسيده، وذلك اعتمادًا على دراسة مُس «Moss, 1950»[1] لِلَوحة الكتابات الفرعونية على مشارف مناجم حديد أسوان، على أنها من زمن سيتى الثانى آخر فراعنة الأسرة التاسعة عشر، وأن اللوحة تدل على معرفة المصريين القدماء لصهر حديد أسوان فى هذا الوقت المبكر (حوالى ١٢٠٠ ق.م).

ثم يردف الزميل الجيولوجى/ محمد سميع عافيه[2]: «وقد بدأ عصر الحديد فى منطقة الشرق الأوسط، قبل أن يدخل مصر ببضع مئات من السنين. فقد ثبت أن المعرفة لصهر الحديد حسب أصول فنية وتكنولوجية كافية باستخلاصه من أكاسيده فى أفران خاصة، حدثت فيما بين الأعوام (١٣٥٠-١٣٠٠) قبل الميلاد»... «ويمكن القول بأن الجهة التى تطورت فيها هذه الصناعة فى ابتدائها هى أرمينيا. وكانت أرمينيا ضمن مملكة «الميتان» وقتئذ، وكانت صناعة استخلاص الحديد تعتبر سرًّا قوميًّا لا يذاع للغير. وتحولت تبعية أرمينيا وآسيا الصغرى لمملكة جديدة هى مملكة الحيثيين، وبالتالى آلت إلى الدولة الجديدة أسرار صناعة الحديد»... «ومما يدل على ندرة الحديد فى ذلك الوقت، خطاب أرسله ملك الحيثيين «هاتوشيلبش» الثالث إلى ملك الآشوريين عام ١٢٧٥ قبل الميلاد معتذرًا له عن عدم إمكان إرسال كمية كبيرة من الحديد».... كيف لم يعرف المصريون القدماء كيفية صهر الحديد؟!

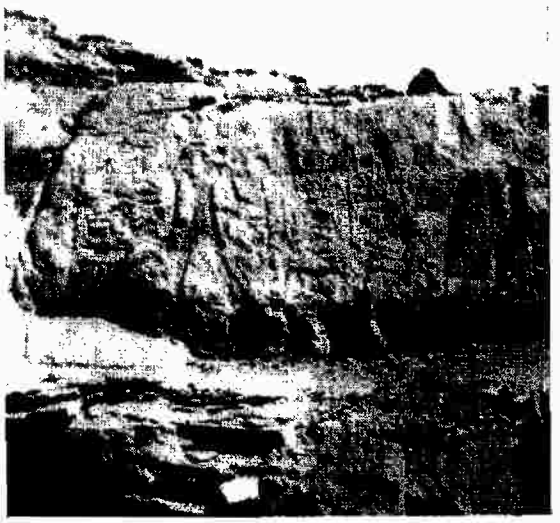
لقد كان أحمس الأول طارد الهكسوس من البلاد، وأول فراعنة الأسرة الثامنة عشر (١٥٨٠-١٣١٠)، قبل الميلاد، المؤسس الأول لإقامة الإمبراطورية المصرية – تلك الإمبراطورية التى امتد سلطانها، وثبتت دعائمها فى أواخر عهد العاهل العظيم «تحتمس الثالث»، الذى يلقبه بحق مؤرخو الغرب «نابليون الشرق»، فصارت تمتد من أعالى نهرى دجلة والفرات شمالا – شاملا الميتان والحيثيين والآشوريين – حتى الشلال الرابع جنوبا (شكل -٤)، وقد حافظ على كيانها أسلافه حتى نهاية عهد أمنحتب الثالث[3] إلى أن جاء أمنحتب الرابع (إخناتون) (١٣٧٠-١٣٥٣ ق.م) يحمل لواء التوحيد والإيمان بالإله الواحد، وأخذ فى نشر تعاليمه الدينية علنًا، بعد أن كانت تذاع تحت ستار من الإبهام، غير أن انكبابه على نشر رسالته الروحية، قد صرفه عن الالتفات إلى أحوال البلاد الداخلية والخارجية؛ مما أدى إلى تداعى تلك الإمبراطورية التى أقامها أجداده بحد السيف وحسن السياسة، فانتقصت الدولة من أطرافها حتى انكمشت فى عقر دارها، إلى أن قبض الله للبلاد جنديا من أبنائها الأبطال وهو «حور محب» (١٣٣٥ - ١٣١٠ ق.م)[4] الذى أعاد للبلاد سؤددها السالف، وسمعتها الحربية التى كانت قد تداعت.

(1) Moss: Iron mines near Aswan, 1950.

(٢) التعدين فى مصر قديما وحديثا – الجزء الأول – ص ١٩٥ (سميح عافيه ٢٠٠٦).

(٣) يطلق عليهما فى بعض المؤلفات: أمينوفيس الثالث، وأمينوفيس الرابع.

(٤) جميع التواريخ قبل الميلاد مرجعها موسوعة مصر القديمة – أ. سليم حسن، والتى تم الاستعانة بها فى كتاب المؤلف «بنو إسرائيل والخروج من مصر بين الأسطورة والتاريخ» - ٢٠٠٣ ص ٩٣



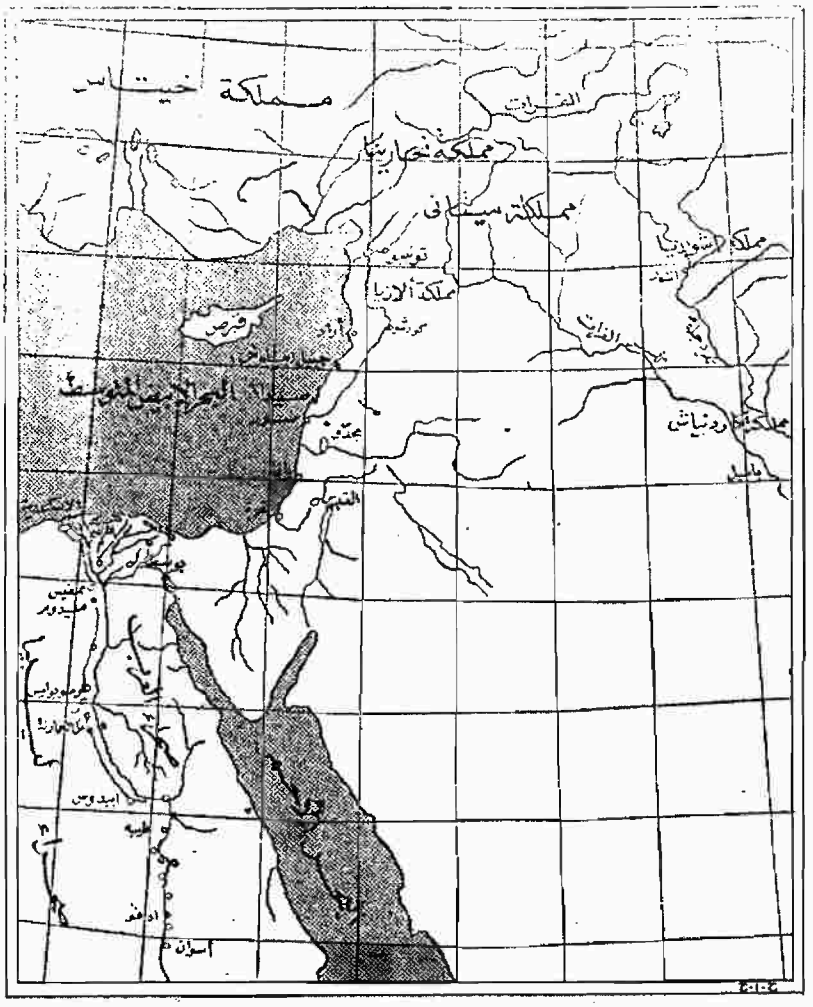
صورة – ٢: الكتابات الفرعونية بمدخل وادى أبو عجاج بهضبة الصخر النوبى المطل على وادى النيل

إلا أنه حسب التواريخ التى ذكرها الزميل الجيولوجى سميح عافيه، يمكن القول بأن صناعة استخلاص الحديد من أكاسيده ظهرت فى أرمينيا التى تتبع مملكة الميتان، والتى كانت تخضع للحكم المصرى حتى فترة اندحار الأسرة الثامنة عشر، منذ تولى أخناتون الحكم، ومن خلفه – أى من ١٣٧٠ – ١٣٣٥ ق.م- إلى أن جاء حور محب. ولكن كيف لا يتسنى للإمبراطورية المصرية، وهى تبسط سلطانها على هذه البلاد ولا تتعرف على المحاولات الأولى لاستخلاص الحديد من أكاسيده فى مملكة الميتان التابعة لها؟!!

وعلى كل حال، فقد مر بوادى النيل عدة مناسبات (فى نهاية كل أسرة فرعونية) الدورة التى كانت تمثل فيها القوة ثم الانحلال ثم الاغتصاب، ثم تنتهى فى آخر المطاف باسترجاع قوتها ونهوضها ثانية.

لذلك نجد حور محب – بعد أن استقر الوضع فى البلاد، واستتب الأمن والأمان بها بدأ ينظر إلى الممالك التى ضاعت من الامبراطورية – نجده يوصى من بعده القائد رمسيس خلفا له على عرش البلاد. وعندما تولى القائد رمسيس عرش البلاد. وعندما تولى ابنه سيتى الأول من بعده ثم حفيده رمسيس الثانى (١٣٠٠ – ١٢٣٣ قبل الميلاد) وكلنا يعرف من هو رمسيس الثانى وعرباته الحربية المرسومة على جميع جدران المعابد. لقد أعاد للإمبراطورية المصرية هيبتها، فكانت الإمبراطورية التى وصلت إلى أوج عزها واتساع رفعتها حيث بسطت سلطانها على الشام ومملكة الميتان، وعقدت المعاهدات مع جيرانها من الآشوريين فى عهد رمسيس الثانى (شكل – ٤).

فكيف لا يعرف المصريون القدماء استخلاص الحديد من خاماته، وقد بسطوا نفوذهم على منابع استخلاصه فى مملكة الميتان.



شكل ـ ٤ : الامبراطورية المصرية فى آسيا

يجمع العلماء على أن الامبراطورية التى أنشأتها مصر فى عهد الأسرة الثامنة عشرة هى أولى الامبراطوريات فى العالم كله . وكانت تمتد من الشلال الرابع فى النوبة ، أو من خلفه بقليل ، الى ما وراء نهر الفرات . وكانت تدخل تحت حمايتها مملكة الازيا ومملكة ميتانى ومملكة نحارينا . ثم كانت مملكة أشوريا ومملكة كاردنياش (أو مملكة الكلدان) تعيشان فى ظل الصداقة معها وتقديم الهدايا لفرعون . ثم كانت هذه الامبراطورية تبسط جناحها على الجزر المنتشرة فى الجانب الشرقى من البحر الأبيض المتوسط الذى كان يسمى البحر الأخضر الكبير . وكانت مملكة خيتاس ، واهلها هم الذين تسميهم التوراة الحيثيين ، هى التى عقدت مع رمسيس الثانى معاهدة صداقة وتحالف بعد حرب طويلة . وتبين الخريطة الجزء الآسيوى من الامبراطورية المصرية ، وهذا الجزء هو الذى تبادل ملوكه وحكامه رسائل تل العمارنة مع امينوفيس الثالث وامينوفيس الرابع . (من كتاب الشعب ١١ : معالم التاريخ المصرى القديم ـ عبد القادر حمزه ـ ١٩٥٧ .)

أما التاريخ الذى يستدل منه على ندرة الحديد فى خطاب ملك الحيثيين إلى ملك الآشوريين عام ١٢٧٥ ق.م، فهذه السنة تتوسط مدة حكم رمسيس الثانى تقريبًا، وقد يكون ذلك قبل أن يبسط سلطانه على الحيثيين، وقد يكون الخطاب للتودد بين المملكتين حيث أنهما اتحدا ضد مصر فى فترات انحدار الأسرة الثامنة عشر إلى أن اكتسحهم رمسيس الثانى...

أما وجود الفخار والقدور الفخارية فى مغارات استخراج الحديد لا يعنى أن بقايا هذه الأوانى الفخارية ذات العصر الأحدث هو الزمن الذى استخرج فيه خام الحديد، أو هو الزمن الذى حفرت فيه هذه المغارات – فها نحن ما زلنا نحفر فى مناجم الفراعين للذهب منذ الرومان والبطالمة حتى عصرنا الحالى؟!

سجل د. بول (١٩٠٧) وجود خام الحديد بالقرب من دير سمعان (سانت سيمون) على الضفة الغربية لنهر النيل فى قبالة مدينة أسوان، حيث يوجد الخام فى صورة أكسيد الحديد المائى الطبيعى (المَغْرَة)، ذى لون أصفر أو أحمر عادة، وصخر خام الحديد الأوليتى ترابى اللون، والذى يدل مظهره على أنه قد أُخضع لعمليات المعالجة أو الصنع. هذا الخام يوجد متداخلا أو متبادلا مع مجموعة الصخر الرملى النوبى.

خام الحديد فى هذه المنطقة تم تشغيله بمعرفة القدماء المصريين، حيث وجدت كميات صغيرة من المنصهر فى نفس المنطقة تم اكتشافها بمعرفة F. Bovier Lapierre - والذى وجد قطعًا من الخبث متناثرة فوق مصطبة صغيرة بالقرب من محجر قديم من الصخر الرملى الأحمر، مغطاة بحطام وشقفات للقدور الفخارية منذ العهد جريكو-رومان (اليونانى/ الرومانى) على وجه الاحتمال. كانت قطع الخبث سوداء اللون زجاجية تقريبًا، وتحتوى على قطع من الخشب المفحم وبعض من خام الحديد غير تام الانصهار.

فى سنة ١٩١٠، أشار هيوم إلى منطقة سانت سيمون، وأعلن عن تحاليل ستة عينات من خام الحديد، أعطت: ٧٨.٩٥٪، ٧٧.٥٪، ٧٦.٠٪، ٦٣.١٥٪، ٣٤.٩٪، ٢٦.٠٪ أكسيد حديديك؛ يكافئ ٥٥.٢٦٪، ٥٤.٢٥٪، ٥٣.٢٪، ٤٤.٢٪، ٢٤.٤٣٪، ١٨.٢٪ معدن حديد.

كما أورد عطية فى تقريره (١٩٥٥) أن لبيب نسيم (١٩١٧) سجل وجود خام الحديد الأوليتى فى بعض المناطق بالصحراء شرق أسوان. كما أنشأ لبيب نسيم مصنعا للطحن لصناعة البويات فى أسوان عام ١٩١٨، ثم كون هو وشقيقه أمين شركة مع اثنين من المولين البريطانيين بحلوان عام ١٩٢١ لإنتاج الأصباغ والألوان، ثم نقله بعد ذلك إلى منطقةالعباسية بالقاهرة، بعد أن تبين أن المشروع المعتمد على التصدير غير اقتصادى لركود الأسعار بالأسواق الخارجية.

حوالى سنة ١٩٣٠، جذبت رواسب خام الحديد شرق أسوان الانتباه من حيث استخداماته فى تطوير صناعة الحديد والصلب فى مصر. لذلك فوضت مجموعة من المولين دكتور إليمر فاداش Dr. Elemer Vadasz أستاذ الجيولوجيا بجامعة بودابست لدراسة وضع رواسب خام الحديد بشرق أسوان وإمكانية استثماره. وقدم د. فاداش تقريره عن «رواسب الحديد قرب أسوان» فى سنة ١٩٣٢.

فى سنة ١٩٣٢، أعدت المساحة المصرية عدد ٢ خريطة طبوغرافية للصحراء شرق أسوان بمقياس رسم ١: ٥٠٠٠٠، وفى نفس السنة أرسلت مصلحة المناجم بعثة جيولوجيا لبحث إمكانيات احتواء المنطقة لخام الحديد، هذه البعثة رسمت خريطة لبعض خامات

الحديد الظاهرة على السطح، ودرست عددًا من القطاعات الجيولوجية، كما جمعت عينات للخام من مناطق مختلفة للتحليل.

خلال عامى ١٩٣٧-١٩٣٨، قام السيد/ جيرهارد بعمل بعض أبحاث واستكشافات لصالح السادة/ أُتُو وولف «Otto Wolf».

فى سنة ١٩٣٩، قام السادة براسيرت والشركة H. A. Brassert & Co. بعمل أبحاث واستكشافات لحساب الكولونيل ج. أ. مولر J. A. Moller، وقد شملت الأبحاث التخريط الجيولوجى لأجزاء معينة من المنطقة، وحفر عدد كبير (٢٨٩) من الحفر لأعماق مختلفة تتراوح بين ١ متر و٨ أمتار، مع جمع عدد كبير من العينات (٤٥٠) عينة من خام الحديد - من أماكن مختلفة - للتحليل.

انحسرت أعمال الاستكشاف فى مناطق يبدو فيها تنفيذ المنجم المفتوح. وتم نشر نتائج هذه الأبحاث فى - خلال نفس السنة - تحت عنوان «تنمية صناعة الحديد والصلب فى مصر».

فى نهاية عام ١٩٤٩ وبداية عام ١٩٥٠ قام موظفون من قسم الأبحاث بمصلحة المناجم والمحاجر بالتعاون مع السادة: هيرمان كيبر، جيرهارد جروتشان، ج. لندرى، بعملية استكشاف لكل المنطقة وجمعوا عينات من الأماكن المختلفة للفحص والتحليل.

وفيما بين مارس ١٩٥٠ وابريل ١٩٥٢، أرسلت المساحة الجيولوجية المصرية بعثات حقلية لدراسة رواسب خام الحديد وجيولوجية منطقة شرق أسوان. كان الهدف إجراء أبحاث بالمنطقة وعمل دراسة جيولوجية تفصيلية ومحاولة عمل تقديرات - بالدقة الممكنة - لاحتياطيات رواسب خام الحديد. نتيجة أبحاث هذه البعثات تم بلورتها فى تقرير عطية (١٩٥٥).

فى سبتمبر ١٩٥٢، قدم د. رونالد ك. ج. بالنيابة عن « Westdeutches Export und Ingenier - Buro, Dusseldorf» تقريرًا بعنوان «مشروع الصلب المصرى المقترح» لفخامة وزير وزارة الأشغال العمومية المصرية، الذى كانت تتبعه المساحة الجيولوجية ومصلحة المناجم فى ذلك الوقت، هذا التقرير اشتمل على ستة ملاحق من بينها الملحق الرابع الذى يحتوى على - بجانب الموضوعات الأخرى - خرائط تفصيلية طبوغرافية وجيولوجية لبعض مساحات رواسب خام الحديد بمنطقة شرق أسوان.

وإيماءً إلى الدراسات الحديثة (١٩٩١-١٩٩٦) والتى تضمنتها ندوات اللجنة القومية لعلم المعادن تحت عنوان «علم المعادن والصناعة»، فقد اتسع البحث عن خامات الحديد شرق أسوان وجنوب شرق أسوان. لذلك يمكن تقسيم رواسب خام حديد أسوان إلى:

١- رواسب خام حديد شرق أسوان.

٢- رواسب خام حديد جنوب شرق أسوان.

١- رواسب خام حديد شرق أسوان.

جيولوجية منطقة شرق أسوان:

توضح الخريطة الجيولوجية المجمعة لمنطقة شرق أسوان (شكل -٥) التكاوين الجيولوجية بالمنطقة، والتى تشتمل على الصخور النارية والمتحولة لعصر ما قبل الكامبرى، وهى صخور القاعدة التى ترتكز عليها الصخور الرملية والطفلة... وهى مكونة لصخور الحجر النوبى وتنتمى لعصر الطباشير الأعلى؛ ثم تعلوها طبقات الحصى القديم، الرمل...، رواسب الأنهار، والطين... وهي تنتمي لعصر البليستوسين والحديث (شكل -٥):

ويمكن تلخيص التتابع الجيولوجى لمنطقة شرق أسوان كالتالى: (عطية ١٩٥٥):

شكل-٥ خريطة جيولوجية منطقة شرق أسوان (عطية ١٩٥٥)

العصر الحديث Recent:

رواسب ريحية – رمال مترسبة بفعل الرياح

رواسب طمّيّة:

أ- رمال النهر وطمى النيل .

ب – رواسب من غير النهر.

البليستوسين Pleistocene:

أ- الحصى القديم، رمل وسيلت.

ب- طفلة جيرية بوادى أبو سوبيرا

الطباشيرى Cretacrous:

صخور الحجر الرملى النوبى

The Nubian Sandstone series

ماقبل الكامبرى Pre-Cambrian:

صخور نارية Igneous Rocks

صخور نارية متحولة Metamorphic Rocks

ما يعنينا فى هذا التتابع الطبقى لجيولوجية منطقة شرق أسوان هو صخور الحجر الرملى النوبى، والتى يوجد بها رواسب خام الحديد.

الحجر الرملى النوبى

منذ حوالى ١٧٠ سنة، أعطى جوزيف روسيجر (١٨٣٧) اسم كتاركت لصخور الحجر الرملى غير الحضرى (أى خالى من الحفريات) أسفل طبقات العصر الطباشيرى بجنوب مصر وشمال النوبة، ولكنه أخيرًا أطلق صفة النوبى لهذه الصخور، وأصبحت صخور الحجر الرملى النوبى «Nubian Sandstone»، إلا أن المساحة الجيولوجية المصرية نفذت برنامجًا واسعًا لتخريط الصحراء المصرية، وكان من نتائج هذا البرنامج أن تم تغيير اسم الصخر الرملى النوبى إلى التكوين النوبى Nubia Formation، وينتمى للعمر من كامبريان إلى أوائل العصر الثلاثى.

تغطى صخور الحجر النوبى أكثر من ثلثى منطقة شرق أسوان، على الجانب الشرقى لوادى النيل، ترتفع هضبة من هذه الصخور الرملية، حيث يرتفع جرف الهضبة المطل على الوادى – وادى النيل – إلى ارتفاع يتراوح بين ١٢٠ مترا فوق سطح البحر إلى شمال المنطقة، و٢٠٠ متر فوق سطح البحر إلى الجنوب، عند مدخل وادى أبو عجاج. بينما يصل ارتفاع المركن الجنوبى الشرقى للمنطقة إلى ٤٤٣ مترا فوق سطح البحر، وهى تمثل أقصى ارتفاع فى المنطقة، وفى الشمال الشرقى ترتفع هضبة الصخر الرملى النوبى إلى ٢٥٠ مترا فوق سطح البحر. وتغطى ترسيبات طمى النيل أجزاء كبيرة من هذه المساحة؛ حيث نلاحظ أن ارتفاع ترسيبات الطمى لنهر النيل فى بعض مناطق شرق أسوان حوالى ٩٨ مترا فوق سطح البحر.

الوصف الجيولوجى لصخور الحجر الرملى النوبى (عطية ١٩٥٥)

الصخور المكونة للحجر الرملى النوبى تشتمل على طبيقات من الكونجلوميرات، أحزمة من الحصى «Pebble bands» حبيبات رملية خشنة «grits»، كوارتزيت، حجر رملى، حجر رملى طينى، طينة رملية، طين أو طفلة، ويوجد خام الحديد البطروخى (الأوليتى) ذو القيمة الاقتصادية، مترسبة على السطوح الفاصلة لهذه الطبقات التى تميل ميلا خفيفا إلى الشمال، وفى بعض الأماكن نجد أن هذه الطبقات أفقية ما عدا بالقرب من الفوالق حيث تميل ميلاً شديدًا.

فى هذه المنطقة يصل السمك الأعظم لمجموع الطبقات المكونة للتكوين النوبى إلى ١٥٠ مترا، ولكن

القطاعات الكاملة لتكوين الحجر النوبى توجد فى الهضاب المتاخمة لوادى النيل حيث يصل سمكها حوالى ١٠٠ متر.

ترسبت صخور الحجر النوبى فوق سطوح الصخور النارية والمتحولة القديمة غير المستوية؛ فنجد قاع الصخور النوبية فى الهضاب المتاخمة لوادى النيل عند شمال وادى أبو عجاج ترتفع حوالى ١١٠ مترا فوق سطح البحر، بينما يقع قاعها فى التلال عند الركن الجنوبى الشرقى للمنطقة على ارتفاع حوالى ٤٣٠ مترا فوق سطح البحر.

أيضًا فى مناطق متفرقة تظهر تلال صغيرة من الصخور النارية والمتحولة كنتوء فوق مستوى قاعدة الصخر الرملى، وفى بعض الأحيان نجدها محاطة بصخور الحجر الرملى النوبى؛ ولكن لم نر فى أى مكان بالمنطقة أى تداخلات للصخور النارية خلال الصخور الرملية النوبية. كذلك نجد السطح الفاصل للصخور النارية أو المتحولة مع الصخور الرملية قد تعرى وتحول إلى طبقة كاولينية، تعلوها طبقة أفقية من الكونجلوميرات، الحصى، أو الحجر الرملى؛ وهذا ما يدل على أن الصخور النارية أو الصخور المتحولة قد تعرضت لعمليات التعرية والنحات لفترة طويلة قبل ترسيب صخور الحجر الرملى.

وفيا يلى وصف للطبقات المكونة لتكوين الصخر النوبى:

الكونجلوميرات وأحزمة الحصى
Conglomerates & Pebble - bands

توجد عمومًا عند قاعدة التكوين النوبى، فى الواقع هذه الترسيبات تنحصر فى الجزء السفلى من صخور التكوين النوبى. أحزمة الحصى قد لا تظهر عند قاعدة الصخر النوبى، ولكن فى بعض الأماكن عدد منها قد يكون منفصلاً عن صخور القاعدة بصخور الحجر الرملى. حبيبات الحصى المكون للكونجلوميرات أو أحزمة الحصى ليست مستمدة من الصخور النارية أو المتحولة أسفلها، ولكنها تتكون من حصى الكوارتز ذى الألوان المختلفة من الأبيض إلى القرنفلى أو الأحمر. تنتشر هذه الحصويات والحبيبات على سطح الأرض عند تعرضها لعوامل التعرية. تأخذ هذه الحبيبات الشكل المستدير أو البيضاوى الشكل، وتختلف فى الحجم من ١ سم إلى عدد من السنتيمترات. حبيبات الكوارتز هذه قد يصل قطرها ١٠مم، عند مكان يبعد ٤ كيلومترات جنوب شرق أم برميل، بينما يصل قطرها ٢٠سم فى طبقات القاعدة للصخور النوبية عند نقطة الارتفاع ١٤٧ مترًا فوق سطح البحر جنوب مدخل وادى أبو عجاج. فى كلتا المنطقتين، فإن طبقات الكونجلوميرات والحصى تحتوى على الحصى الصغير وأيضًا حصوات كبيرة «Cobbles» . طبقات الكونجلوميرات والحصى قد تكون مدمجة وصلبة أو قد تكون سهلة التفتيت والتفكك؛ فى بعض المناطق قد تتدرج إلى طبقات الحبيبات الرملية الخشنة «Grits»، أو تتدرج إلى الصخور الرملية.

طبقات الحبيبات الرملية الخشنة «Grits»

توجد هذه الترسيبات فى الأجزاء العليا من تكوين صخور الحجر الرملى النوبى، ولكن عادة ما توجد فى الجزء السفلى وألوانها بيضاء، رمادية، صفراء، بنية أو بنفسجية؛ أو ذات ألوان كثيرة متداخلة varicoloured صلبة أو سهلة التفكك؛ أحيانًا تتدرج إلى صخور الحجر الرملى.

كوارتزيت Quartzite

توجد عادة فى الأجزاء العليا لتكوين الصخور الحجرية الرملية، وبصفة خاصة فى المناطق المتاخمة لوادى النيل، المحاليل السيلسية والتى تنساب خلال الشقوق والفوالق بالمنطقة تحول الصخور الرملية إلى كوارتزيت ذات الألوان المختلفة، قد تكون بيضاء، رمادية، صفراء، وردية أو بنية؛ قد نجد هذه التكوينات متخللة الصخور الرملية الحديدية. هناك شواهد تدل على أن هناك استغلال محاجر الكوارتزيت لأغراض مختلفة من منطقة أسوان فى العهود المصرية القديمة. فى الحاضر يستخدم صخر الكوارتزيت فى أعمال البناء المهمة فى المنطقة.

الأحجار الرملية Sandstone

توجد هذه الصخور فى كل التكوين النوبى، حبيباتها ذات أحجام مختلفة، قد تكون حبيبات دقيقة، متوسطة أو خشنة ذات ألوان مختلفة: أبيض، رمادى، أصفر، برتقالى، بنى، قرمزى، أحمر، أرجوانى، بنفسجى. هذه الألوان الظاهرة على السطح قد تكون نتيجة التأكسد السطحى للحديد أو المنجنيز، حيث تكون هذه الصخور الرملية ذات الألوان المختلفة بيضاء اللون عند كسرها – أى بيضاء على السطوح الجديدة. قد تكون هذه الأحجار الرملية سهلة التفتيت أو جامدة، أى إن صلابتها تتوقف على مادة التماسك لحبيباتها، والتى قد تكون طينية، كاولينية، جيرية أو ذات طبيعة حديدية. تتميز بالطبقية أو بصفائح رقيقة. تختلف الأحجار الرملية فى السمك من مكان لآخر؛ وأحيانًا تتدرج إلى حجر رملى طينى، طينة رملية أو حتى طفلة أو طين هذا من جهة؛ ومن جهة أخرى قد تؤدى إلى طبقات الحبيبات الرملية الخشنة أو حتى طبقات حصوية. فى منطقة أسوان تستخدم محاجر الحجر الرملى فى أغراض البناء والأعمال الإنشائية للرى.

الحجر الرملى الطينى Clayey Sandstone

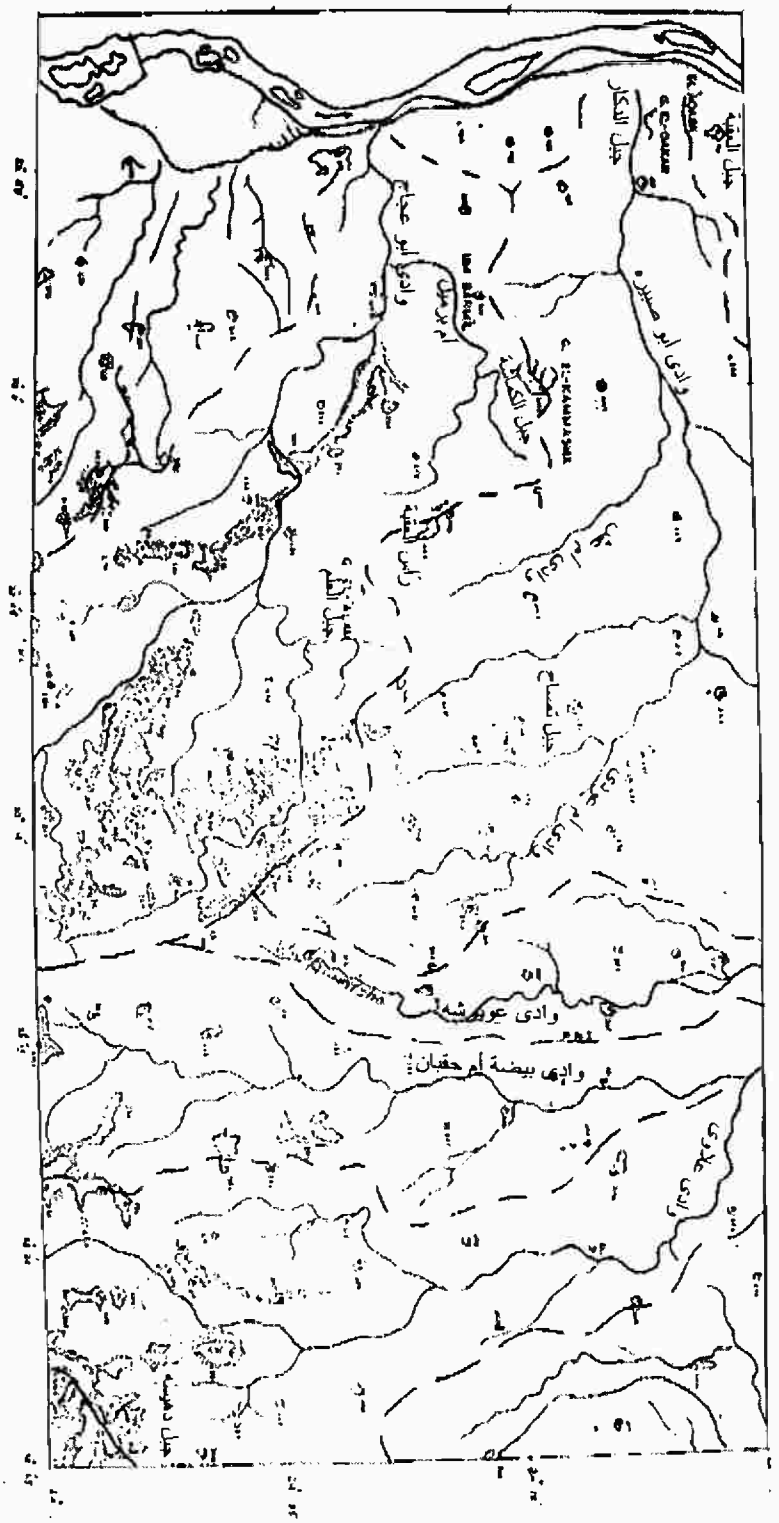
توجد عادة فى الأجزاء الوسطى والعليا من التكوين النوبى، ولكن قد توجد أحيانًا فى المناطق السفلى. ذو ألوان مختلفة: أبيض، رمادى، أو بنى؛ تختلف أحجام حبيباتها، وقد تكون طبقية أو صفائح رقيقة؛ سهلة التعرية؛ وفى بعض الأماكن تتدرج إلى حجر رملى، وفى أماكن أخرى تتغير إلى طينة رملية أو حتى طين.

طينة رملية Sandy Claystone

توجد عادة فى وسط التكوين النوبى وقليلاً ما توجد فى الأجزاء السفلى والعليا. شأنها شأن الحجر الرملى الطينى تبدو متعددة الألوان كأن تكون رمادية، حمراء أو بنية، قد تكون طبقية أو على هيئة صفائح رقيقة وسهلة التعرية. أحيانًا تتدرج إلى حجر رملى طينى ثم إلى حجر رملى أو تنتهى إلى طينة فى بعض الأماكن.

طفلة أو طينة Claystone or Shales

توجد على مستويات مختلفة مثل الحجر الرملى فى كل التكوين النوبى. متعددة الألوان، قد تكون رمادية، صفراء، خضراء، حمراء، بنية أو بنفسجية. عادة تكون طبقية أو على هيئة صفائح رقيقة، وأحيانًا تتدرج إلى طينة رملية، رمل طينى أو صخر رملى ناعم الحبيبات. الطفلة المقاومة للصهر (الطفلة الحرارية) والطفلة التى تستخدم فى الأغراض المختلفة تستخرج من محاجرها بمنطقة أسوان.



شكل-٦ خريطة شرق أسوان توضح التضاريس الطبوغرافية (عطية ١٩٥٥)

خام الحديد (الأوليني) البطروخي Oolitic iron-ore

يوجد هذا الخام فى مناطق مختلفة من تكوين الحجر الرملى النوبى؛ بل يقتصر وجوده على الأجزاء الوسطى من التكوين وفى مستويين مختلفين. وسوف ندرس خام الحديد بالتفصيل فيما بعد.

تقسيم تكوين الحجر الرملى النوبى

نتيجة للدراسات والأبحاث التى تمت على رواسب خام حديد أسوان، فقد أمكن تقسيم تكوين الحجر الرملى النوبى إلى ثلاثة مجموعات: المجموعة الوسط وهى التى تحتوى على رواسب خام الحديد، المجموعة السفلى والعليا وهى خالية من خام الحديد.

كما أشرنا فى الصفحات السابقة فإن التتابع الكامل لتكوين الحجر الرملى النوبى فى المنطقة يتمثل فى الهضاب المتاخمة لوادى النيل. لذلك اخترنا فيما يلى قطاعين جيولوجيين فى منطقتين مختلفتين لتوضيح تتابع الطبقات المختلفة لكل مجموعة:

أ- قطاع تحت الكتابات الفرعونية على الهضبة المطلة على وادى النيل:

قمة القطاع	السمك بالمتر	
١٠- حجر رملى متوسط إلى خشن الحبيبات، كوارتزيتى عند القمة	٣٥,٠٠	المجموعة العليا - مكون أم برميل (كامبينيان)
٩- حجر رملى، أحمر وردى	٨,٠٠	
٨- طينة حرارية	٤,٠٠	المجموعة الوسطى - مكون التمساح (سانتونيان)
٧- حجر رملى حديدى	١,٥	
٦- خام الحديد الأوليتى أحمر اللون (المستوى السفلى)	٢,٥	
٥- حجر رملى حديدى	٦,٠٠	
٤- حجر رملى، جامد، رمادى	٧,٠٠	المجموعة السفلى - مكون أبو عجاج (تورونيان)
٣- طينة رملية، متعددة الألوان	١٠,٥	
٢- حجر رملى، متوسط إلى خشن الحبيبات، طينى نحو الوسط	١٣,٥	
١- حجر رملى كاولينى، حصوى عند القاع	٤,٠٠	
السمك الكلى =	٩٢,٠٠	

القاع جرانيت أحمر وردى كاولينى

ب- قطاع على الجانب الشمالى لوادى أبو عجاج بالقرب من مدخل الوادى:

قيمة القطاع	السمك بالمتر	
١٠- حجر رملى، كوارتزيتى، حبيباته رملية، خشنة، إلخ	١٥.٠٠	المجموعة العليا
٩- طين	١٠.٠٠	
٨- حجر رملى	٨.٠٠	المجموعة الوسطى
٧- خام الحديد الأُوليتى (البيضى)، طبقة رقيقة (المستوى الأعلى)	٠.١٠	
٦- طينة حرارية	٦.٠٠	
٥- حجر رملى متموج	٢.٠٠	
٤- طبقتين من خام الحديد الأوليتى سمك كل منهما ١م تتبادل مع حجر رملى حديدى (المستوى الأسفل)	٥.٠٠	
٣- حجر رملى به كتل حجرية حديدية	١٠.٠٠	المجموعة السفلى
٢- طينة صفائحية	١٠.٠٠	
١- حجر رملى، كاولينى عند القاع	٢٠.٠٠	
السمك الكلى =	٨٦.١	

القاع: جرانيت كاولينى

طبقات التكوين النوبى فى منطقة شرق أسوان، كما هو بالقياسات عاليه – سمكه ٩٢.٠٠ مترا و٨٦.١٠ مترا، أى أن أكبر سمك للتكوين فى هذه المنطقة ٩٢.٠٠ مترا كما فى القطاع الأول.

وفيما يلى بعض القطاعات **للمجموعة الوسطى** لأهميتها من حيث وجود خام الحديد بها:

أ- قطاع عند نقطة الارتفاع ٢٥٠ متراً، ١,٩ كم غرب العقبة:

قمة القطاع	السمك بالمتر
- حصى ورمل حديث	٠٠
١١- خام الحديد الأوليتى (ب)	٠٠,٣٤
١٠- حجر رملى صلد (hard)	١٠,٠٠
٩- طينة رملية	١,٢٠
٨- حجر رملى، بنى، صفائحى	١,٤٠
٧- طينة رملية	١,٢٠
٦- حجر رملى دقيق الحبيبات	١,٤٠
٥- حجر رملى متموج	١,٣٠
٤ — طينة صفراء	١,٠٠
٣- خام الحديد الأوليتى (أ)	٠,٣٥
٢- طينة رملية	٠,٧٥
١- حجر رملى حديدى	١,٠٠
السمك الكلى =	١٩,٩٤

فى هذا القطاع، طبقة واحدة من الحديد فى كل من المستوى السفلى والمستوى الأعلى

ب- قطاع بالقرب من نقطة الارتفاع ٢٥٣ متراً، ٢,٤ كم شرق الغدير

قمة القطاع		السمك بالمتر
١٤- طينة متعددة الألوان		-
١٣- حجر رملى متموج، أصفر		-
١٢- خام الحديد الأوليتى (البطروخى)	(ب٣)	٠,٣٠
١١- حجر رملى حديدى		-
١٠- خام الحديد الأوليتى (البطروخى)	(ب٢)	٠,٥٠

قمة القطاع		السمك بالمتر
٩- حجر رملى حديدى		-
٨- خام الحديد الأوليتى (البطروخى)	(ب١)	٠.٦٠
٧- حجر رملى حديدى		-
٦- طين، أصفر وبنى		-
٥- حجر رملى جامد		-
٤- حجر رملى متموج		-
٣- حجر رملى طبقى		-
٢- خام الحديد الأوليتى (البطروخى)	(أ)	٠.١٠
١- حجر رملى صفائحى، أحمر		-

فى هذا القطاع (عطية ١٩٥٠) لم يذكر سمك الطبقات ولكن ذكر سمك طبقات الحديد. الرغبة فى ذكر هذا القطاع هو توضيح وجود ثلاثة طبقات من خام الحديد بسمك ١.٤ مترا فى المستوى الأعلى بهذه المنطقة بصفة خاصة.

جـ- قطاع عند نقطة تبعد اكم شمال وشمال شرق علم نقطة المثلثات ٣٦٥ مترا على تل جرانيتى بالقرب من أعالى وادى عويرشة

قمة القطاع		السمك بالمتر
- حجر رملى متموج للمجموعة العليا		-
١٥- حجر رملى مخضر		١.٨٠
١٤- حجر رملى طينى		٠.٧٠
١٣- طينة بنية		٠.٩٠
١٢- خام الحديد الأوليتى (البطروخى)	(ب٢)	٠.٢٥
١١- حجر رملى حديدى		٠.٢٠
١٠- حجر رملى طينى متموج		٠.٦٥
٩- خام الحديد الأوليتى (البطروخى)	(ب١)	٠.٤٠

قمة القطاع	السمك بالمتر
٨- حجر رملى حديدى	٠,٢٠
٧- طينة متعددة الألوان	٦,٣٨
٦- حجر رملى طينى به كتل حجرية حديدية	٠,٢٠
٥ – طين رملى	١,٠
٤- خام الحديد الأوليتى (البطروخى) (أ)	٠,٨٠
٣ – طينة رملية بها كتل حجرية حديدية	١,٧٥
٢- حجر رملى طينى	١,٧٥
١ – حجر رملى متوسط الحبيبات (القاع غير مكشوف)	١,٠ +
السمك الكلى =	١٧,٨٠

فى هذا القطاع، المستوى الأعلى لخام الحديد متمثل فى طبقتين (ب١، ب٢) سمكهما ٦٥ , ٠. وتجدر الإشارة هنا إلى أن الحجر الرملى المتموج يظهر فى هذا القطاع بين طبقتى خام الحديد للمستوى الأعلى وليس – كما هو معتاد – بين المستوى السفلى والمستوى الأعلى لخام الحديد.

من دراسة القطاعات المبيَّنة عالية وغيرها نستخلص ما يأتى:

- خام الحديد الأوليتى ينحصر وجوده فى المجموعة الوسطى من القطاع الجيولوجى. كما يلاحظ أيضًا طبقات الحجر الرملى المميز بوجود علامات التموج «Ripple marks» كإحدى الصفات المميزة للمجموعة الوسطى، كما أنها تفصل عمومًا المستوى الأعلى لخام الحديد من المستوى السفلى له، ولكن فى بعض الحالات نجدها تفصل طبقات الحديد فى المستوى الأعلى.
- طبقات الطين الحرارى – إذا وجدت – تجدها تقع بين المستويين لرواسب خام الحديد الأوليتى.
- معظم الحفريات التى جمعت من التكوين النوبى نجدها فى طبقات هذه المجموعة الوسطى.
- من الملاحظ أن معظم طبقات المجموعة الوسطى تتكون من الطين اللين أو الحجر الرملى المفكك. ولذلك يسهل تعريته. كما يعمل الحجر الرملى الحديدى – عندما يوجد – كغطاء وقائى لخام الحديد الأوليتى، ويحفظه من عوامل التعرية والضياع.
- فى بعض الأماكن –كما فى المنطقة جنوب وادى أبو عجاج المشار إليه عاليه – نجد طبقات المجموعة الوسطى لا تحتوى على خام الحديد الأوليتى الحقيقى.
- بالإشارة إلى طبقات خام الحديد، فقد تلاحظ أنه فى طول المنطقة وعرضها، نجد طبقات الحديد الأوليتى (أ) والممثلة للمستوى السفلى لخام الحديد غير موجودة عمومًا أو ذات سمك قليل، ونسبة الحديد فيها عمومًا منخفضة من وجهة النظر الأخرى، فإننا نلاحظ المستوى الأعلى لخام الحديد

يمثل المستوى المكشوف الأساسى للخام؛ ويتمثل فى وجود أكثر من طبقة للخام (ب١، ب٢، ...) متوسطة السمك – على وجه العموم – كما أن نسبة الحديد فيها جيدة.

- بالنسبة لسمك طبقات المجموعة الوسطى، فقد تلاحظ أن سمكها يصل إلى ٢٢ مترًا فى الهضاب المطلة على وادى النيل، بينما فى باقى المنطقة فإن سمكها يتراوح بين ١٠ – ٢٠ مترا. لذلك يمكن القول بأن سمك طبقات المجموعة الوسطى يتأرجح بين أقل من ١٠ مترًا و٢٢ مترًا كما فى القطاعات التى تم قياسها فى المنطقة.

بيئة الترسيب للتكوين النوبى:

أنشأ وولثر «J. K. Wolther» فى سنة ١٨٨٨ نظرية تكوين الحجر النوبى كتكوينات لكثبان رملية فى سنة ١٩٠٧، أشار د. جون بول إلى أن ترسيب الحجر الرملى النوبى فى منطقة أسوان بدأ تحت ظروف مياه ضحلة بدليل وجود طبقات الحصى بالقاعدة.

فى سنة ١٩٠٩ انتهى بولن نيوتن R, Bullen Newton إلى أنه من دراسة الحفريات التى جمعت من التكوين النوبى لمنطقة أسوان وجنوب مصر – أنه تم الترسيب تحت ظروف سائدة فى مصبات الأنهار كنتيجة – لما يعتقده – ضروريا لشرح وجود حفريات بحرية ومياه عذبة فى طبقات معينة.

فى سنة ١٩٢٢، أشار ج. س. بارثو إلى أن الحجر الرملى النوبى بالصحراء العربية يظهر كتكوينات أرضية، تتبع تقدم البحر غامرًا لها، مما يمكن معه تحديد عمرها الجيولوجى.

فى سنة ١٩٣٠، ج، كوفييه اعتبر كل تكاوين الحجر الرملى النوبى، ما عدا الحجر الجيرى الحفرى المتداخل، بدون شك ذات أصل رمال رياحية، أى مترسبة بفعل الرياح.

فى سنة ١٩٤٥ ناقش د. نصرى شكرى أسلوب أو طريقة تكوين الحجر الرملى النوبى، بعد عدة ملاحظات حقلية، تشتمل على:

أ- الانتقال إلى أعلى الترسيب من رمل إلى طين إلى حجر جيرى، على مقياس كبير، بصفة خاصة فى الحجر الرملى النوبى الكريتاوى «cretaceous»؛

ب- الامتداد والانتشار الجانبى مع استمرارية الطبقات الرملية على مساحات كبيرة ومع التطابق المنتظم؛

جـ- وجود علامات التموجات المائية بمعامل تموج ٨.٤؛

د- وجود التقاطع الطبقى مثل ما هو موصوف بمعرفة مكى Mckee (عطية ١٩٥٥ ص ٧٩)، بصفائح أفقية ومائلة ٢٦° بالنسبة للمستوى الأفقى؛

هـ- وجود طبقات حصوات الكوارتز المنقولة ذات الشكل المستدير والبيضاوى؛

و- السطح التلامسى المنتظم بين ما قبل الكامبرى والحجر الرملى النوبى؛ لذلك أشار د. شكرى إلى أن السحنة الرملية للحجر النوبى ذات الأعمار المختلفة تمثل رواسب شاطئية وبحرية ضحلة لأرض مستوية هابطة، نافيا إمكانية أصل الرمال الرياحية، أو تكوينها تحت بيئة نهرية، دلتا، مصبات الأنهار، أو بحيرات.

خلال العمل الحقلى (١٩٥٠-١٩٥٢) فى منطقة أسوان، أكدت بعثات المساحة الجيولوجية بعض

ملاحظات د. شكرى وأضافت ملاحظات أخرى كما يلى:

١- السطح القديم لصخور ماقبل الكامبرى (صخور القاعدة) كان شبه مستوى (شبه سهل) إلا فى بعض الأماكن حيث تكون متعرجة لحد ما بحيث أن الأجزاء العالية من صخور القاعدة تبدو كجزر صغيرة فى الماء، الذى ترسبت فيه الطبقات السفلى لصخور الحجر الرملى النوبى. بينما الجزء العلوى من صخور القاعدة تعرض لعوامل التعرية وتحوله إلى كتلة كاولينية، عليها ترسبت صخور الحجر الرملى فى طبقات أفقية ما لم تتأثر بالفوالق.

٢- طبقات الحجر الرملى السفلى غالبًا ما تكون حصوية، الحصوات عبارة عن كوارتز، المستدير أو البيضاوى الشكل، وأقطارها تتغير من زوج من السنتيمترات إلى حوالى ٢٠ سم. وتتكرر طبقات الحصى عند مستويات مختلفة وليست بالضرورة عند سطح التلامس مع صخور القاعدة.

٣- وجود الطبقات ذات التطابق المائى (الكاذب) وخاصة الطبقة الرملية الصفراء بالمجموعة العليا لتكوين الحجر الرملى النوبى - ذات الصفائح الأفقية والمائلة بزاوية قدرها ٢٦° إلى ٣٢° من المستوى الأفقى. هذا النوع من التطابق الكاذب يختلف عما هو موجود فى ترسيبات الرمال الرياحية.

٤- وجود طبقات بالعلامات المتموجة ذات معامل تموج متغير من ٦, ٨ إلى ٧, ١٠.

٥- وجود الحفريات البحرية فى بعض الطبقات وحفريات الماء العذب فى البعض الآخر من الطبقات. مع بقايا النباتات (أوراق وسيقان) ووجودها عمومًا فى بعض الطبقات.

٦- الامتداد الجانبى - بمقياس كبير - للطبقات الرملية وتطابقها المنتظم.

٧- التدرج فى التغيير إلى أعلى - بدرجة كبيرة من رمل إلى طين رملى إلى طين.

من الملاحظات عاليه، تم التوصل إلى النتائج التالية:

أ- قاع تكوين الحجر الرملى النوبى متعرج إلى حد ما.

ب- وجود طبقات الحصى - فى بعض الأحيان تُكوّن طبقات منتظمة - ذات حصى بقطر ٢٠ سم، توضح الترسيب تحت الماء وتنفى أصل الرمال الرياحية المقترحة لتكوين الحجر الرملى النوبى فى المنطقة.

جـ- نوع التطابق المائى (الكاذب) المشاهد فى الطبقات الرملية بالمنطقة يختلف عما هو موجود فى ترسيبات الرمال الريحية.

د- ملاحظة العلامات المتموجة فى الطبقات الرملية بالمنطقة ذات معامل تموج مميز لعلامات متموج المياه؛ معامل تموج علامات الرياح المتموجة يختلف من ٢٠ - ٥٠ وحتى أكبر.

هـ- وجود حفريات المياه العذبة وبقايا النبات (أوراق وسيقان) تشير إلى أن الكتلة الأرضية ليست بعيدة أثناء ترسيب الطبقات الحاملة لها.

و- الامتداد والتطابق لطبقات التكوين النوبى فى المنطقة يوضح ترسيبها تحت الماء واستبعاد تكوينها بالرياح.

ز- التغيير إلى أعلى من رمل إلى طين رملى إلى طين يوضح تقدم البحر وتراجعه.

لذلك يمكننا الاستنتاج بأن تكوين الحجر الرملى النوبى فى منطقة أسوان ليس من أصل رمال رياحية «aeolian origin» كما هو مقترح من بعض

الجيولوجيين السابقين ولكنه ذو أصل بحرى، وأن ترسيب الطبقات بدأ تحت بيئة مياه ضحلة، وأن الأرض لم تكن بعيدة مع تعرض المنطقة للارتفاع والانخفاض.

كما أفاد عثمان محرم، فوزى الرملى، وعبدالعال عامر (١٩٧٠) أن رسوبيات خام حديد أسوان ذات أصل ترسيب بحيرى «sedimentary lacustrine origin».

العمر الجيولوجى لتكوين الحجر الرملى النوبى بمنطقة أسوان:

جذبت صخور الحجر الرملى، فى مصر وشمال السودان، انتباه علماء الجيولوجيا لمعرفة عمر هذه الصخور، التى تغطى مساحات كبيرة من أرض مصر، وتكاد تكون خالية من الحفريات التى يمكن الاستدلال منها على عمر هذه الصخور؛ لذلك نجد جوزيف روسيجر (١٨٣٧) أول من سمى هذه الصخور بالحجر الرملى النوبى «Nubian Sandstone» يعطى لها العمر ترياسك «Triassic»، إلا أنه عاد فى سنة ١٨٤٣ وحدد عمر هذه الصخور بالعصر الطباشيرى بعد اكتشافه حفرية نباتية *Dicotyledonous stems* فى نفس السنة.

سبق روسيجر، عالمان آخران فى تحديد عمر الصخور الرملية بالعصر الطباشيرى، هما: ليفيفر «Lefevre» (١٨٣٩) وإهرنبرج «Ehrenberg» (١٨٤١). ثم تلاهما لارتيت «Lartet» (١٨٦٨) حيث أعطى هذه الصخور عمر العصر الطباشيرى الأوسط أو سينومانى. تلا هذه الفترة اكتشاف حفريات الأصداف البحرية.

فى سنة (١٨٧٦) كوكواند «Coquand» أعطى الحجر الرملى النوبى عمر العصر الطباشيرى الأعلى (دانيان Danian) بعد تعريفه لحفرية *«Ostrea verneuili»* والتى وجدها ديلانوى «Delanoue» فى عينات بئر جنوب إدفو.

فى سنة ١٨٨٣ وضع زيتل «Zittle» الحجر الرملى فى مجموعة سينونيان (عصر الطباشير الأعلى) على ما أوضحته بقايا حيوان زاحف «*Mosasourus mosensis*» والتى وجدها فيجارى بك فى عينات بئر بوادى قنا.

فى سنة ١٩٠٠ وصل بَلَانِكِنهُورنْ إلى نفس النتيجة من تحديد العمر لصخور الحجر الرملى النوبى بعد تعريفه لساق خشب متحجر أطلق عليها اسم *Araucarioxylon (Dadoxylon) aegyptiacum* وجدها فى الحجر الرملى النوبى بمنطقة كوم أمبو وأسوان.

وفى سنة ١٩٠٧، جمع د. هيوم بعض الحفريات من الحجر الرملى النوبى من بئر بأبى رحال – ٤٠ كيلو متر شرق إدفو؛ وهى: حراشف سمك *Lingula* sp., *Septifer cf. lineatus, Lepidotus*، والتى تشير إلى عصر الطباشير الأعلى. وفى نفس السنة أشار هيوم إلى اكتشاف أجزاء من نبات السرخس «fern» بالحجر الرملى النوبى إلى الشمال الغربى بوادى أم قريات كما عرف جزء من ورق النخيل *Weichselia* sp. من العصر الطباشيرى.

فى سنة ١٩٠٢ سجل جون بول العمر لصخور الحجر الرملى النوبى، بعد دراسته لخشب متحجر سيليسى وعينة سيئة الحفظ *Natica* sp.، فى الحجر الرملى النوبى لجبل قارة وواحة كركر.

وفى سنة ١٩٠٧، اكتشف بول حفريتين فى طبقات الحجر الرملى بجوار النهائية الغربية لخزان أسوان، قام بلانكنهورن بتعريفها وهى *Inoceramus cripsi*، وأعطاها عمر العصر الطباشيرى.

فى سنة ١٩٠٩، أعاد نيوتن دراسة الحفريتين لبول التى درسها (١٩٠٧) ومجموعة الحفريات التى جمعت

من الحجر الرملى النوبى بمعرفة هيوم ومِيرِى وكروسويت عند جُوويكُول «Jowikol» على الضفة الشرقية لنهر النيل، ٤٠كم جنوب أسوان. وقد أوضح نيوتن وجود اختلاف فى إحدى الحفريتين التى وجدهما بول وإن كانتا تنتميان للجنس *Inoceramus cripsi* كطراز «نوع» «type species» إلا أن الاختلاف الواضح الموجود – بدون شك – سيفصلان إحداها عن هذا النوع نفسه. لذلك عرفها نيوتن كنوع جديد وسماها *Inoceramus balli*، وهى تنتمى إلى مجموعة حفريات تنحصر فى صخور عصر الطباشير الأعلى، وفى الأغلب عصر كامبانى «Campanian».

قسم نيوتن حفريات جوويكول: الأربعة كأنواع جديدة لحفريات المياه العذبة هى:

Unio crosthwaitei, Unio humei, Matula mycetopides, Unio jowikolensis,

ونوع بحرى *Galeolaria filiformis*

لذلك أصاغ نيوتن العبارات الآتية:

«حقيقة وجود حيوانات بحرية مصاحبة لحفريات المياه العذبة تبدو دليلًا واضحًا لبيئة مصبات الأنهار «estuarine» والتى سادت أثناء ترسيب هذه الطبقات التى ربما قد تكون هذه الأصداف قد جُرفت فى الحالة الميتة – بواسطة فعل النهر إلى البحر المجاور، وهذا يفسر تواجد حفريات المياه العذبة مع حفريات المياه البحرية.

إلى هذا الحد تكون أنابيب الدودة الحلقية ذات اهتمام «annelid tube» فتعريفها إلى *Galeolaria filiformis* يبدو صحيحًا، ورغم كون هذا النوع يمتد على طول العصر الطباشيرى، فإنه يكفى لنعرف وجوده فى مجموعة أَرْيالْيور «Arialyur group» (= Senonian) فى الهند، وفى صخور الواحات البحرية مصاحبة لرخويات السينومانى

(*Exogyra olisiponensis*, etc.).

بالرغم من وجود ٢٥ ميل تفصل الأماكن التى جاءت منها هذه الحفريات، إلا أن طبيعة السحنة متماثلة فى كلا المنطقتين، مما مكن اعتبارها ذات عمر مماثل، وبناءً عليه فإن حيوانات طبقات جوويكول تشتمل على صفات المياه العذبة والبحرية؛ مما يشير إلى أنها من أصل مصبات الأنهار «estuarine origin»، كما يمكن تحديدها لمستوى السينونيان «Senonian horizon».

فى سنة ١٩٢٢، جمع چولى بارثو «J. Barthaux» حفريات نباتات من قطاع للحجر الرملى النوبى إلى شرق أسوان، وقام «P. H. Fritel» بتعريفها إلى عشرين نوعًا. وعلى ما أوضحته هذه الدراسة، أشار بارثو إلى أن صخور الحجر الرملى النوبى بمنطقة أسوان تنتمى إلى طور الأتوريان لعصر الطباشير الأعلى Aturian (Upper Senonian) stage.

فى سنة ١٩٣٢، جمع د. قاداش أثناء عمله فى منطقة شرق أسوان، بعض من عينات ممثلة لرخويات البحر والمياه العذبة من أماكن مختلفة. هذه الحفريات جاءت من طبقات خام الحديد الاقتصادية. بجوار خور الشيبا فى مقابلة نجع الشيبا، ٣كم شمال مدخل وادى أبو عجاج وجد قاداش عدة مطبوعات لأوراق شجر وقطع من الخشب السيليسى، وبعض Unios فى الحجر الرملى الحديدى المتبادل، مع خام الحديد الأوليتى والذى يكوّن قاعدة رواسب الحديد، كشفها فى وادى النيل إلى جنوب خور الشيبا. إلى الغرب من هذا الموقع، وعلى الهضبة الممتدة تجاه وادى النيل، وجد قاداش عددًا كبيرًا من أنواع: *Unio jowikolensis* , *Unio crosthwaitei* على السطح بسبب تعرية صخور الحجر الرملى الحديدى بطبقات ما بين المستوى السفلى

والمستوى العلوى لخام الحديد. وكذلك وجد قاداش بعض القوالب الخارجية الحديدية للجنس Inoceramus، فى الحجر الرملى الحاوى على كتل الحجر الحديدى مباشرة فوق طبقات خام الحديد. كما وجد أيضًا بعض حفريات Exogyras فى طبقات الحجر الرملى العليا بين نجع الخَلَاساب ونجع العجيباب – حوالى ٦ كم شمال محطة سكك حديد أسوان.

من مجموعة الحفريات التى جمعها قاداش والمجموعة التى وصفها نيوتن، انتهى قاداش إلى أن الحجر الرملى النوبى فى منطقة شرق أسوان هو تكوين طور السينونيان لعصر الطباشير الأعلى.

خلال ١٩٥٠-١٩٥٢ – جمعت بعثات المساحة الجيولوجية بعض الحفريات من منطقة شرق أسوان وهى وإن كانت سيئة الحفظ، إلا أنه أمكن التعرف منها على بعض الأنواع، وتشمل على:

١ - حفريات رخوة Lamellibranchs ، منها *Pleiodon* sp., *Inoceramus* sp.، ... إلخ.

٢ - طبعات أوراق نباتات وخشب سيليسى.

مجموعة الحفريات التى وجدتها بعثات المساحة الجيولوجية، رغم كونها سيئة الحفظ، إلا أنها تشبه تلك التى جمعت بمعرفة د. قاداش والتى عرفها نيوتن. وبناء عليه وفى مثل هذه الحالة، يمكننا أن نتفق أن العمر الجيولوجى هو سينونيان (الطباشير الأعلى) الذى أعطاه نيوتن لصخور الحجر الرملى النوبى، والذى أيده قاداش Sennonian of Upper Cretaceous .

فى الدراسات الحديثة على الجزء الجنوبى الغربى لمصر، تم تقسيم صخور الرمل والصخور الحطامية إلى تكوينات مختلفة قليلا ما تتفق، ولكن فى مجموعها تتفق قليلاً فى العمر من الكامبرى إلى الكاربونى؛ حيث جاءت الصخور الرملية لتكوين الجلف على قمة الباليوزويك (للعمر الكاربونى)، وتكوين عَرَبَة أسفل الترسيبات الحطامية فوق صخور القاعدة (للعمر الكامبرى).

أشار زغلول وآخرون (١٩٨٣) فى مقالة «عن اكتشاف أثر حفرية *Bifungites* فى سحنة صخور الرمل النوبى بمنطقة أسوان إلى أن «طابع الجنس بَيْفَنْجَايَتْس ichnogenus *Bifungites* لها مدى جيولوجى من الكامبرى إلى فجر الميسيسبى. فإذا قبلنا المدى الجيولوجى لطابع جنس البيفنجايتس، فإن زمن الحياة القديمة (الباليوزويك) – على الأرجح ما قبل الكربونى – يمكن أن نقترحه لبعض أجزاء الصخر الرملى النوبى لمنطقة أسوان. وهذه تشمل المجموعة السفلى ومعظم المجموعة الوسطى (شاملا طبقات خام الحديد الأوليتى).

وتجدر الإشارة هنا إلى أن الترسيبات الحطامية القارية استمرت حتى أواخر عصر الباليوزويك، وهذا يتضح من وجود بقايا النبات للعصر الكربونى بمنطقة العوينات.

العمر والتركيب الجيولوجى لمنطقة شرق أسوان

لقد تعرضت الصخور النارية والمتحولة على مدى العصور المختلفة لضغوط وإجهادات عنيفة. كما تعرضت الرسوبيات القديمة فى العصور المبكرة لقوى ديناميكية أدت لتحويلها إلى الطين الصفائحى، وهو ما يطلق عليه شيست – وفى أجزاء – إلى النايس عند تعرضه للحرارة، بصفاتها المميزة ذات التركيب الصفائحى، بالإضافة إلى إجهادات وضغوط أخرى تسببت فى تغيير جزء كبير من الكتلة النارية والبركانية

إلى صخور النايسوز والنايس. علاوة على ذلك لقد أدت الإجهادات الأخيرة إلى استرسابات صغيرة شاملة العروق والسدود المختلفة.

لقد أعطيت الصخور النارية والمتحولة بمنطقة شرق أسوان عصر ما قبل الكامبرى، رغم كون صخور الحجر الرملى تعلوها والتى تنتمى لعصر الطباشير الأعلى. خلال هذه العصور الطويلة – ما بين ما قبل الكامبرى وعصر الطباشير – تسببت الحركات الأرضية فى رفع المنطقة مما أدى إلى تعرض المنطقة إلى عوامل التعرية، التى أثرت على سطح المنطقة لفترة طويلة. ثم غمر بحر العصر الطباشيرى المنطقة مرسِّبًا تكوينات الحجر الرملى النوبى المختلفة. وبعد ترسيب الحجر الرملى النوبى حدثت حركة هبوط للمنطقة، استمرت طول بقاء عصر الإيوسين (حوالى ٣٥ مليون سنة).

حوالى نهاية حقب الإيوسين، حدثت حركة رفع عظيمة تبعتها حركات أرضية ضخمة وإنهيارات. لهذه الفترة الأخيرة من الانهيارات تنتمى معظم الفوالق الموجودة فى المنطقة. ولكن بعض الفوالق التى أثرت على الصخور النارية والمتحولة قد تكون حدثت منذ فترة طويلة قبل فترة الانهيارات الأخيرة هذه – أى ما قبل عمر الحجر الرملى النوبى.

التركيب الجيولوجى لمنطقة شرق أسوان:

كل المناطق التى تغطيها طبقات الحجر الرملى النوبى تكاد تكون مستوية السطح. هذه الطبقات إما أن تكون أفقية أو تميل بزاوية صغيرة، وتتراوح درجة الميل هذه بين ٣° و١٠° فى اتجاه الشمال والشمال الغربى غالبًا، وأحيانًا تميل إلى الشمال الشرقى أو الشرق، أو الغرب، ولكن نادرًا ما تكون فى اتجاه الجنوب. أما الميول شديدة الانحدار، فإننا نجدها فى المناطق المجاورة للفوالق فقط؛ حيث تصل إلى ٢٠° وغالبًا ٣٠° أو ٤٠°. وفى الحالات الشاذة قد تصل درجة الميل ٥٠° أو ٦٠°. بعيدًا عن الفوالق تنبسط درجة الميل.

أ- الطيات

فى منطقة شرق أسوان تعرضت طبقات الحجر الرملى النوبى لعمليات طىّ خفيف، أدت إلى تكوين عدة طيات محدبة ومقعرة بسيطة منبسطة، ولكنها تمتد لمسافات طويلة (صورة -٢). معظم الطيات بالتالى قد تكسرت عند أجزاء من أطوالها أدت إلى وجود فوالق. هذه الطيات أو الانثناءات المنبسطة تميزت لذلك بفوالق مفصلية (hing - faults).

فى بعض المناطق، عوامل التعرية والتآكل اشتد تأثيرها على امتداد محور الطيات المحدبة مكونة وديان. وفى هذه الأماكن نلاحظ طبقات الحجر الرملى النوبى تميل فى اتجاهات متضادة على جانبى هذه الوديان، تتقابل امتداداتها عند محور التحدب.

ب- الفوالق

توجد أعداد كبيرة من الفوالق تقطع تكوين الحجر الرملى النوبى بمنطقة شرق أسوان. معظم هذه الفوالق عادية ذات مستوى عمودى؛ مضربها مستقيم عمومًا، وقد تكون متوازية – مكونة منخفضات طويلة ضيقة فى بعض الحالات – أو قد تكون متقطعة؛ وأيضًا قد تكون متصلة أو متفرعة. بعض مضارب الفوالق متموج أو متعرج مع تغيير اتجاه المرمى.

فى معظم الأماكن، نجد الفوالق الرئيسية هى السبب فى ظهور طبقات خام الحديد، حيث إن هذه الفوالق هى التى أدت إلى ظهور المجموعة الوسطى من

تكوين الحجر النوبى، والتى يوجد بها طبقات خام الحديد. ولقد أشرنا عاليه أن ميل طبقات الحجر الرملى النوبى تكون شديدة الانحدار فى المناطق المجاورة للفوالق، وتنبسط درجة الميل أو تقل، كلما بعدنا عن مضرب الفوالق. تمتد الفوالق لمسافات قد تقصر أو تطول؛ فأطولها قد تتغير من ½ كم إلى ما يزيد عن ٢٠كم. منطقة الفوالق تمتد فى اتجاه شمال – جنوب، وأيضًا فى اتجاه شمال شمال غرب – جنوب جنوب شرق. والبعض الآخر يأخذ اتجاه شمال غرب – جنوب شرق، واتجاه شرق – غرب، والقليل منها يأخذ اتجاه شمال شمال شرق – جنوب جنوب غرب. والقلة منها يأخذ اتجاه غرب شمال غرب – شرق جنوب شرق، واتجاه شمال شرق – جنوب غرب. القليل جدًّا من هذه الفوالق يمتد فى اتجاه شرق شمال شرق – غرب جنوب غرب.

مستويات الفوالق عمومًا تكون عمودية، البعض نجده شديد الانحدار بدرجة ميل تتراوح ما بين ٧٠° و٨٠°. بعض مستويات الفوالق فى الركن الشمالى الشرقى من المنطقة نجد بها عروق الباريت.

بعض الفوالق ذات مرمى كبير والبعض الآخر ذات مرمى صغير، يتغير مرمى الفوالق بالمنطقة بدرجة متباينة قد تصل إلى ٥٠ مترا. ليس من السهل تحديد مرمى الفوالق. إلا أن طبقات خام الحديد، فى بعض الأماكن، تستخدم كمستوى تحديد «key horizon» لتوقيع الفوالق على الخرائط وتحديد إزاحتها بالضبط. وعلى كلٍّ ففى معظم الحالات لا يمكن تتبع طبقة الحديد على جانبى الفالق؛ فى هذه الحالة لا نستطيع تحديد مقدار مرمى الفالق. ونظرًا لتشابه الطبقات فوق وتحت طبقة الحديد جعل من الصعب تحديد مرمى الفالق بالضبط.

أنماط رواسب خام الحديد فى منطقة شرق أسوان

فيما يلى أنماط رواسب خام الحديد فى المنطقة حسب ترتيب نسبة الحديد:

١- حجر رملى حديدى Ferruginous sandstone

٢- كتل حجرية حديدية Ferruginous concreations

٣- خام الحديد الأوليتى (البطروخى) - Olitic Iron Ore

١- الحجر الرملى الحديدى

يتميز هذا النوع بتعدد الألوان بين الأحمر والبنى، أو رصاصى غامق؛ ناعم إلى متوسط الحبيبات؛ صلد ومدمج أو ناعم وسهل التفتيت. فى بعض المناطق، يكون الحجر الرملى الحديدى طينيًّا أو تتخلله طبقات رفيعة من الطين الحديدى.

الحجر الرملى الحديدى نراه دائمًا مصاحبا لخام الحديد الأوليتى؛ فأحيانًا نجده أسفله وأحيانًا أخرى نجده يعلوه، ولكن فى بعض الأحيان نجده يتخلل طبقتين من الحديد الأوليتى. فى مناطق كثيرة، نجد الحجر الرملى الحديدى يغطى خام الحديد الأوليتى وبهذا يعمل كغطاء حماية فيحمى خام الحديد من التآكل بالتعرية.

قد يحتوى الحجر الرملى الحديدى على كمية محدودة من حديد هيماتيتى غير متبلورة أو حتى هيماتيت أوليتى، لذلك نجده فى مواقع عديدة يتحول الحجر الرملى الحديدى إلى خام الحديد الأوليتى.

تم إجراء تحاليل عديدة لعينات مختلفة للحجر الرملى الحديدى بمعرفة باحثين مختلفين، سنورد منها نموذجين:

جدول رقم (٣): التحاليل الكيميائية لعينات الحجر الرملى الحديدى بمعرفة د. فاداش[1] (عطية-١٩٥٥)

رقم العينة	Fe_2O_3	Fe	$Si O_2$	$Mn_2 O_3$	$P_2 O_5$	$H_2 O$	$Al_2 O_3$	$Ti O_2$	Ca O
١	٥٤,٢٤	٣٧,٩٤	٢٦,٣٢	٠,٧٥	٠,٠٥	٥,٠	١٠,٢٠	٠,٥٠	٢,٩٤
٢	٣١,٠٤	٢١,٧٤	٤٥,٤٢	٠,٧٠	٠,٢٢	٠,٠٨	١٢,٥٠	٠,٢٣	٥,٧٢
٣	٤٤,٦٢	٣١,٢١	٣٨,٠٦	٠,٠٥	٠,٠٣	٣,٧٧	٩,٣٦	٠,٣٥	٣,٧٦
٤	٣٩,٩٦	٢٧,٩٥	٥٠,٢٤	٠,٠٢	٠,١٢			٠,٠٥	
٥	٤٠,٦٦	٢٨,٤٤	٤٣,٨٢	٠,١٢	٠,٠٨	٤,١٣	٨,٥٤	٠,٣٠	٢,٣٥
٦	٣٢,٠٠	٢٢,٣٨	٥٣,٨٢	٠,٠٣		٢,٨٢	٦,٩٦	٠,٤٠	٠,٩٢
٧	٤٩,٨٨	٣٤,٨٩	٤٠,٧٤	٠,٠٣	٠,٠١				
٨	٣٣,٠	٢٣,٠٨	٥٨,٩٤		٠,٠٤				
٩	٤٢,٨٢	٢٩,٩٥	٤٠,٠٦	١,٣٥	٠,٠٦				
١٠	٣٠,٠٦	٢١,٠٣	٥٦,٣٠						
١١	٥٠,٦٤	٣٥,٤٢	٤١,٢٨		٠,٠٨				
١٢	٤٣,٠	٥٠,٠٨	٤٧,٣٢						
١٣	٣١,٦٤	٢٢,١٣	٥٨,٥٦	٠,٠٢	٠,٠٢			١,٠٦	
١٤	٣٦,٩٠	٢٥,٨١	٥١,١٠					٠,٥٨	
١٥	٤٦,٤٢	٣٢,٤٧	٣٧,٦٢	٠,٢٦	٠,٠٦				

هذه العينات أخذت من مناطق مختلفة: جنوب شرق الكتابات الفرعونية، مدخل خور العقبة، الجانب الشمالى والجنوبى لوادى أبو صبيرة، غرب وجنوب منطقة جبل تمساح، جنوب شرق منطقة العقبة.

(١) لمعرفة مواقع عينات التحليل فى الجدول، انظر عطية ١٩٥٥.

جدول رقم (٤): التحاليل الكيميائية لعينات الحجر الرملى الحديدى بمعرفة رولاند[١] (عطية-١٩٥٥).

رقم العينة	Fe	$Si O_2$	Mn	P	Ca O	Mg O	$Al_2 O_3$	S	$Ti O_2$	فاقد بالحريق
١	٢٤.٠	٤٧.٥٠	٠.٠٩	٠.٢٧	٢.١٢	١.٤٥	٦.٩٠	٠.٠٨	٠.٧٨	٦.٠
٢	٤٩.٢٩	٩.٥٠	١.٠٣	١.٢٦	٤.٤٤	١.٠٩	٣.٧٣	٠٩.	٠.٢٦	٥.٧٦
٣	٣٧.٨٦	١٦.٣٩	١.٣٠	٢.٩١	٨.٦٠	١.٥٦	٤.٠١	٠.٠٣	٠.٠٣	٥.٩٥
٤	٤٤.٤٤	١٣.٣٥	٠.٩٠	٠.٦٤	٣.١٠	١.٨١	٦.٩٨	٠.٠٧	٠.٢٦	٧.٧٩
٥	٢٠.٤٧	٥٨.٧٠	٠.٠٩	٠.٩١	٠.٥٥	٥.٥٩	٠.٠٣	٠.٠٣	٠.٩١	٢.٨٠
٦	٢٤.٩٧	٥٣.٧٠	٠.٠٧	٠.٤٨	١.٣٢	٠.٥٦	٤.١٩	٠.٠٨	٠.٤٠	٢.٣٧
٧	١٤.٩١	٥٣.٣٨	٠.٠٩	٠.٢١	٠.٩١	١.٣٠	٧.٥٠	آثار	٠.٢٢	٤.٢٥
٨	٣٥.٩٦	٣٢.٥٨	٠.٠٩	٠.٨٦	٤.٩٦	٠.١٤	٣.٨٩	آثار	٠.٣٠	٤.٢٠
٩	٤٤.٥٩	١٩.٩٤	١.٤٤	٠.٧٤	٢.٩٣	٠.٢٢	٣.٦٢	٠.٠٤	٠.٢٢	٥.٠
١٠	٣٠.٠٩	٣٩.٧٨	٠.١٨	٠.٨٠	٣.٢٤	١.٣٠	٥.٦٦	٠.٠٥	٠.٣٨	٣.٢٦

هذه العينات أخذت من مناطق: جنوب شرق وجنوب غرب منطقة العقبة، شمال غرب ووسط وشمال منطقة جبل التمساح، الجانب الجنوبى لوادى أبو صبيرة.

من التحاليل عاليه يمكن استخلاص معدل التغيير فى نسبة الحديد، سيليكا، فوسفور، كبريت كما يلى:

حديد Fe تتغير من ٢.٠٪ إلى ٤٩.٢٩٪

سيليكا $Si O_2$ تتغير من ٩.٥٪ إلى ٩٥.٣٠٪

فوسفور P تتغير من ٠.٠٠٤٪ إلى ٢.٩١٪

كبريت S تتغير من -٪ إلى ٠.٨٨٪

(١) لمعرفة مواقع عينات التحليل فى الجدول انظر عطية ١٩٥٥.

يوضح الجدول عاليه التغير الكبير فى نسبة: الحديد والسيليكا والفوسفور مع وجود الكبريت. وعلى العموم فإن نسبة الحديد منخفضة بينما نجد نسبة السيليكا عالية. كما يمكن اعتبار بعض من الحجر الرملى الحديدى والمحتوى على الهيماتيت فى الحالة غير البللورية أو فى الحالة الأوليتية، كخام حديد منخفض الدرجة. وبأى معدل فإن الحجر الرملى الحديدى لا يمكن اعتباره خام حديد – على الأقل – فى الوقت الحاضر.

٢- الكتل الحجرية الحديدية

هذه الكتل الحجرية الحديدية توجد أساسًا فى الحجر الرملى للمجموعة الوسطى بتكوين الحجر الرملى النوبى. لونها بنى غامق أو تكاد تكون سوداء اللون؛ توجد فى شكل عقد كروية، يتراوح قطرها من ½ إلى ٥سم، أو تكون على هيئة قضبان مستطيلة ذات أحجام مختلفة. صلد ذو تركيب كثيف، عادة يكون متشعبا.

ونظرًا لسهولة تعرية الحجر المحتوى على هذه الكتل الحديدية، ونظرًا لمقاومة هذه الكتل الحديدية لعوامل التعرية، فإننا غالبًا ما نجدها متجمعة فى أماكن بكميات كبيرة تضفى على سطح الأرض اللون الأسود.

وفيما يلى تحاليل عينتين من هذه العقد الكروية الحديدية بمعرفة فاداش (عطية ١٩٥٥).

جدول رقم (٥)

	عينة -١	عينة -٢
أكسيد حديديك Fe_2O_3	٪٥٨,٨	٪٥٢,٢٤
حديد Fe	٪٤١,١٣	٪٣٦,٥٤
سيليكا SiO_2	٪٣٤,٢٢	٪٣١,٠٨
أكسيد منجنيز Mn_2O_3	٪٠,٤٢	٪٠,١٢
خامس أكسيد الفوسفور P_2O_5	-	٪٠,٣٠
فاقد المياه H_2O	٪٣,٥١	٪٧,٣٠

- العينة -١، عقدة كبيرة من وادى أم عودى.
- العينة -٢، عقدة صغيرة من جبل تمساح.

لقد أوضحت التحاليل عاليه انخفاض نسبة الحديد وارتفاع نسبة السيليكا فى الكتل الحديدية. إلا أنه يمكن القول بأن نسبة الحديد فى هذه الكتل الحديدية – على وجه العموم – أعلى منها فى الحجر الرملى الحديدى. وعلى الرغم من ذلك لا يمكن استخدام الكتل الحديدية كخام حديد فى الوقت الحاضر؛ وذلك لكونه موجودًا على هيئة صخر مجروف بفعل السيل وكمياته المحدودة.

٣- خام الحديد الأوليتى:

يعتبر خام الحديد الأوليتى الخام الرئيسى ذا قيمة اقتصادية فى منطقة شرق أسوان؛ فهو إلى حد ما الأكثر أهمية كراسب خام حديد فى مصر حتى سنة ١٩٥٥، حيث لم يكن بعد قد اكتشف كاتب هذا البحث خام حديد منطقة الجديدة (٢١/ ٩/ ١٩٦١) شمال شرق الواحات البحرية، وهو الأغنى والأكثر كمية كخام حديد فى مصر حتى الآن.

خام الحديد الأوليني مدمج، أحمر غامق، هيماتيت أوليتي (أكسيد الحديد الأحمر Fe_2O_3). وهو مكون من حبيبات الهيماتيت الأحمر الكروية والبيضاوية، يمكن رؤيتها بالعين المجردة وتختلف فى حجمها فى العينات المختلفة وحتى فى نفس العينة الواحدة. ففى بعض العينات تجد قطرها يتراوح بين ٠.٣ و ١.٢ ملليمتر، ولكن غالبًا ذات قطر ٠.٧ مم فى البعض الآخر من العينات تتراوح أقطارها بين ٠.٤ و١.٦ مم، إلا أن القطر الغالب هو ١.٢ مم. مادة تماسك هذه الحبيبات بعضها البعض هى مادة هيماتيتية غير بللورية.

اللون الأحمر الجميل للهيماتيت لا يتغير بالسحق. فقوة تلوينه عظيمة جدًا. فالسطح المغطى بمسحوق الهيماتيت، عندما يفرك أو يحك بظهر ظفر الإصبع أو بمعدن مصقول، يكسب السطح لمعانًا كاللون الأزرق المعدنى. من صفات صفائحها الدقيقة، يتضح أن مسحوقها له قوة لصق عظيمة، لدرجة أن مادة الصنبور – رغم قوة اندفاعه – لا يمجوها من سطح الزجاج، ولكىّ تُمحى يجب أن تفرك أو تحك أو باستعمال الصابون.

لقد أشرنا سابقًا أن رواسب خام الحديد الأوليتى تنحصر فى المجموعة الوسطى لتكوين الحجر الرملى النوبى، كما أن هذه المجموعة الوسطى تبدأ عند قاعها بظهور طبقة خام الحديد الأوليتى للمستوى – أ، تتبعها طبقة من الحجر الرملى ذى العلامات المتموجة. يعلوها طبقة الطفلة الحرارية أو ما يكافئها؛ تليها طبقة أو أكثر من خام الحديد الأوليتى للمستوى – ب، تفصلها عن بعضها الحجر الرملى الحديدى. هذه المجموعة الوسطى تنتهى بطبقات قليلة من الحجر الرملى المختلفة.

وفيما يلى بعض التفاصيل عن هذين المستويين وطبقات خام الحديد الأوليتى بهما:

المستوى السفلى – أ

يوجد خام الهيماتيت الأوليتى للمستوى – أ السفلى: فى وادى أبو عجاج، فى الجزء الجنوبى لوادى عويرشه، وفى وادى بيضا أم حكيان وفى المنطقة شرق وادى علاوى.

- سمك طبقة الهيماتيت فى منطقة وادى النيل عند مدخل وادى أبو عجاج يصل إلى ٣٠سم، وفى مكان آخر من نفس المنطقة يزيد حتى يصل السمك إلى ٢.٥ مترًا.
- فى منطقة وادى أم عش، يوجد حديد المستوى – أ فى أماكن عدة حيث يتراوح السمك بين ١٥سم و٧٠سم، ومتوسط السمك حوالى ٣٣ سم.
- فى منطقة رأس العقبة، توجد طبقة حديد المستوى – أ فى أماكن كثيرة، بتغير سمكها من ٢٠ سم إلى ٧٥سم؛ ومتوسط السمك ٤٠سم.
- فى منطقة جبل تمساح، توجد هذه الطبقة فى أماكن عدة. يتغير سمكها بين ٢٠سم و٥٠ سم؛ ومتوسط السمك ٣٦ سم.
- فى الجزء الأوسط لمنطقة وادى عويرشه، توجد الطبقة فى خمسة مناطق فقط، يتغير سمكها من ٢٠سم إلى ٨٠سم؛ ومتوسط السمك ٣٢ سم.

مما سبق يتضح أن طبقة خام الحديد الأوليتى للمستوى السفلى – أ تنحصر فى رقعة محددة وليس مستمرة. كما يمكن ملاحظة سمكها نادرًا ما يزيد عن ٥٠سم؛ فى معظم الحالات يتغير من ١٥سم إلى

٨٠ سم، ومتوسط السمك يتأرجح بين ٣٢ سم و٤٠ سم. وحقيقة كون هذه الطبقة تنحصر فى رقعة معينة وليست مستمرة ورفيعة عمومًا قد تقف فى سبيل استغلالها. فى هذا المجال، يمكن الإشارة إلى أن طبقة خام الحديد الأوليتى -أ قد تحرز سمكا كبير نوعًا ما حوالي ٢,٥ مترا عند نقطة بالجانب الشمالى لوادى أبو عجاج بالقرب من مدخله فى منطقة وادى النيل. مثل هذا السمك للطبقة-أ لم يوجد أبدًا فى أى مكان آخر فى كل المناطق.

المستوى الأعلى - ب

هذا المستوى يعتبر الأهم، حيث يشتمل على طبقتين وأحيانًا ثلاث طبقات من الهيماتيت الأوليتى والتى تفصلها طبقات الطين أو الحجر الرملى.

تنتشر طبقات الهيماتيت الأوليتى للمستوى الأعلى -ب، أكثر بكثير من المستوى السفلى-أ. طبقات هذا المستوى الأعلى توجد فى جميع المناطق التى يظهر فيها رواسب خام الحديد. فى منطقة وادى النيل يشتمل المستوى الأعلى على طبقتين من خام الحديد الأوليتى. علي الجانب الشمالى لمنطقة وادى أبو صبيرة، توجد طبقة واحدة من خام الحديد الأوليتى؛ بينما على الجانب الجنوبى للوادى، هذا المستوى يشتمل على طبقتين من الخام الأوليتى.

- فى منطقة جبل أم برميل توجد طبقة واحدة من خام الحديد الأوليتى فى هذا المستوى.
- أما فى منطقة وادى أبو عجاج، هذا المستوى الأعلى يحتوى على طبقة واحدة من الخام الأوليتى؛ ولكن فى أربعة أماكن من هذه المنطقة نجد ثلاث طبقات من خام الحديد الأوليتى.
- فى منطقة وادى أم عِشْ، هذا المستوى يحتوى على طبقة واحدة فقط من الخام الأوليتى.
- وفى منطقة رأس العقبة، هذا المستوى يشتمل على طبقة واحدة من خام الحديد الأوليتى، ولكن فى بعض الأماكن توجد طبقتان وحتى ثلاث طبقات من الخام الأوليتى.
- فى منطقة جبل تمساح، يحتوى المستوى -ب على طبقة واحدة من الخام الأوليتى فى أماكن عدة ولكنها تحتوى على طبقتان من خام الحديد الأوليتى فى أماكن أخرى كثيرة.
- فى منطقة أم عودى، هذا المستوى عادة يشتمل على طبقة واحدة من الخام، ولكن فى ثلاث أماكن من المنطقة فإنها تشتمل على طبقتين من الخام.
- فى الجزء الشمالى لمنطقة وادى العويرشه، توجد طبقة واحدة من الخام، ولكن فى أربع أماكن فإنه يشتمل على طبقتين من الخام الأوليتى. وأيضًا فى الجزء الأوسط والجنوبى من الوادى.
- وكذلك فى مناطق: وادى بيضا أم حقبان، وادى علاوى، وجبل دهيس؛ توجد طبقة واحدة من الخام عادة، ولكن فى مناطق أخرى توجد طبقتان من خام الحديد الأوليتى.

وبناء عليه يمكن القول بأن طبقات الخام الأوليتى للمستوى الأعلى -ب ذات انتشار واسع ومستمرة إلى حد ما فى كل المنطقة.

يختلف السمك الكلى للهيماتيت الأوليتى بالمستوى الأعلى من ١٠ سم إلى ٣.٥مترا؛ متوسط سمكها – فى المناطق المختلفة – يتراوح بين ٢٨ سم و١.٤٨ مترا.

ملاحظات هامة:

١- يوجد خام الحديد الأوليتى دائمًا أينما توجد مكاشف طبقات المجموعة الوسطى لتكوين الحجر الرملى النوبى، كما متوقع أيضًا وجودها تحت طبقات المجموعة العليا لتكوين الحجر الرملى النوبى؛ وهذا ما أكدته نتائج حفر الآبار.

٢- فى مناطق تغطيها طبقات المجموعتين الوسطى والعليا لتكوين الحجر الرملى النوبى، قد نجد خام الحديد الأوليتى عند سطح الأرض أو يوجد على عمق بسيط أو عميق؛ تبعا لسمك طبقات الغطاء وحسب تضاريس الأرض.

٣- يقل سمك خام الحديد الأوليتى فى اتجاه الجنوب كلما اقتربنا من مكاشف الصخور النارية والمتحولة. كما يبدو أنها تقل سمكا أيضًا فى اتجاه الغرب؛ وهذا يتضح من الحقيقة التى أشرنا إليها سابقا عند دير سمعان (سانت سيمون) على الضفة الغربية لنهر النيل فى مقابلة مدينة أسوان، حيث يوجد فقط حجر حديد أوليتى ومغرة ولا يوجد آثار من خام الحديد الأوليتى. إلى الشمال نتوقع أن نجد خام الحديد الأوليتى تحت طبقات المجموعة العليا لتكوين الحجر الرملى النوبى.

٤- فى أماكن عدة، حيث يظهر خام الحديد الأوليتى على سطح الأرض، وبذلك يكون معرضا لعوامل التعرية إلى أبعد حد حتى إن أجزاء منه قد تآكلت وأزيحت نهائيًا. وفى أماكن كثيرة عندما يكون الغطاء الصخرى لخام الحديد الأوليتى لا يزيد عن أربعة أمتار، فإن الخام يمكن أن يستخرج بطريقة المنجم المفتوح.

٥- سمك وانتشار طبقات خام الحديد الأوليتى يتغير كثيرًا. طبقة المستوى السفلى –أ تنحصر فى رقعة محددة وليست مستمرة؛ سمكها نادرًا ما يزيد عن ٥٠سم، ومتوسط سمكها يختلف من ٣٢ سم إلى ٤٠سم. طبقة أو طبقات المستوى الأعلى – ب توجد فى رقعة أوسع ومستمرة أو منتشرة نوعا ما، أقصى سمك لها ٣.٥ مترا ومتوسط السمك يتراوح بين ٢٨سم و١.٤٨ مترا.

لذلك تجدر الإشارة إلى أن خام الحديد الأوليتى فى منطقة شرق أسوان لا يوجد على هيئة طبقة واحدة متجانسة، ولكنه يوجد فى طبقات رفيعة (bands) نسبيًا بالمقارنة مع رواسب خام الحديد المعروفة فى أماكن أخرى بالصحراء الغربية.

التركيب الكيميائى لخام الحديد الأوليتى:

لقد بدأ اهتمام الحكومة المصرية بالتركيب الكيميائى لخام الحديد الأوليتى بمنطقة شرق أسوان فى سنة ١٩٢٢. ففى ٢٢ فبراير ١٩٢٢، أرسلت مصلحة المناجم عينتين من خام الحديد الأوليتى إلى معامل التحليل الحكومية لتحليلها. وكانت نتائج التحليل كالآتى[1] (عطية – ١٩٥٥):

(١) موقع العينات لم يذكر

	عينة-١	عينة-٢
حديد Fe	٪٥٥.٢	٪٣٨.٦
منجنيز Mn	٪٠.٤	٪١.٣
سيليكا $Si O_2$	٪١٨.٦	٪٣١.٠

- فى ٢٦ فبراير ١٩٢٢، أرسلت مصلحة المناجم عينة من خام الحديد الأوليتى إلى السادة: G. T. Holloway & Co. Ltd. بلندن للتحليل. وكان التحليل للعينة (تجفيف هواء) كالتالى:

حديد Fe	٪٤٤.٨٨	مكافئ إلى أكسيد حديديك $Fe_2 O_3$	٪٦٧.١٧
سيليكا $Si O_2$	٪٢٢.٥٣		
منجنيز Mn	آثار	مواد غير ذائبة	٪٢٦.٠٥

- فى مايو ١٩٣١، أرسلت عينة من خام الحديد الأوليتى للدكتور ديتمان Dr. Dittman بألمانيا للتحليل الكامل. جففت العينة عند ١١٠°م، وكانت النتائج كالتالى[1]:

أكسيد حديديك	$Fe_2 O_3$	٨٨.٣٢	تعطى حديدًا كليًّا (Fe) ٪٥٦.٥٨	
أكسيد حديدوز	Fe O	٠.٥٢		
أكسيد ألومنيوم	$Al_2 O_3$	٣.٣٢		
أكسيد سيليكون	$Si O_2$	١١.٨٩		
منجنيز	Mn	٠.١٩	كبريت	S آثار
أكسيد كالسيوم	Ca O	٠.٢٥	زرنيخ	As -
أكسيد ماغنسيوم	Mg O	٠.٦٠	أكسيد رصاص	Pb O -
خامس أكسيد الفوسفور	$P_2 O_5$	٠.١٥	أكسيد نحاس	Cu O -
أكسيد تيتانيوم	$Ti O_2$	٠.١٨	أكسيد زنك	Zn O -
فاقد عند الحريق		٢.٢٨		
المجموع		٩٩.٩٠		

(١) موقع العينات لم يذكر

وفى نفس الوقت (مايو ١٩٣١)، أرسلت مصلحة المناجم عينة لخام الحديد الأوليتى من محجر المغرة على الجانب الشمالى لوادى علاوى إلى السادة بلندن لتحليلها تحليلاً كاملاً[1]. وكانت النتائج كما يلى:

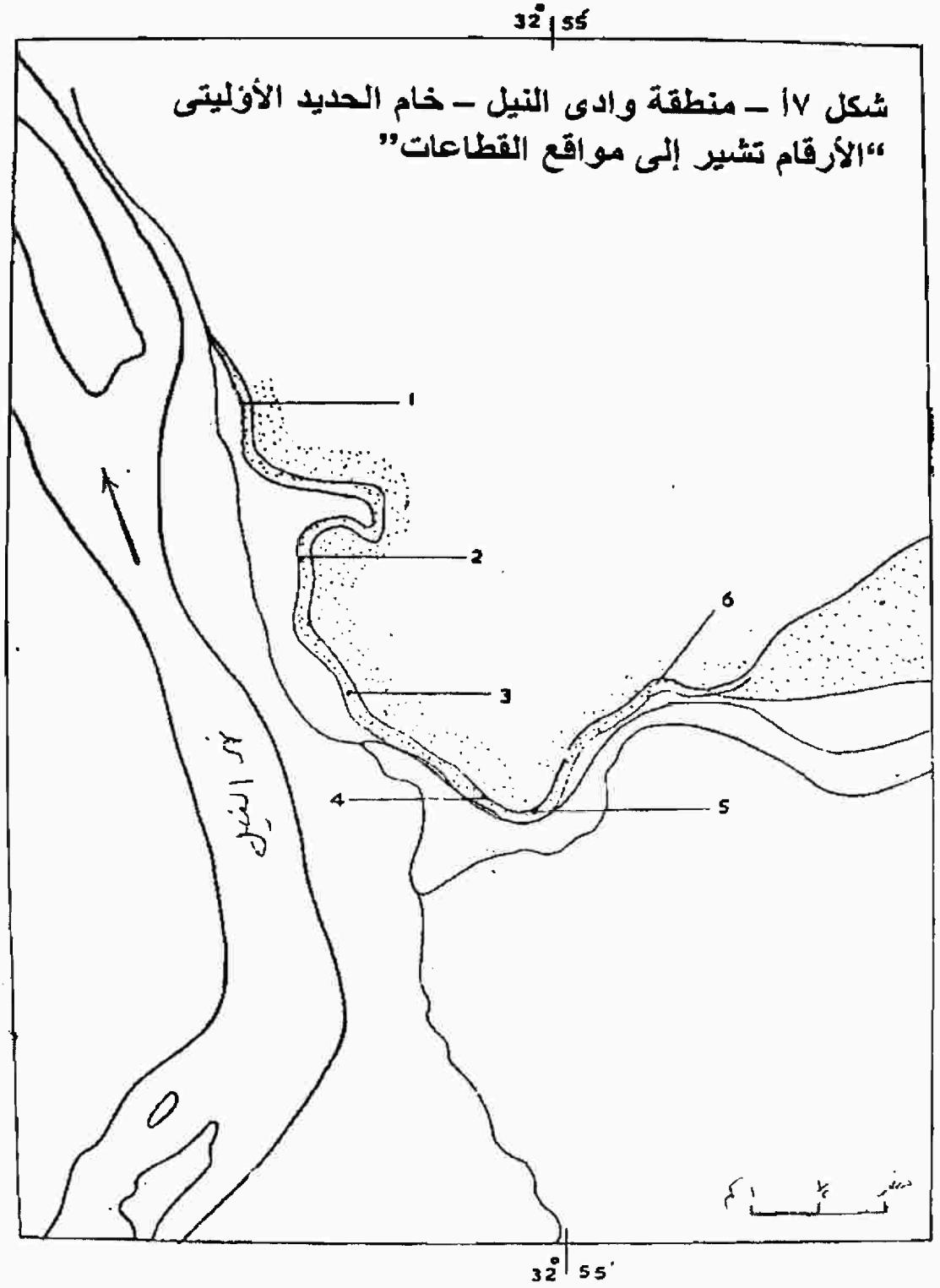
		٪			
أكسيد الحديديك	Fe_2O_3	٧٤.٥٩	مكافئ إلى حديد كلى (Fe)		٥٢.١٦٪
سيليكا	SiO_2	١٢.١٨			
أكسيد الألومنيوم	Al_2O_3	٦.٢١			
خامس أكسيد الفوسفور	P_2O_5	١.٦٠			٪
أكسيد التيتانيوم	TiO_2	٠.٢٥	فوسفور	P	٠.٧٠
أكسيد المنجنيز	MnO	٠.٢٥	كبريت	S	٠.٠٧
أكسيد الكالسيوم	CaO	٢.٩٥	ثالث أكسيد الكبريت	SO_3	٠.١٨
أكسيد الماغنسيوم	MgO	٠.٧٢	الفاقد من الماء وغير محدد		١.٠٧

فى نهاية مارس ١٩٣٢، أرسلت مصلحة المناجم خمسة عينات من خام الحديد الأوليتى إلى السادة G. T. Holloway & Co, Ltd. بلندن لتحديد نسبة الحديد فى كل عينة. الأربع عينات الأولى أخذت من الجزء الجنوبى لمنطقة رأس العقبة، والخامسة من الضفة اليسرى لوادى أبو صبيرة.

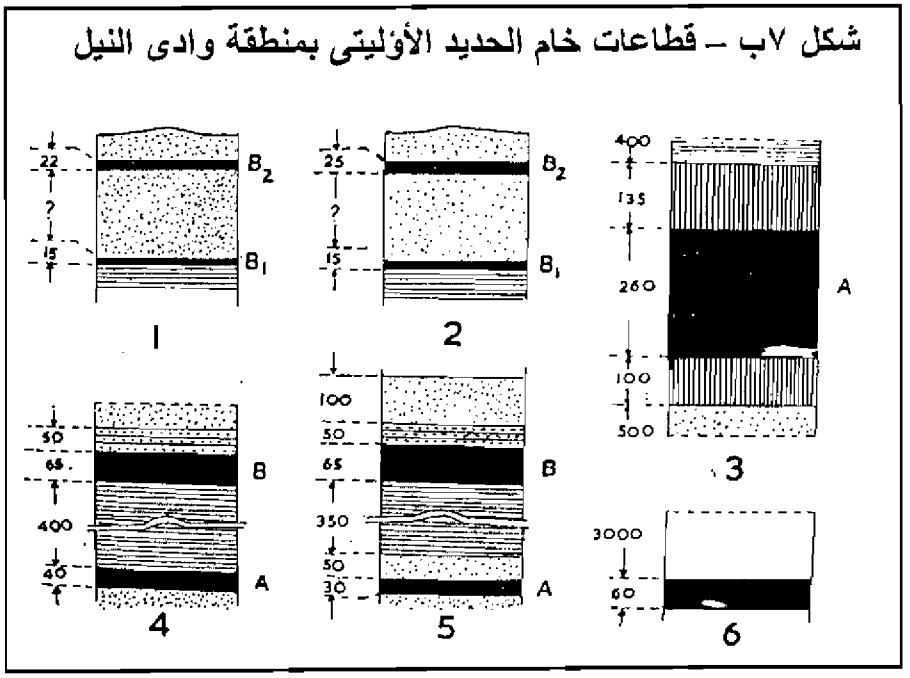
وكانت نتيجة التحليل كما يلى:

رقم العينة	نسبة الحديد Fe	مكافئ أكسيد الحديديك
١	٥٨.١٢	٨٣.١١
٢	٣١.١٨	٤٤.٥٩
٣	٥٦.٨٤	٨١.٢٨
٤	٣٦.١٩	٥١.٧٦
٥	٥٢.٨٠	٧٥.٥٠

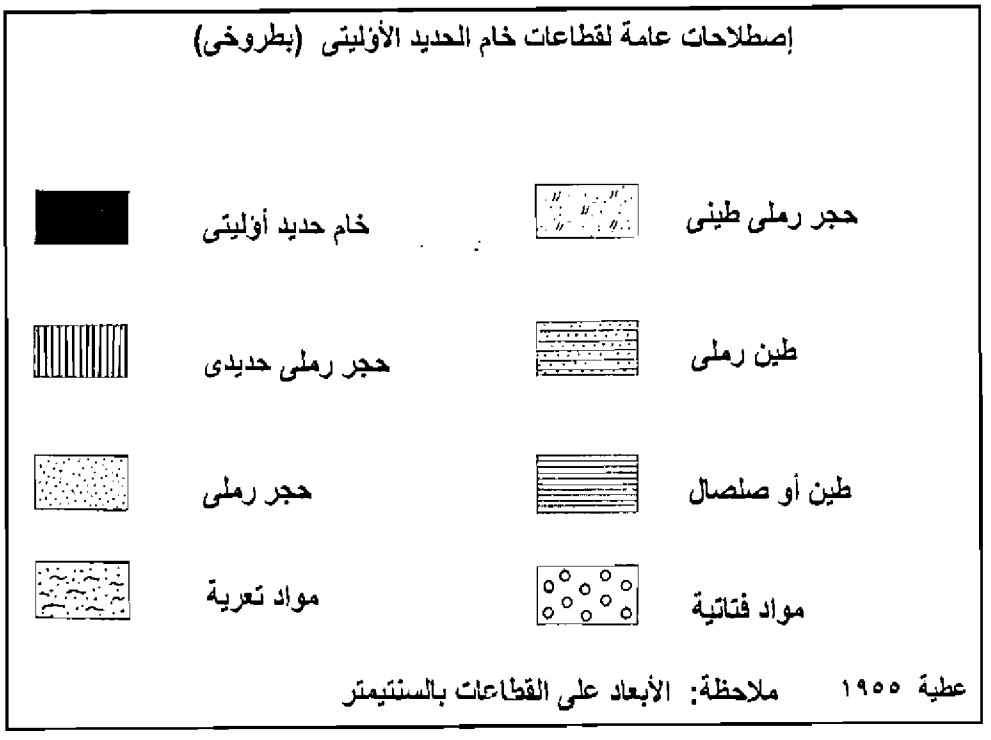
(١) لم يعرف الموقع بالضبط.



شكل ٧أ ـ منطقة وادى النيل ـ خام الحديد الأوليتى
"الأرقام تشير إلى مواقع القطاعات"



شكل ٧- لوحة إيضاحات قطاعات خام الحديد الأوليتى



لقد كانت حوالى ١٩٣٠ عندما جذبت رواسب خام الحديد بمنطقة شرق أسوان الانتباه، ولهذا السبب بدأت مجموعات مختلفة عمليات الأبحاث بالمنطقة.

وخلال ١٩٤٩-١٩٥٢، قامت فرق المساحة الجيولوجية المصرية بعمل مسح جيولوجى لمنطقة شرق أسوان.

ونظرًا لعظم أعداد عينات خام الحديد الأوليتى والتى تم جمعها وتحليلها فقد وجدنا من المناسب عرض التحاليل الكيميائية لثلاثة مناطق متفرقة بمنطقة شرق أسوان كما يلى:

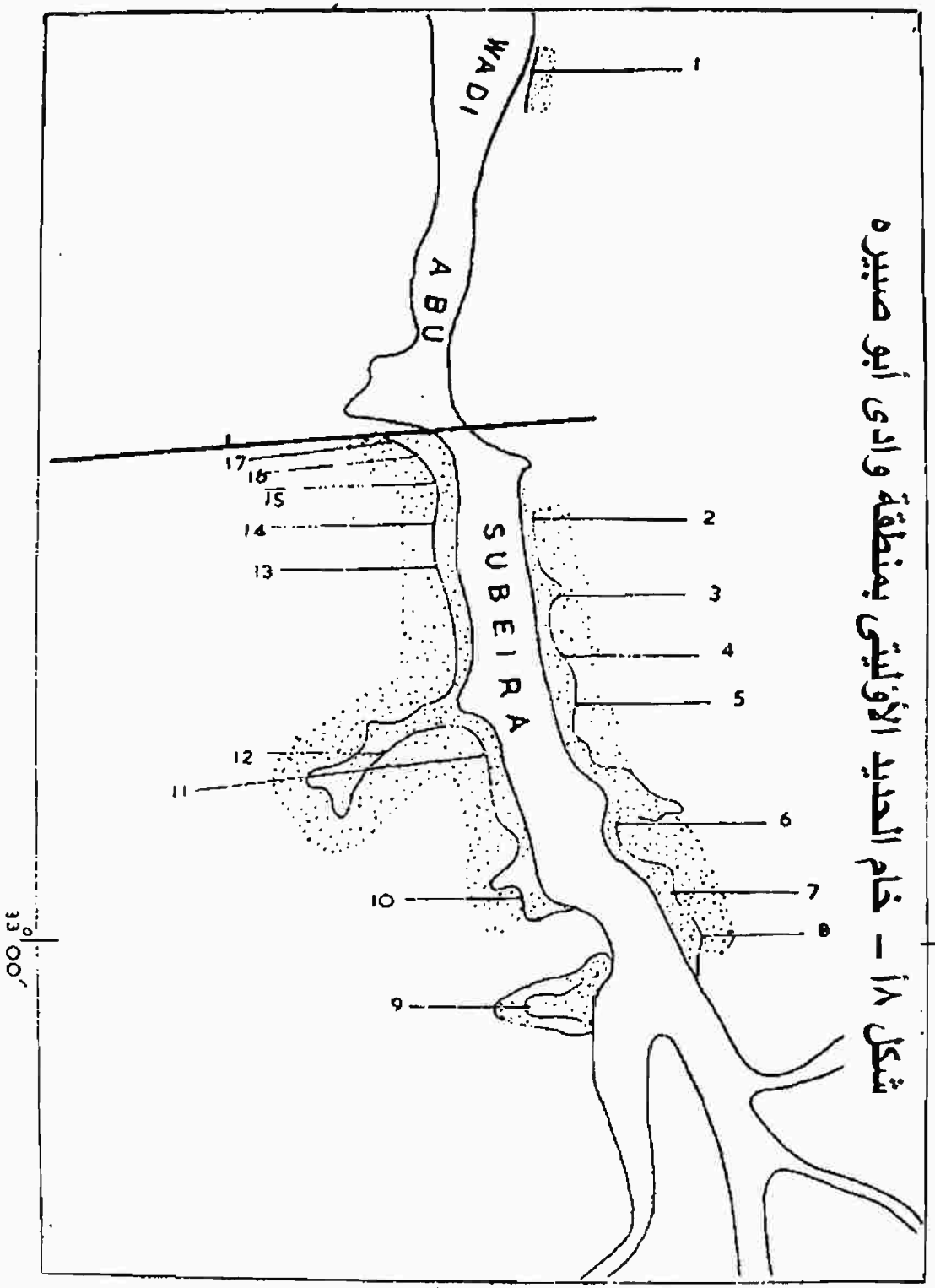
١- منطقة وادى النيل (شكل ٧ أ، ٧ ب)

تحاليل عينتين لخام الحديد الأوليتى والتى تم الحصول عليها من هذه المنطقة:

	عينة -١	عينة -٢
أكسيد حديديك Fe_2O_3	٦١,٣٠٪	٦١,٢٠٪
حديد Fe	٤٢,٨٧٪	٤٢,٨٠٪
سيليكا SiO_2	٢٧,٢٠٪	٢٦,٠٪
أكسيد المنجنيز Hn_2O_3	٠,٦٠٪	-
خامس أكسيد الفوسفور P_2O_5	٠,٠١٪	٠,٩٠٪
فوسفور P	-	٠,٣٩٪
أكسيد ألومنيوم Al_2O_3	٦,٣٠٪	-
أكسيد تيتانيوم TiO_2	٠,٢٠٪	-
أكسيد الكالسيوم CaO	٠,٨٧٪	-
ماء H_2O	٣,٥٠٪	-
أسماء الباحثين	فاداش (Vadasz)	كيبر (Kipper)

العينة -١، جمعت من موقع جنوب شرق الكتابات الفرعونية من طبقة سمكها ٧٠سم.
العينة -٢، جمعت من موقع بالقرب من مدخل وادى أبو عجاج من طبقة سمكها ١٤٠ سم.
من نتائج التحاليل المتاحة، تم حساب متوسط أكسيد الحديديك، الحديد، السيليكا للخام فى هذه المنطقة كالتالى:

أكسيد حديديك	Fe_2O_3	٦١,٢٥٪
حديد	Fe	٤٨,٨٤٪
سيليكا	SiO_2	٢٦,٦٠٪



شكل ١٨ – خام الحديد الأوليتى بمنطقة وادى أبو صبيره

٢- منطقة وادى أبو صبيرة (شكل ٨ أ، ٨ ب)

تحاليل ٢٠ عينة لخام الحديد الأوليتى من هذه المنطقة، تم الحصول عليها: عشرة عينات جمعت من الجانب الشمالى لوادى أبو صبيرة والعشرة الأخرى من الجانب الجنوبى (جدول ٦، وجدول ٧).

جدول -٦: الجانب الشمالى لوادى أبو صبيرة (شكل ٨ أ).

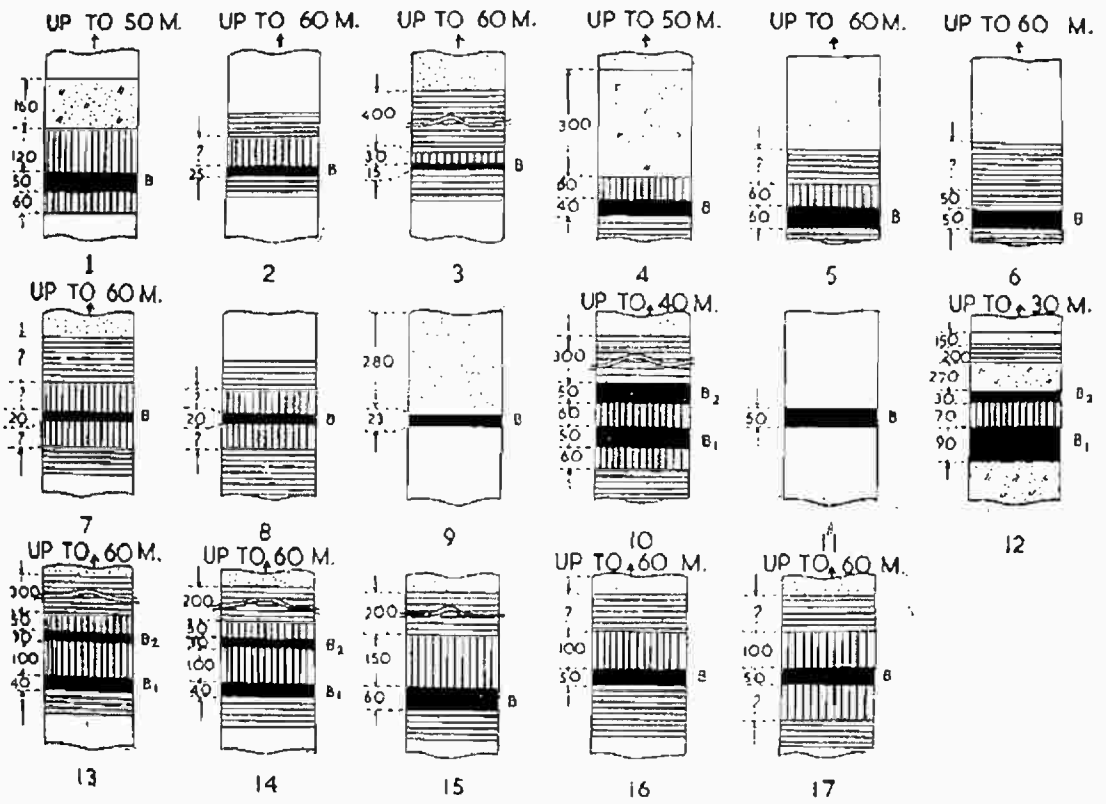
رقم العينة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
٪Fe_2O_3	٧٤,٢٤	٣٦,٩٠	٤٩,٢٠	٦٩,٦٠	٢٦,٤٠	٥٩,٢٠	٧٨,٢٠	٨٢,١٠	٨١,٦٦	٧١,١٠
٪Fe	٥١,٩٣	٢٥,٨٠	٣٤,٣٤	٤٨,٧٠	١٨,٥٠	٤١,٤٠	٥٤,٧٠	٥٧,٤٢	٥٧,١٢	٤٩,٧٥
٪SiO_2	٧,٣٤	-	-	٢١,٠	٦٤,٥٠	٢٨,٩٠	١٢,٣٢	٨,٣٨	٦,٨٢	-
٪Mn_2O_3	١,٠٥	-	-	-	-	-	-	-	١,٤٥	-
٪P_2O_5	٥,٥١	-	-	١,٦٠	٠,١٠	١,٨	-	٠,٠٧	-	-
٪P	-	-	-	٠,٧٠	٠,٤٠	٠,٧٩	-	-	-	-
٪Al_2O_3	٩,٨٩	-	-	-	-	-	-	-	-	-
٪TiO_2	٠,٠١	-	-	-	-	٠,٠٢	-	-	-	-
٪CaO	٢,٢٦	-	-	-	-	-	-	-	-	-
٪H_2O	٥,٢٠	-	-	-	-	-	-	-	-	-
اسم جامع العينة	Vad. فاداش	Min. Dept. مصلحة المناجم		Kipper كيبر			Vadasz فاداش			Min. Dept. مصلحة المناجم

جميع العينات عاليه جمعت من المواقع الموضحة على الشكل ٨ – أ، وموضح قطاعاتها على الشكل ٨ ب.

من تحاليل العينات عاليه أمكن حساب متوسط أكسيد الحديديك، حديد، والسيليكا للخام الأوليتى على الجانب الشمالى لوادى أبو صبيرة كما يلى:

أكسيد حديديك	Fe_2O_3	٪٦٢,٨٦
حديد	Fe	٪٤٣,٩٧
سيليكا	SiO_2	٪٣١,٣٢

شكل ٨ب – قطاعات خام الحديد الأوليتى بمنطقة أبو صبيره



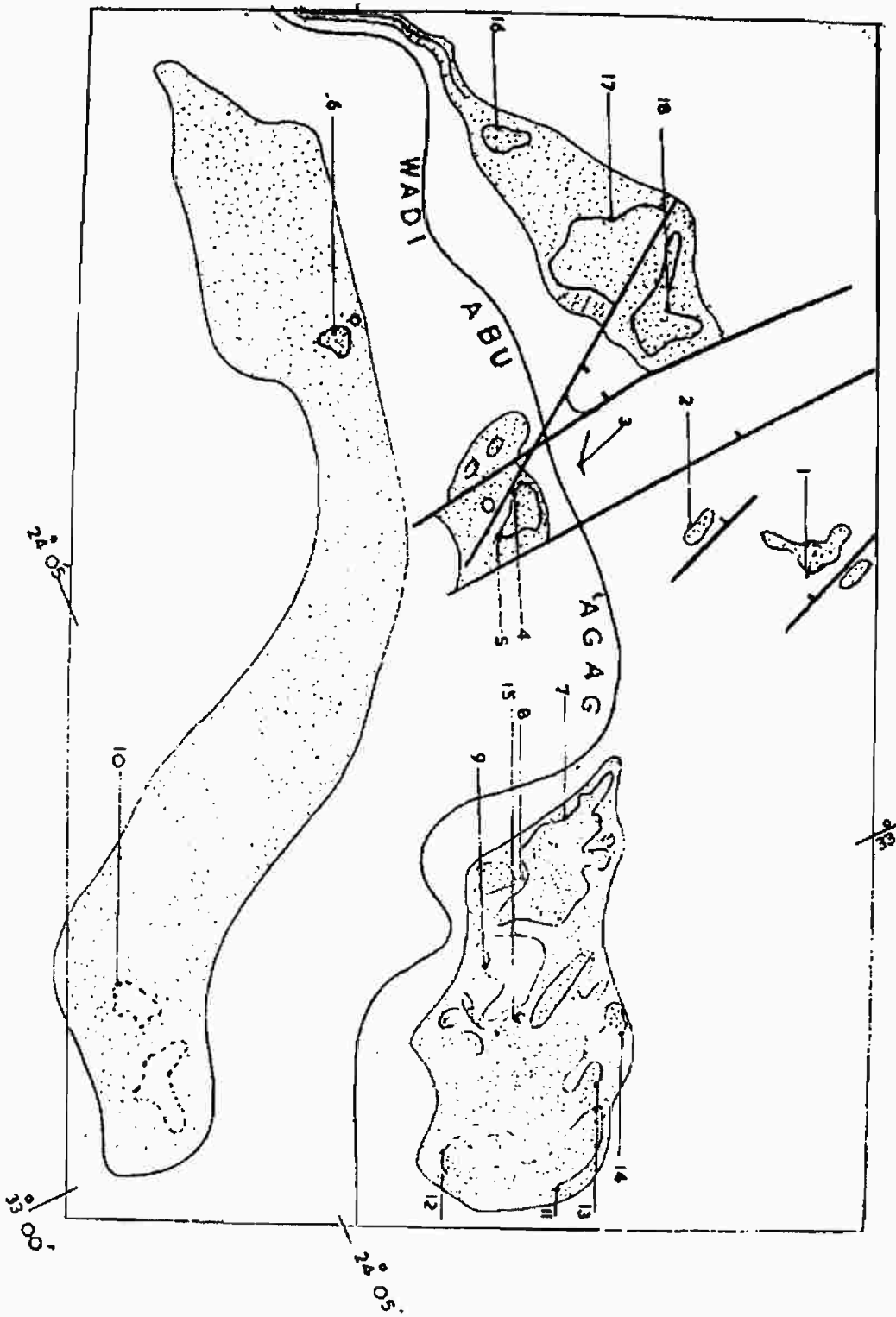
جدول -٧: الجانب الشمالى لوادى أبو صبيرة (شكل ٨ أ)

رقم العينة	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠
٪Fe_2O_3	٧٨,٢٠	٨٦,٠	٣٧,٥٠	٧٤,٨٠	٦٢,٨٠	٧٥,٢٠	٥٨,٠	٧٢,٨٠	–	–
٪Fe	٥٤,٦٩	٦٠,١٥	٢٦,٢٠	٥٢,٢٠	٤٤,٠	٥٢,٦٠	٤٠,٦٠	٥١,٠	٤٣,٦٨	٤٥,٤٤
٪SiO_2	١٠,٠٨	٦,٤٦	–	–	١٠,٩٠	١٢,٥٠	٣٠,٢٠	١٧,١٠	٢٣,٨٢	٢١,١٤
٪Mn_2O_3	٠,١٥	٠,٠٥	–	–	–	–	–	–	–	–
٪Mn	–	–	–	–	–	–	–	–	٠,١٨	٠,١٨
٪P_2O_5	–	٠,٠١	–	–	١,٤٠	٢,٤٠	١,٧٥	١,٧٥	–	–
٪P	–	–	–	–	٠,٦١	١,٠٤	٥,٧٦	٠,٧٦	١,١٧	٠,٩١
٪Al_2O_3	٧,٣٥	٣,٨٨	–	–	–	–	–	–	٣,٧٦	٤,١٨
٪S	–	–	–	–	٤,٣٠	–	–	–	٠,٠٧	٠,٢٠
٪TiO_3	٠,١٠	٠,٠٥	–	–	–	–	–	–	٠,٢٨	٠,٤٠
٪CaO	١,٦٤	١,٥١	–	–	–	–	–	–	٣,٤٤	٢,٨٨
٪MgO	–	–	–	–	–	–	–	–	٠,٥٤	٠,٨١
٪H_2O	٢,٤٨	٢,١٠	–	–	–	–	–	–	–	–
الفاقد بالحريق	–	–	–	–	–	–	–	–	٢,٠٨	٢,٥٠
اسم جامع العينة	فاداش		مصلحة المناجم		كير		جروشتمان Grochtmann		روهلاند Rohland	

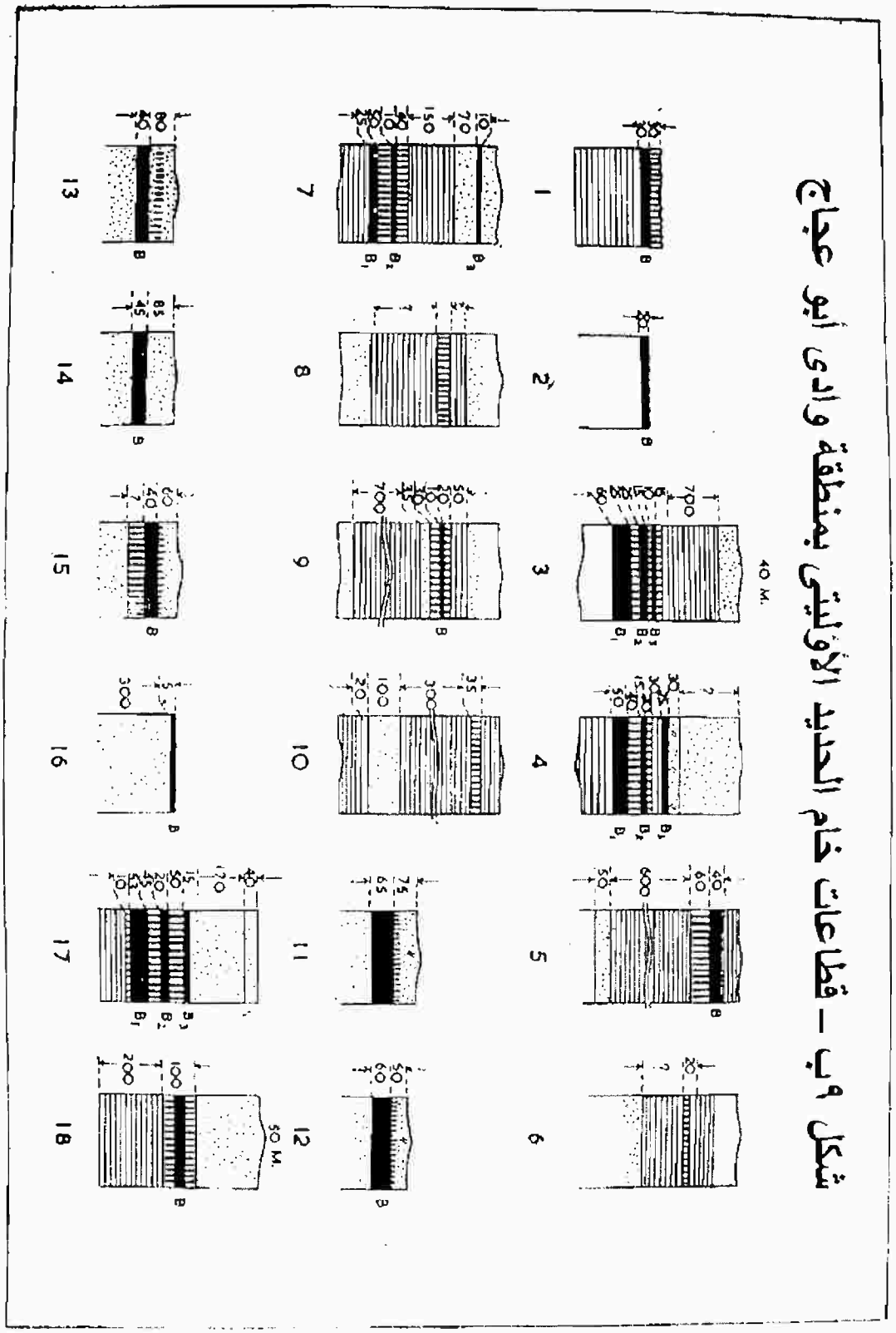
جميع العينات عاليه جمعت من المواقع الموضحة على الشكل ٨ أ، وموضحة قطاعاتها على الشكل ٨ب، ما عدا العينات ١٨، ١٩، ٢٠ لم تعط مواقعها بالضبط.

من تحاليل العينات عاليه أمكن حساب متوسط أكسيد الحديديك، الحديد، والسيليكا لخام الحديد الأوليتى على الجانب الجنوبى لوادى أبو صبيرة كما يلى:

أكسيد حديديك	Fe_2O_3	٪٦٨,١٦
حديد	Fe	٪٤٧,٠٦
سيليكا	SiO_2	٪١٦,٥٣



شكل ٩ أ – خام الحديد الأوليتى بمنطقة وادى أبو عجاج


شكل ٩ ب – قطاعات خام الحديد الأوليتى بمنطقة وادى أبو عجاج
40 M.
50 M.

ومتوسط هذه العناصر فى وادى أبو صبيرة ككل كما يلى:

أكسيد حديديك	Fe_2O_3	٦٥.٥١٪
حديد	Fe	٤٥.٥١٪
سيليكا	SiO_2	١٨.٩٣٪

٣- منطقة وادى أبو عجاج (شكل ٩ أ، ٩ ب)

جدول -٨: **تحاليل ٦ عينات من هذه المنطقة كما يلى:**

رقم العينات	١	٢	٣	٤	٥	٦
أكسيد الحديديك Fe_2O_3٪	٧٧.١٠	٧٥.٦٤	٦١.١٠	٦١.٨٠	٦٩.٢٠	٦٠.٧٠
حديد Fe٪	٥٣.٩٢	٥٢.٩٠	٤٢.٨٠	٤٣.٢٠	٤٨.٥٠	٤٢.٣٠
سيليكا SiO_2 ٪	٨.٨٤	٥.١٦	-	-	-	-
أكسيد المنجنيز Mn_2O_3 ٪	١.٥٥	١.٧٠	-	-	-	-
خامس أكسيد الفوسفور P_2O_5 ٪	٠.٠٩	٠.٠٤	-	-	-	-
اسم جامع العينة	قاداش		مصلحة المناجم Min. Dpt			

جميع العينات الموضحة عاليه جمعت من المواقع الموضحة على الشكل ٩ أ، وموضح قطاعاتها على الشكل ٩ ب.

من تحاليل العينات عاليه أمكن حساب متوسط أكسيد الحديديك، والحديد للخام الأوليتى بوادى أبو عجاج كما يلى:

أكسيد حديديك	Fe_2O_3	٦٧.٥٩٪
حديد	Fe	٤٢.٢٧٪

حساب كمية خام الحديد الأوليتى فى منطقة شرق أسوان:

لتقدير كمية خام الحديد الأوليتى فى المنطقة، فقد أخذ فى الاعتبار فقط المناطق التى يغطيها مكشف المجموعة الوسطى (والتى تحتوى على الخام الأوليتى) لتكوين الحجر الرملى النوبى. أما المناطق التى تغطيها المجموعة العليا، والتى تحجب أو تخفى خام الحديد الأوليتى تحتها لم تدخل فى حساب تقدير الخام.

لذلك فتقدير الخام يكون لذلك الخام المؤكد، والذى يوجد مكشفه على السطح أو مغطى إلى حد ما بسمك قليل من طبقات الحجر الرملى... إلخ، بينما لم تكن هناك محاولة لتقدير الخام المحتمل.

لحساب تقدير الخام، فقد أخذ فى الاعتبار كل طبقة من خام الحديد الأوليتى، فقط فى حالات قليلة حيث توجد طبقات رقيقة جدًا أو غير محددة الامتداد فقد تم استبعادها من الحسابات. لقد تم حساب كمية خام الحديد الأوليتى فى كل مساحة على حدة؛ وقد تم التقدير على الأسس التالية:

١- تم حساب كل مساحة فيها الخام بواسطة البَلَانِيمتَرْ «Planimeter» من الخرائط الجيولوجية للمنطقة بمقياس ١: ٥٠٠٠٠.

٢- متوسط السمك للخام.

٣- أخذ الثقل النوعى «Specific gravity» لخام الحديد الأوليتى ٣,٥.

وفيما يلى كمية خام الحديد الأوليتى فى المساحات المختلفة كما قدرته فرق الأبحاث المختلفة:

جدول رقم (٩)

مناطق المساحات	كمية الخام بالطن	
	على أساس متوسط السمك فى كل طبقة	الكمية الكلية لكل الأجزاء المختلفة للمساحات
وادى النيل	٧٥٠ ٤١٨ ١١	٧٥٠ ٤١٨ ١١
وادى أبو صبيرة	٣١٣ ١٠١ ٩	٣١٣ ١٠١ ٩
جبل أم برميل	٠٠٠ ٤١٩ ١	٦٨٨ ٥٥٩ ١
وادى أبو عجاج	٧٠٠ ١٥٩ ٥	١٥١ ١٩٣ ٥
وادى أم عش	٤٣٨ ٨٩٩ ٣	٢٢٥ ١٥٢ ٤
رأس العقبة	٩٢٥ ١٢٩ ٩	٩٢٤ ١٣٣ ٩
جبل تمساح	٠٠٠ ٤٩٠ ٢١	٣٧٥ ٥٩٥ ٢٤
وادى أم عودى	٥٠٠ ٢٧٠ ١	٩٣٨ ٧٦٧ ١
وادى عويرشه (الجزء الشمالى)	١٢٥ ٣٢٤ ١٠	٣٨٩ ٩٩١ ١٢

مناطق المساحات	كمية الخام بالطن	
	على أساس متوسط السمك فى كل طبقة	الكمية الكلية لكل الأجزاء المختلفة للمساحات
وادى عويرشه (الجزء الأوسط)	٤٦٨ ٢٤٧ ١٤	٥٢٩ ١٩٨ ١٦
وادى عويرشه (الجزء الجنوبى)	٢٥٠ ٠٢١ ٢	٧٥٠ ٨٥٠ ٢
وادى بيضا أم حقبان	٨٢٥ ٣٧٨ ٨	٩٥٠ ٦٠١ ٨
وادى علاوى	٢٥٠ ٩٥١ ١٥	٨٤١ ٣٠٨ ٢٠
شرق وادى علاوى	٥٥٠ ٠٧٣ ٦	٥٦٣ ٩٧٧ ٥
جبل دهيسه	٨١٣ ٨٠٣ ١	٣١٣ ٨١٤ ١
المجموع =	٩٠٧ ٦٨٨ ١٢١	٦٩٩ ٦٦٤ ١٣٥

من هذا الجدول عاليه يمكن ملاحظة التقدير الكلى لخام الحديد الأوليتى فى منطقة شرق أسوان، يتراوح بين ٩٠٧ ٦٨٨ ١٢١ طن إلى ٦٩٩ ٦٦٤ ١٣٥ طن.

٢- رواسب خام حديد جنوب شرق أسوان

فى تقرير للمساحة الجيولوجية الذى نشر فى ١٩٧٠ – بمعرفة عثمان محرم، محمود فوزى الرملى، عبدالعال فوزى عامر، والخبيرين الروسيين «جاتشتشيلادزى وإفانوف - تم عرض موجز لخام حديد شرق أسوان وكذلك أشار التقرير إلى وجود امتداد خامات الحديد فى جنوب شرق أسوان، وفى مناطق كلابشة، جرف حسين، أبو سمبل، ومناطق أخري.

بناء على الأبحاث الاستكشافية، التى قامت بها هيئة المساحة الجيولوجية، بالاشتراك مع قسم الجيولوجيا بكلية العلوم – جامعة القاهرة، ضمن المشروع القومى (١٩٩٣-١٩٩٧) لاستكشاف خامات الحديد فى مصر؛ وهيئة المساحة الجيولوجية منفردة (١٩٩٧-١٩٩٩)؛ وشركة أسوان للحديد والصلب (٩٩-٢٠٠٠) فقد تم تتبع امتدادات رواسب الحديد جنوب خط عرض ٢٤° وهى النهاية الجنوبية للخريطة الجيولوجية بتقرير عطية (١٩٥٥) عن خام حديد شرق أسوان.

لقد شملت الأعمال الاستكشافة دراسة خمسة عشر موقعا فى مساحة تقدر بحوالى ٢٨٠٠ كيلو متر مربع تنحصر بين خط الطول َ45 ٣٣° شرقا وشاطئ بحيرة ناصر غربا، وخطى عرض َ30 ٢٣° ، َ00 ٢٤° شمالاً؛ ضمن مكون التمساح، الذى يتكون من رواسب فتاتية بحرية ضحلة، والذى ينحصر بين مكونى أم برميل وأبو عجاج.

طبوغرافية الخام:

طبوغرافية تواجد الخام بالأجزاء الشمالية الغربية

(منطقة وادى برمرم) والشمالية الشرقية (منطقة وادى عرب) والجزء الأوسط من منطقة شرق أم حبال، تشبه إلى حد كبير تواجد الخام بمنطقة شرق أسوان، أما الامتداد الجنوبى والشمالى لمنطقة شرق أم حبال فتوجد طبقات الحديد تحت السطح فى منطقة سهلية، تتناثر بها التلال المنفصلة. طبوغرافية منطقة جبريل وبرقة التخام هى عبارة عن أحواض سهلية مطوقة بالسلاسل الجبلية من مكون أم برميل تطويقا نصف دائريا من ناحية الشرق والشمال، أما طبوغرافية وجود الخام بمنطقة خور رحمة تشبه تواجد الخام بمنطقة وادى عرب.

جيولوجية رواسب خام الحديد

تم تقسيم مكون التمساح إلى أربع دورات ترسيبية كبرى (النديم ٢٠٠١). توجد طبقات الحديد فى صورة نطاقات استراتيجرافية فى نهاية كل دورة ترسيبية، حيث يعتبر النطاق الثانى من أهم النطاقات من ناحية الرتبة والعناصر الضارة، يليه النطاق الأول ثم الرابع، أما النطاق الثالث فيهمل لقلة سمكه ورتبته. توجد طبقات الحديد فى هيئة طبقية غير منتظمة السمك، بالإضافة إلى الهيئة العدسية المعهودة لمثل هذه الرواسب. وهذا راجع إلى طبوغرافية الطبقات السفلى التى ترسب عليها خام الحديد، حيث يسود عدم الانتظام من جراء عمليات الهدم والبناء فى البيئات الضحلة الملائمة لترسيب طبقات الحديد خاصة الأوليتى منها. هذه الطبيعة لمثل هذه البيئات يكون لها تأثير على تقدير الاحتياطات بالسلب أو الإيجاب؛ حيث نشاهد عمليا عند الاستغلال تباينًا شديدًا فى تغيرات السمك.

تسود الصدوع شمال غرب – جنوب شرق، وهى المسيطر يليها صدوع شمال شرق – جنوب غرب. هذه الصدوع لها تأثير إيجابى فى ظهور طبقات الحديد على السطح، وتأثير سلبى حيث اختفاء طبقات الحديد لأعماق كبيرة. كما يلاحظ أن طبقات الحديد الظاهرة على السطح معرضة لعوامل التعرية، التى تعمل على تدمير طبقات الحديد.

سمك الخام

أثرت عوامل التعرية على طبقات الخام تأثيرًا كبيرًا حيث أدت إلى عدم انتظام سمك الخام، وبصفة خاصة بمنطقة وادى برمرم، ويتضح تأثير عوامل التعرية على سمك طبقات الخام بصورة واضحة على مستويات الصدوع المختلفة (الجدول رقم ١٠).

يتغير سمك طبقات خام الحديد بمنطقة وادى عرب نتيجة لظروف الترسيب المتذبذبة، حيث الزيادة والنقصان فى تكرار طبقات الحديد المتبادلة مع طبقات الحجر الرملى (الجدول رقم ١٠). يوجد عدم انتظام وتباين كبير جدًا فى سمك طبقات الخام بمنطقة شرق أم حبال نتيجة لظروف ترسيبية وطبوغرافية قبل وبعد الترسيب.

سمك الخام بمنطقة جبريل متوسط فى عدم انتظامه وتباينه نظرًا لتواجد أغلب طبقات الخام تحت السطح؛ مما أدى إلى حفظها بعيدًا عن عوامل التجوية المختلفة (الجدول رقم ١٠).

سمك الخام فى منطقة برقة التخام يشبه إلى حد كبير منطقة جبريل من حيث عدم الانتظام.

سمك الخام فى منطقة خور رحمة يتغير على مسافات قصيرة جدًا ويرجع ذلك إلى طبيعة بيئة الترسيب السائدة آنذاك. بالجدول رقم ١٠ يمكن تتبع سمك الخام بمنطقة الضبعة (شرق وغرب)، وكذلك سمك الخام بمنطقة وادى الكبش.

الغطاء الصخرى

يوجد تباين إيجابى فى سمك الغطاء الصخرى

بمنطقة وادى برمرم نظرًا للتأثير التدميرى لعوامل التعرية على طبقات الغطاء بصفة خاصة؛ خلال مستويات الصدوع.

توجد أجزاء كبيرة من مساحة انتشار الخام بمنطقة وادى عرب ظاهرة على السطح بدون غطاء صخرى؛ خاصة فى الأجزاء الجنوبية المطوقة بتلال جبلية من مكون أم برميل حيث يوجد مكون التمساح مكوّنا الأرضية بين التلال.

تتميز مكاشف الحديد فى الجزء الأوسط من منطقة شرق أم حبال بغطاء صخرى غير سميك، يتلاشى فى أغلب مواقع انتشار الخام، بينما يزداد الغطاء الصخرى فى الامتداد الشمالى والجنوبى، علما بأن سمك الغطاء الصخرى فى الامتداد الجنوبى أقل عما هو عليه فى الامتداد الشمالى.

تظهر مكاشف الحديد بمنطقة جبريل على امتداد نطاقات الفوالق السلّمية بدون غطاء صخرى. كما تظهر مكاشف الحديد بمنطقة برقة التخام أيضًا بدون غطاء صخرى على امتداد نطاق الفوالق لمسافات صغيرة جدًا. كما تظهر طبقات الخام بمنطقة خور رحمة فى مساحات ضئيلة جدًا بدون غطاء صخرى.

الخواص الطبيعية

يتراوح اللون ما بين الأحمر الطوبى إلى البنى المائل إلى الإصفرار، مع وجود اللون الهيماتيتى المائل إلى الاخضرار لمصاحبته معدن الشاموزيت، وخاصة فى منطقة شرق أم حبال ومنطقة جبريل، علما بأن اللون الأحمر الدموى يكون غالبًا فى طبقات الحديد المصاحبة للأحجار الرملية، كما هو واضح فى منطقة وادى عرب وخور رحمة.

الصلابة ضعيفة إلى متوسطة الصلابة، إلا أن ارتفاع نسبة السيليكا فى بعض المناطق تتسبب فى زيادة صلابة الخام خاصة الأحجار الحديدية التى تكون طبقة الأساس لطبقات الحديد البطروخى (الأوليتى)، كما هو واضح فى الجزء الجنوبى الشرقى من منطقة شرق أم حبال.

يتضح النسيج لرواسب خامات الحديد جنوب شرق أسوان على النحو التالى:

النسيج الكتلى والنسيج الأوليتى (البطروخى) والنسيج البازلائى، وهذا الاختلاف فى النسيج راجع إلي ظروف بيئات الترسيب خلال الدورات الترسيبية المتعاقبة لمكون التمساح.

تتراوح الكثافة النوعية لرواسب الحديد لمنطقة جنوب شرق أسوان ما بين ٣.٢ جم/ سم٣ إلى ٤ جم/ سم٣.

الخواص المعدنية

تتكون معادن خامات حديد جنوب شرق أسوان من الهيماتيت بصوره المختلفة والجوتيت مع وجود أحيانًا مجموعة من الأكاسيد الحديدية (الليمونيت) والشاموزيت. تشتمل المعادن الغثة على السيليكا والمعادن الطينية والفوسفاتية والجيرية إضافة إلى ندرة من الجبس والبيريت.

الخواص الكيميائية

الخواص الكيميائية جنوب شرق أسوان بمناطق وادى برمرم، وادى عرب، شرق أم حبال، جبريل، برقة التخام، خور رحمة، الضبعة وشرق الضبعة، غرب وادى الكباش تتضح فى الجدول المرفق التالى، حيث يتبين أن منطقة وادى عرب ومنطقة خور رحمة منخفضة فى

محتوى خامس أكسيد الفوسفور. وفيما يلى جدول يوضح خواص خامات الحديد والاحتياطيات بمنطقة جنوب شرق أسوان (جبريل ٢٠٠٧).

جدول رقم – ٩: تحاليل خامات الحديد والاحتياطات بمنطقة جنوب شرق أسوان

م	المنطقة	سمك الخام	الغطاء الصخرى	محتوى السيليكا	محتوى الحديد	خامات أكسيد الفوسفور	الاحتياطى م. طن	رتبة الاحتياطى
١	وادى برمرم	٢,٥-٠,٣٥	١,٢-٠	٣٠,٨-٦,٢	٥٠-٢٢,٧	٦,٠-٠,٦٤	٢٤	جيولوچي
		١,١٨	٠,٥٧	١٨,٩٤	٣٠,٠	٢,١٨		
٢	وادى عرب	١,٥-٠,٢٥	١٠,٠-٠	٢٨,٤-٧,٤	٥٤,٣-٣٩,٣	٢,٢-٠,١٨	٩٨	جيولوچي
		٠,٧	١,٢٤	١٨	٤٤,٢٧	٠,٩٨		
٣	شرق أم حبال	٤,٥-١,١٥	١٧-٠	٢٥,٥-٣,٢	٥٩,٣-٣٠,٦	٦,٣-٠,٣٤	٢٣	مؤكد
		١,١٥	٦٢.	١٢,١٤	٤٤,٢	١,٤٨	٦٤	جيولوچي
٤	جبريل	٢,٩-٠,٤٥	٢٢,٦-٠	٢٨,٨-١٠,٥	٤٨,٣-٣٥,٣	٢,٦٢-١	٢٣	مؤكد
		١,١	٧,٦	١٩,٣١	٤٣,٣	١,٤٢		
٥	برقة التخام	٢-٠,٦	٢٨,٥-٠	٢١,٦-٤,٢	٥٣,٩٣-٢٦,٣	٤,٤٦-١,٤٢	٧	جيولوچي
		١,١	١٥,٥٥	١٤,٨	٤٤,٦٤	٣,٢٣		
٦	خور رهمة	٢,١-٠,٣	١٥-٠	٣٦,٣-٢٠	٤٢,٢-٢١,٧	٠,٧-٠,٣	٧٥	جيولوچي
		٠,٩٥	٤	٢٨,٦	٣٥	٠,٤		
٧	الضبعة	٢-١,١		١٩-٣	٥٩,٥-٣٠,١	١,٣٧-١١,١	١١	جيولوچي
٨	وادى الكبش	٣,٢-٢,٦		٢٣,٧١-٣	٥٢,٩٩-٣٤,٦	٦,٠٥-١١,١	٣٠	جيولوچي
٩	مجموع	(مليون طن)					٤٦	مؤكد
	الاحتياطي						٣٩	محتمل
							٣٠٩	جيولوچي

ب- خامات إلمينيت أبو غلقة

(تيتانيوم – حديد – فناديوم)

يوجد هذا الخام فى منطقة وادى أبو غلقة، الذى يقع جنوب مرسى علم بحوالى ١٠٠كم، ويبعد عن ميناء أبو غصون على شاطئ البحر الأحمر بحوالى ٣٥كم[١]، عند تقاطع خط عرض ´21 °24 شمالا وخط طول ´03 °25 شرقا، فى الجزء الجنوبى من الصحراء الشرقية.

توجد هذه الخامات على هيئة عدسات وطبقات تنحصر فى صخور الجابرو التيتانيومية المتغيرة بالقرب من كتلة عظيمة من صخور الجرانيت والصخور المتحولة لعصر ما قبل الكامبرى.

يصل طول العدسة الرئيسية حوالى ٣٠٠ متر، بينما يبلغ عرضها حوالى ١٥٠ مترا[١]، الجزء العلوى من العدسة متأكسد بنى اللون – لتعرضه لتأثير عوامل التجوية – والجزء السفلى منها صلب أسود اللون (غير متأكسد).

حدث التمعدن ضمن كتلة الجابرو المسترسبة[٢] ذات الاتجاه شمال غرب – جنوب شرق ودرجة الميل ١٠ شمال شرق. يتكون سطح الاسترساب [٣] من صخور خضراء من المعادن الناتجة عن عملية التحول، بينما تكون جدران هذا الاسترساب خليطًا من الجرانيت والديورايت والتى يحتمل أن تكون أحدث من صخور الجابرو.

يتمركز التمعدن عند قمة الاسترساب حيث يتكون من مجموعة من طبقات وعدسات الإلمينيت التى يتطابق مضربها وميلها مع سطح كتلة الجابرو المسترسبة. يفصل طبقات الإلمينيت عن بعضها طبقات من الجابرو والغنية نسبيا بالإلمينيت المنتثر فى الصخر.

تتكون كتلة الجابرو من صخور ذات حبيبات دقيقة إلى متوسطة. تتوجه كتلة الجابرو وفقا لسطوح الاسترساب فى معادن البلاجيوكليز (لابرادورايت)، أوجيت الحامل للتيتانيوم، أمفيبول، والإلمينيت. كما يوجد أيضًا جيوب من البيجماتويد ذات القطر ١٠ سم.

تعرضت خامات إلمينيت أبو غلفة لعديد من الأبحاث الجيولوجية المختلفة، ومن أهم هذه الأبحاث تلك التى تمت لتقييم الخام فى الفترة من ١٩٥٧ إلى ١٩٥٩، حيث لم يتم تحديد سمك العدسة الرئيسية بالرغم من وصول عمق أحد الآبار إلى ١٠٥ أمتار، كما تضاربت إلى حد كبير تقديرات احتياطى الخام فى العدسة الرئيسية، إذ تراوحت التقديرات من ٤.٥ مليون طن إلى ١٨ مليون طن من الخام.

تولت المساحة الجيولوجية المصرية برنامج تقييم خام الإلمينيت بإجراء عملية حفر ١٣ بئرًا بعمق إجمالى أطوال ٢٧٣٠ مترا. بلغ إجمالى سمك الإلمينيت ١٣٠٠ مترا، وكان إجمالى عدد العينات التى تم جمعها ١٢٣٠ عينة لأغراض التحاليل المختلفة. ومن أنواع الصخور المختلفة التى تخللتها الآبار (الشاذلى وعبدالعزيز ١٩٥٧ – تقرير داخلى).

كما قامت المساحة الجيولوجية بعمل خريطة جيولوجية للخام بمقياس ١: ٥٠٠٠ (عامر

(١) أهم الإنجازات التى حققتها هيئة المساحة الجيولوجية... خلال الأعوام (١٩٧٠-١٩٧٦)، التخطيط والمتابعة.

(٢) صخر مقحم، وهو فى الحالة الذائبة فى طبقات صخر آخر «within intrusive body of Gabro».

(٣) الاسترساب «intrusion» = إقحام صخر ذائب فى طبقات صخر آخر.

وعبدالتواب ١٩٥٦ – تقرير داخلى)[١]، وخرائط تفصيلية مقياس رسم ١: ٢٠٠٠، ١: ٥٠٠ (عبدالتواب ١٩٦٠)، وفى عام ١٩٥٧ قامت المساحة الجيولوجية بعمل ثلاثة آبار بالحفر الآلى (الشاذلى وعبدالعزيز ١٩٥٧ – تقرير داخلى)[١] بأعماق: ٤٤ مترًا، ٦١ مترًا، ١٠٥ أمتار على التوالى. وفى عام ١٩٦٠ أنشئت الشركة العامة للإلمينيت بغرض استثمار هذه الخامات فقامت بحفر ٤ مغارات استكشافية، والتى تم اقتراحها بمعرفة خبراء شركة ديماج (١٩٦٢) – إلا أن هذه الشركة لم يكتب لها النجاح.

يصل تقدير خام الإلمينيت (١٩٥٨) بحوالى ٢٠ مليون طن[٢]، وقد أعطت عينة من أبو غلقة التحاليل التالية:

	النسبة المئوية		النسبة المئوية		النسبة المئوية
أكسيد تيتانيوم $Ti O_2$	٤٠,٩	أكسيد ألومينيوم $Al_2 O_3$	٠,٦١	منجنيز Mn	٠,٢٣
أكسيد حديديك $Fe_2 O_3$	٢٨,٣	أكسيد كالسيوم Ca O	٠,٠	كروم Cr	٠,٠٦
أكسيد حديدوز Fe O	٢٤,٥	أكسيد ماغنيسيوم Mg O	٢,١٨	فاناديوم V	٠,١٨
أكسيد سيليكون $Si O_2$	٢,٢	فوسفور P	٠,٠	نحاس Cu	٠,٠
		كبريت S	٠,٠٣١	نيكل Ni	٠,٠

كما يوجد الإلمينيت أيضًا مع المعادن الفتاتية (ditrital mineral) فى الرمال السوداء برشيد ودمياط فى شواطئ البحر المتوسط، وهى تمثل «الرواسب السطحية الفتاتية beach placer deposits».

لقد تم اكتشاف حديث بوجود خام الإلمينيت فى الجزء الجنوبى من الصحراء الشرقية.

الشاذلى (١٩٥٩) أعطى احتياطيات الخام كما يلى: خام مؤكد = ١٠ ملايين طن، خام محتمل = ٨ ملايين طن.

بينما أقل تقدير للاحتياطات المؤكدة هو ٢,٥ مليون طن (عبدالتواب ١٩٦١ – تقرير داخلى)، وبعمليات تركيز الخام أمكن التوصل إلى مركز يحتوى على ٧٥-٨٢٪ أكسيد تيتانيوم بالطرق الحرارية. والتحاليل الكيماوية للإلمينيت أثبتت وجود العناصر التالية:

ثانى أكسيد تيتانيوم تتراوح من ٣٣,٨٩ إلى ٤١,٠٤٪ السيليكا تتراوح من ١,٢ إلى ٧,٦٧٪

أكسيد حديديك تتراوح من ٦,٤٣ إلى ٢٣٪ ألومينا تتراوح من ٠,٥٨ إلى ٥,٣٤٪

أكسيد حديدوز تتراوح من ٢٥,٩٤ إلى ٣٥,٦٥٪ فاناديوم تتراوح من ٠,٢٩ إلى ٠,٣٩٪

(١) تقرير هيئة المساحة الجيولوجية رقم ٦١ (١٩٧٤) الرواسب المعدنية فى مصر (تحت التنمية) – انظر المراجع العربية.

(٢) قطاع الإرشاد التعدينى، هيئة المساحة الجيولوجية (١٩٥٨) انظر المراجع الأجنبية تحت «M».

لذلك رأت هيئة المساحة الجيولوجية ضرورة إعادة تقييم هذا الخام تقييما كاملا (٧٣١-١٩٧٥) لمعرفة جميع متغيراته الكمية والنوعية واحتياطياته المؤكدة.

ونتيجة للدراسات التى قامت بها الهيئة، فقد تم إثبات ما يقرب من ٦٤ مليون طن من الخام (احتياطيات جيولوجية)[1] القابلة للزيادة حيث يوجد امتداد غير ظاهر للخام فى مساحة تقارب مساحة المنطقة التى شملها الحفر الآلى

تقدير احتياطى الخام :

لقد تضاربت تقديرات احتياطى الخام المؤكد، كان أقلها هو ٢.٥ مليون طن (عبدالتواب ١٩٦١).

أجريت عملية تقييم احتياطى خام الإلمينيت وتصنيفه باستخدام ثلاث طرق وزنية (جابر نعيم ١٩٨٤)؛ طريقة المقطع العرضى، طريقة المضلع، وطريقة المثلث، وكانت النتائج كما فى الجدول رقم ١١:

جدول رقم ١١: جابر نعيم ١٩٨٤

الطريقة	الكمية مليون طن	النسبة٪						
		$Ti O_2$	Fe	$Si O_2$	Mg O	Ca O	$V_2 O_5$	$Cr_2 O_3$
١- المقطع العرضى	٤٠.٥٠	٣٤,٠١	٣٦,٢٧	٦,٦٠	٣,٢٨	١,٥٧	٠,٢٦٠	٠,٠٣٠
٢- المضلع	٤١.٨٠	٣٤,٤٣	٣٦,١٦	٦,٤١	٣,٢٨	١,٥٤	٠,٢٦٥	٠,٠٣٠
٣- المثلث	٤٠.٨٠	٣٤,٦٣	٣٦,١٠	٦,٢٦	٣,٢٢	١,٥٠	٠,٢٦٦	٠,٠٣٠

يتضح من الجدول عاليه أنه يمكن اعتبار متوسط نسبة أكسيد التيتانيوم حوالى ٣٤.٠ ، ومتوسط نسبة الحديد حوالى ٣٦.٠.

لقد تم تقسيم الخام إلى مستويات سمك كل منها ٢٥ مترا. كما تم حساب الكمية بالطن والنوع لكل مستوى، ووقعت على خرائط ١: ١٠٠٠. كما تم دراسة العلاقة بين نوع الخام والعمق، وبناء عليه تم تقسيم الخام رأسيًا إلى:

١- خام غنى نسبيا قرب السطح. وهو الخام المؤكسد.

٢- خام متوسط النسبية.

٣- خام ضعيف نسبيا.

لقد تم حساب الكمية بالطن ومتوسط الخام الغنى قرب السطح كما يلى:(جابر نعيم – ١٩٨٤)

الكمية مليون طن	$Ti O_2$	Fe	$Si O_2$	Mg O	Ca O	$V_2 O_5$	$Cr_2 O_3$
٨.٤	٣٨.٧٨	٣٦.٥٨	٥.٠٨	٣.٠٨	١.٤٩	٠.٢٨	٠.٠٢٧

إن كل ما يعنينا من هذا الخام هو إمكانية الحصول على المعادن المكونة له اقتصاديا، فمثلا من متوسط التحاليل عاليه لخام السطح فقد اعتبر كخام فناديوم بمقارنته بخام منجم ألارد بكويبك بكندا. ولكن الأهم

فى مجال موضوعنا هنا لدراسة إنتاج خام الحديد هو دراسة فصل الحديد عن التيتانيوم والمواد الأخرى المكونة لخام الإلمينيت.

لذلك أسندت للمعامل المركزية التابعة للمساحة الجيولوجية عمل تجارب تركيز وفصل لخام الإلمينيت، تم نشرها تحت رقم ٢٤ لسنة ١٩٦٣ بعنوان «مصادر جديدة لإنتاج كتل الحديد من خام أبو غلفة» بمعرفة أحمد عيد ١٩٦٣.

فى سياق استخراج والتعامل مع خام الإلمينيت الأحمر (١٠ ملايين طن) لإنتاج إما تيتانيوم أو أكسيد التيتانيوم أو كليهما للاستهلاك القومى، وإمكان تصدير أى ناتج للأسواق الخارجية، سوف يتم الحصول على كتل الحديد «Pig iron» كمنتج جانبى ذى قيمة. هذه الكمية سوف تضاف إلى الناتج القومى من كتل الحديد التى ستستخدم بعد المعالجة لإنتاج الصلب والأنواع الأخرى.

الغرض من هذه الدراسة - من وجهة نظر علم المعادن - إعطاء صورة حقيقية عن الطريقة الاقتصادية لكيفية التعامل مع الخام على أساس نتائج الأبحاث التى تم إجراؤها فى المعامل المركزية للأبحاث الجيولوجية، آخذين فى الاعتبار إمكان استخدام مصادر الطاقة القومية وبصفة خاصة الفحم المصرى.

التحليل الكيميائى للخام

تم تحليل عينتين ممثلتين للخام من منطقة أبو غلفة بمعرفة المعامل المركزية التابعة للهيئة المصرية للمساحة الجيولوجية، الأولى من السطح (الخام الأحمر) والتى تأثرت بالتعرية الجوية. والثانية من داخل المغارات (الخام الأسود) غير المؤكسد، والتى لم تتأثر بالعوامل الجوية. وكانت النتائج كالتالى - (الجدول - ١٢).

جدول - ١٢: التحاليل الكيميائية لخام الإلمينيت (عيد - ١٩٦٣).

النسبة المئوية		الخام الأحمر	الخام الأسود
أكسيد التيتانيوم	$Ti O_2$	٣٨,٢٥	٣٩,٥٠
أكسيد الحديدوز	$Fe O$	٢٤,٤٠	٣٠,١٤
أكسيد الحديديك	$Fe_2 O_3$	٢٤,٣٥	١٦,٥٣
معدن الحديد ككل	Fe	٣٦,٠	٣٥,٠
سيليكا	$Si O_2$	٣,٧٠	٤,٦٠
أكسيد الألومنيوم	$Al_2 O_3$	٤,١٩	٤,٦٠
أكسيد الكالسيوم	$Ca O$	٠,٣٨	٠,٣٧
أكسيد الماغنسيوم	$Mg O$	٣,٣٥	٣,٦٢
أكسيد الفناديوم	$V_2 O_5$	٠,٢٩٤	٠,٢٨
أكسيد الفوسفور	$P_2 O_5$	٠,٠٧٨	٠,١٢٩
أكسيد الكروميوم	$Cr_2 O_3$	٠,٠٦٢	٠,٠٥٤
أكسيد المنجنيز	$Mn O$	٠,٢١٤	٠,١٩٢

قطب (١٩٦٥) أعطى متوسط معدل التركيب الكيميائى لخام الإلمينيت كما يلى:

جدول -١٣: عينة السطح (الخام الأحمر)

		النسبة المئوية
أكسيد التيتانيوم	$Ti O_2$	يتراوح من ٣٧.٠٩ إلى ٤١.٠٤
أكسيد الحديدوز	$Fe O$	يتراوح من ٢٧.٩٣ إلى ٣٥.٦٣
أكسيد الحديديك	$Fe_2 O_3$	يتراوح من ١٧.٤٧ إلى ٢٣.٠
سيليكا	$Si O_2$	يتراوح من ١.٢٠ إلى ٧.٧٦
أكسيد الألومنيوم	$Al_2 O_3$	يتراوح من ٠.٥٨ إلى ١.٩٢
أكسيد الفناديوم	$V_2 O_5$	يتراوح من ٠.٣١ إلى ٠.٣٨
أكسيد المنجنيز	$Mn O$	يتراوح من ٠.٣٤ إلى ٠.٩٧
أكسيد الماغنسيوم	$Mg O$	يتراوح من ٠.٥٤ إلى ٢.٨١
أكسيد الكالسيوم	$Ca O$	يتراوح من ٠.٠٩ إلى ٠.٧٥
أكسيد الصوديوم	$Na_2 O$	يتراوح من ١.٨٨ إلى ٢.٨٨

جدول -١٤: عينة السطح (الخام الأحمر)

		النسبة المئوية
أكسيد التيتانيوم	$Ti O_2$	يتراوح من ٣٣.٨٩ إلى ٣٧.٦٥
أكسيد الحديدوز	$Fe O$	يتراوح من ٢٥.٩٤ إلى ٣١.٣٣
أكسيد الحديديك	$Fe_2 O_3$	يتراوح من ٦.٣٤ إلى ٢٣.٨٥
سيليكا	$Si O_2$	يتراوح من ٤.٤٤ إلى ٧.٩٠
أكسيد الألومنيوم	$Al_2 O_3$	يتراوح من ١.١٩ إلى ٥.٣٤
أكسيد الفناديوم	$V_2 O_5$	يتراوح من ٠.٢٩ إلى ٠.٣٩
أكسيد المنجنيز	$Mn O$	يتراوح من ٠.٢١ إلى ٢١.٢٠
أكسيد الماغنسيوم	$Mg O$	يتراوح من ٠.٨٧ إلى ٣.٣٧
أكسيد الكالسيوم	$Ca O$	يتراوح من ٠.٠٩ إلى ٠.٧٥
أكسيد الصوديوم	$Na_2 O$	يتراوح من ١.١٥ إلى ٢.٧٤

معالجة خام الإلمينيت

أجريت عدة أبحاث لمعالجة هذا الخام، أهمها تلك التى قامت بها هيئة المساحة الجيولوجية فى معاملها المركزية وتلك التى قامت بها هيئة دياج الألمانية، وهيئة تسفيت بروم اكسبورت السوفيتية. خلصت معالجة خام الإلمينيت إلى إمكانية استخدام الطرق الآتية:

١ - إذابة الخام بالماء لإذابة التيتانيوم الموجود، ثم استبعاد مواد الخبث، ثم ترسيب التيتانيوم للحصول على أكسيد التيتانيوم النقى $Ti O_2$ كأصباغ.

هذه الطريقة تستخدم للخام الغنى، وإلا فسوف يكون الفاقد فى المذيب مرتفعًا جدًّا بحيث تكون هذه الطريقة غير اقتصادية. لذلك فخام أبو غلقة ليس مناسبا لاستخدام هذه الطريقة.

٢ - صهر الخام لاختزال الحديد والتيتانيوم معًا للحصول على سبيكة حديد وتيتانيوم. هذه الطريقة تحتاج لخام غنى يحتوى على حديد وتيتانيوم بنسبة مطلوبة للحصول على سبيكة معيارية؛ لذلك فخام أبو غلقة ليس مناسبًا لهذه الطريقة.

٣ - صهر الخام لاختزال الحديد فقط وفى نفس الوقت تركيز أكسيد التيتانيوم فى الخبث للحصول على خبث غنى بأكسيد التيتانيوم. هذا الخبث سيعالج بعد، إما بالذوبان للحصول على أصباغ أكسيد التيتانيوم، أو للحصول على معدن تيتانيوم طبقا لطريقة كرول «kroll». هذه الطريقة لا تحتاج بالضرورة لخام غنى بِمَعَادِنِه، لذلك فهذه الطريقة هى المقترحة لمعالجة خام أبو غلقة.

وطبقًا لطريقة كويبيك «Quebec»، فإن الخبث المعيارى يجب أن يحتوى على الأقل على ٧٠٪ أكسيد تيتانيوم. وتبعًا للحسابات من تحاليل الخام المعطاة عاليه، يتضح أنه إذا ما عولج الخام مباشرة بطريقة الصهر، فالخبث الناتج سيحتوى على حوالى ٦٨٪ أكسيد تيتانيوم. هذه النسبة أقل من نسبة أكسيد التيتانيوم الصغرى للخبث المعيارى لكويبيك.

لذلك يجب تركيز الخام بأى طريقة تركيز، وذلك للتخلص من بعض الشوائب المعدنية التى ستترسب فى الخبث.

بدأت المعامل المركزية التابعة لهيئة المساحة الجيولوجية فى تركيز الخام الأحمر (المؤكسد)، وعملت على رفع التركيز إلى نسبة عالية. وحتى ذلك الحين تم الحصول على نتائج حسنة كالتالى:

نسبة أكسيد التيتانيوم ($Ti\ O_2$) فى الخام المركز ٤٢,٦٥٪، باستخدام الفصل المغناطيسى الرطب للحبيبات حجم ٠,٥ مم بعد التكسير والطحن، ستعطى ٧٤,٦٪.

الخام المركز وبقايا تجارب التركيز الجيدة ثم تحليلها كليًا وذلك لأهميتها القصوى لأى أبحاث ميتالورجية مستقبلاً. وكانت التحاليل كالتالى: (جدول – ١٥)

جدول رقم – ١٥ (عيد ١٩٦٣).

النسبة المئوية		الخام المركز	النفاية/ البقايا
أكسيد تيتانيوم	$Ti\ O_2$	٤٢,٦٥	٣٦,٧٨
أكسيد حديدوز	$Fe\ O$	٤١,٩٠	٣٤,١٥
أكسيد حديديك	$Fe_2\ O_3$	١٠,٧٢	١٤,٦١
سيليكا	$Si\ O_2$	١,٨٨	٦,٧٤
أكسيد الألومنيوم	$Al_2\ O_3$	٠,٥٣	٣,٧٥
أكسيد الكالسيوم	$Ca\ O$	٠,٣٣	٠,٣٠
أكسيد الماغنسيوم	$Mg\ O$	٠,٩٠	١,١٠
أكسيد صوديوم	$Na_2\ O$	٠,٦٢	٠,٧٦
أكسيد منجنيز	$Mn\ O$	٠,١٤	٠,٨٢
أكسيد بوتاسيوم	$K_2\ O$	٠,٠٢٣	٠,٠٨
أكسيد الفناديوم	$V_2\ O_5$	٠,٤٠	٠,٣٤
أكسيد الكروميوم	$Cr_2\ O_3$	٠,٠٣٩	٠,٠٦٤
أكسيد الفوسفور	$P_2\ O_3$	٠,٠٣٩	٠,٠٥٧
نحاس	Cu	٠,٠٢	٠,٠٤
زنك	Zn	٠,٠١٥	٠,٠٢
كبريت	Z	٠,٢٤	٠,٤٤

إذا انصهر هذا الخام المركز تحت ظروف مثالية (بمعنى اختزال الحديد كلية) فإن الخبث الناتج سيحتوى على: (جدول – ١٦)

$Ti O_2$ = ٪ ٩١	$Mg O$ = ٪ ١.٩١
$Si O_2$ = ٪ ٤	$Na_2 O$ = ٪ ١.٣٢
$Al_2 O_2$ = ٪ ١.١٣	$K_2 O$ = ٪ ٠.٠٤٩
$Ca O$ = ٪ ٠.٧٠٢	

وهذا الخبث المثالى لا يمكن الحصول عليه فى الصناعة، حيث إنه لابد وأن يكون هناك بعض أكاسيد الحديدوز التى لم يتم اختزالها فى هذا الخبث (المثالى). فطبيعى أن يحتوى هذا الخبث على ١٠٪ أكسيد حديدوز.

وبناء عليه، فإن الخبث المتوقع فى الصناعة بعد عملية الانصهار للخام المركز سوف يعطى النتائج التالية:

(جدول – ١٧)، طبقا للحسابات:

$Fe O$ = ٪ ١٠	$Ca O$ = ٪ ٠.٦٣٢
$Ti O_2$ = ٪ ٨١.٩	$Mg O$ = ٪ ١.٧٢٤
$Si O_2$ = ٪ ٣.٦	$Na_2 O$ = ٪ ١.١٩
$Al_2 O_2$ = ٪ ١.١٧	$K_2 O$ = ٪ ٠.٠٤٤

لذلك قامت المعامل المركزية ببناء فرن كهربى مناسب للوصول إلى درجة حرارة حوالى ١٧٠٠°م، لإجراء اختبارات الانصهار، للحصول على حديد مختزل وخبث غنى بأكسيد التيتانيوم ($Ti O_2$) من الخام المركز.

ملاحظة: جميع حسابات الخبث تمت على أساس استخدام رماد فحم الكوك الحر.

يمكننا أن تتابع بالحسابات لنرى ما يمكن الحصول عليه من كتل الحديد والخبث من طن خام مركز، ولمعرفة تحاليل كتل الحديد التى يتم الحصول عليها.

طن واحد من الخام المركز عند صهره فى الفرن الكهربى يعطى:

٥٢٢ كجم خبث يحتوى على التحاليل فى الجدول – ١٧
٣٦٢ كجم حديد مختزل
المجموع ٨٨٤ كجم

فى حالات الانصهار فى الفرن الكهربى فإن التخلص من الكبريت «S» والفوسفور «P» غير مضمون أو غير أكيد. لذلك فإنه من المفترض أن الكبريت والفوسفور والمنجنيز يتم اختزالها أيضًا كلية وتنجرف مع الحديد المصهور لتعطى كتل الحديد تحاليلها كما يلى (الجدول رقم -١٨):

جدول – ١٨ : حساب تحاليل كتل الحديد الناتجة من الإنصهار:

Fe = ٪ ٩٨,٩	Cu = آثار
P = ٪ ٠,٠٤٦	Cr = آثار
S = ٪ ٠,٦٦	V = آثار
Mn = ٪ ٠,٢٩٥	Ti = آثار

من التحاليل عاليه يمكن القول بأن كمية كتل الحديد المتوقع إنتاجها جيدة جدًا، حيث إن نسبة الكبريت والفوسفور منخفضة جدًا ووجود المنجنيز مرغوب فيه فى كتل الحديد Pig iron[1].

الطريقة المقترحة لمعالجة خام أبو غلقة المركز:

من الحسابات السابقة يمكن القول بأن طريقة كويبيك هى الأنسب لمعالجة الخام المركز الذى تم الحصول عليه كما هو مبين عاليه.

فى هذه الطريقة، الفرن الكهربى وفحم الكوك (كعامل مختزل) استُخْدِما لصهر الخام للحصول على كتل الحديد والخبث الغنى بالتيتانيوم. ولاقتصاديات هذه الطريقة، فإنه من الضرورى استخدام التيار الكهربى وفحم الكوك بأسعار زهيدة.

هذه الظروف الاقتصادية غير متاحة حاليًا (عيد ١٩٦٣):

١ – فحم الكوك يجب أن يستورد من الخارج[2].

٢ – أسعار التيار الكهربائى مرتفعة.

إذن فالمطلوب الآن مناقشة هاتين النقطتين لخفض تكلفة الإذابة فى الفرن الكهربى، وهما:

١ – خفض استهلاك الطاقة الكهربية.

٢ – إمكانية استخدام الفحم المصرى كعامل مختزل فى فرن الانصهار.

هناك طريقة جديدة متطورة تم تنفيذها بمعرفة أ. أدى «Prof. Udy». فى هذه الطريقة أمكن توفير بعض من الطاقة الكهربية باستخدام فحم منخفض الجودة لتسخين الخام مقدما، وقبل اختزال الخليط أى قبل نقله إلى الفرن الكهربى.

الخليط المتكون من الخام والفحم المنخفض الجودة، يوضع أولاً فى فرن دوار ليتم تسخينها إلى درجة ١٠٠٠°م – ١١٠٠°م حيث يتم اختزال جميع أكاسيد الحديد إلى أكسيد حديدوز المختزل «FeO » ومعدن الحديد « Fe ». ناتج هذا الفرن الدوار ينقل كتغذية للفرن الكهربى للإذابة الإضافة لإنتاج كتل الحديد «Pig iron» والخبث الغنى بأكسيد التيتانيوم «TiO_2 – rich slags».

(١) عيد (١٩٦٣).

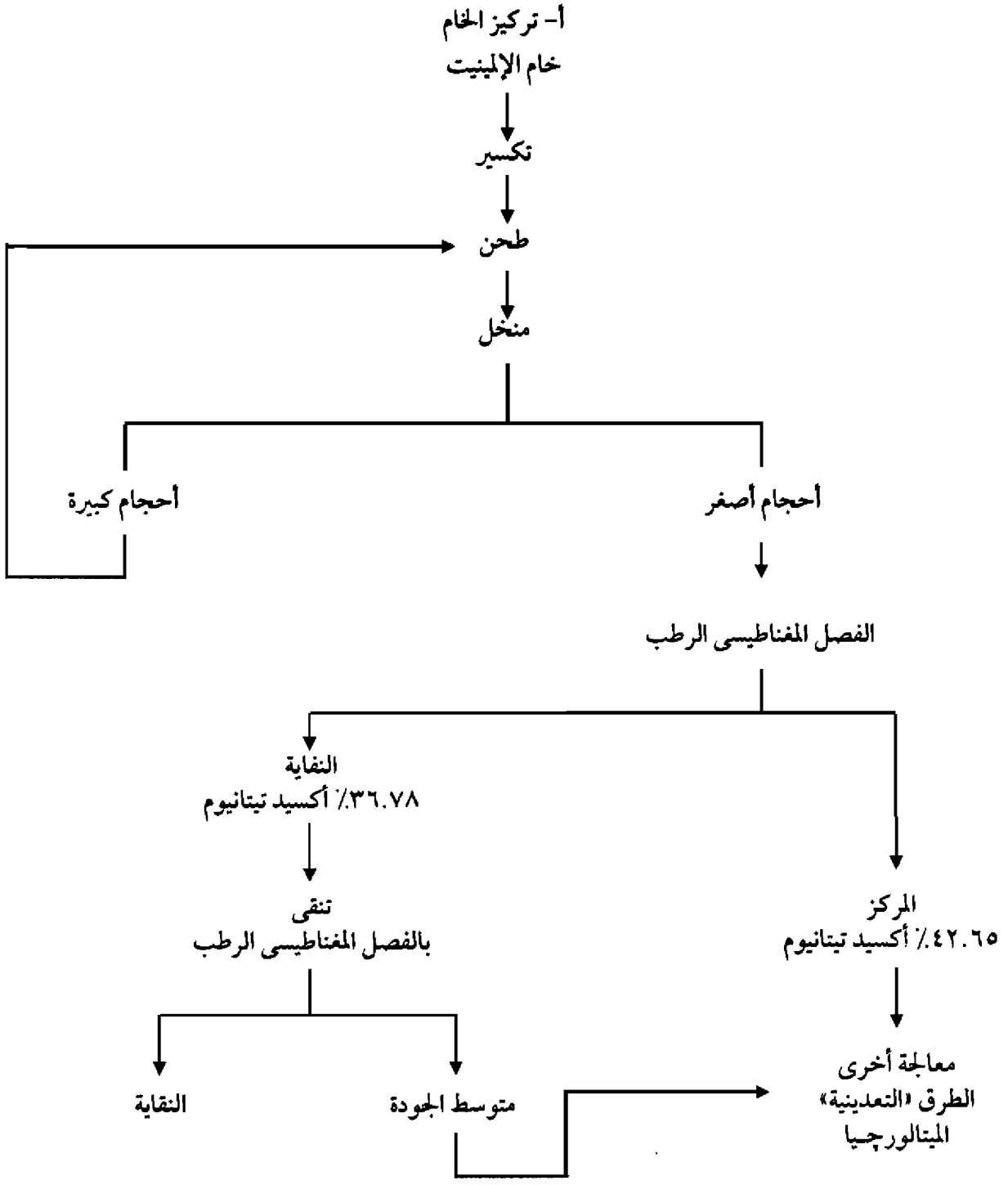
(٢) لم يكن هناك إنتاج لفحم الكوك فى مصر وقت تنفيذ هذه الدراسة.

يمكن تلخيص فوائد هذه الطريقة الجديدة المتطورة فيما يلى:

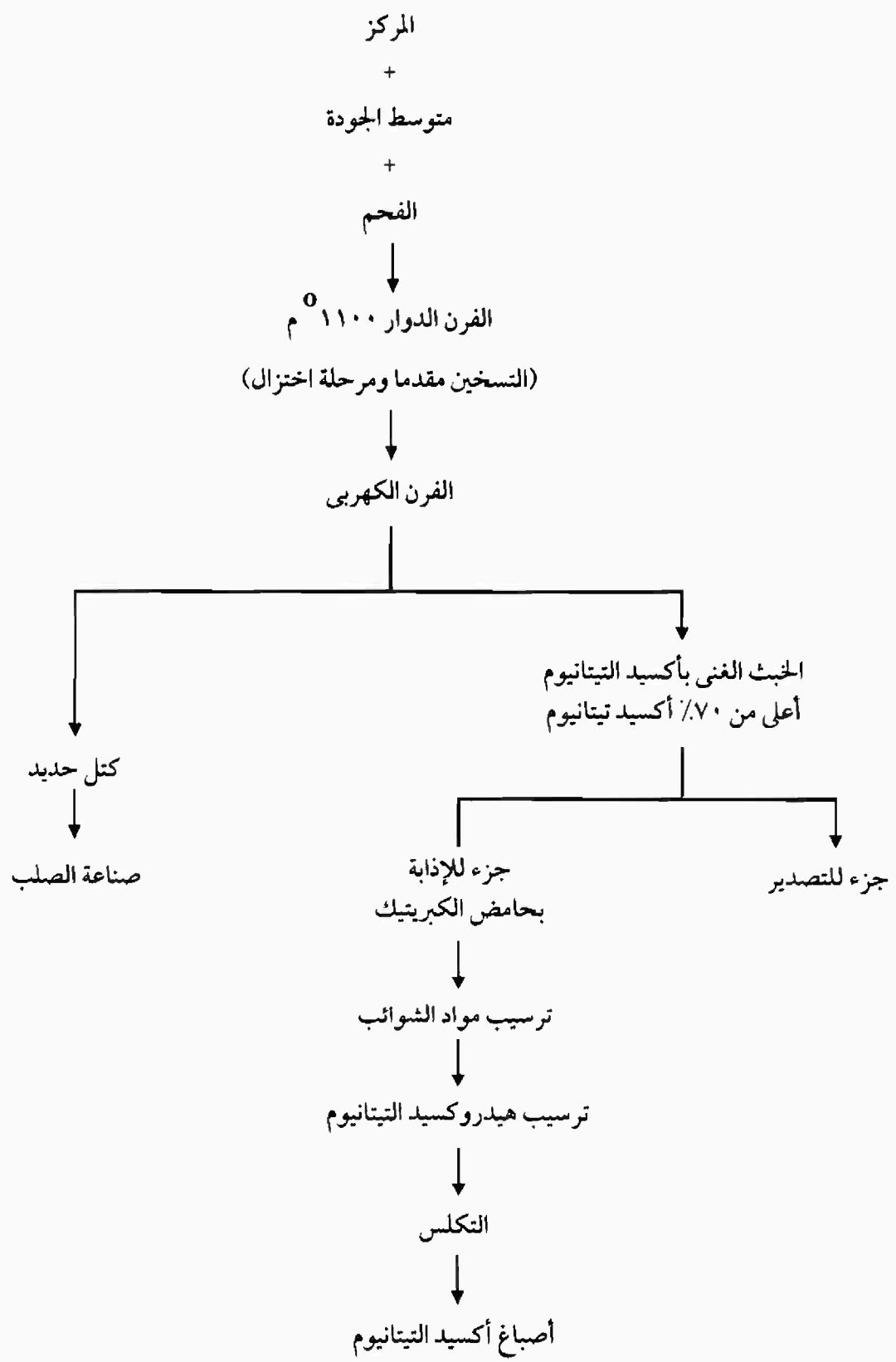
١ - انخفاض تكلفة الطاقة بنسبة تتراوح بين ١٥ - ٢٠٪.

٢ - إمكانية استخدام الفحم المصرى بمنجم المغارة.

طريقة معالجة الخام (عيد - ١٩٦٣)



ب- طريقة الانصهار



جـ- حديد وسط الصحراء الشرقية:

فى أوائل القرن التاسع عشر، وبالأخص خلال حكم محمد على لمصر نشط الاستكشاف الجيولوجى بدرجة كبيرة فقد اهتم محمد على بالتنقيب عن الخامات المعدنية، فأوفد البعثات - من علماء من بروسيا وفرنسا والنمسا والمجر وإيطاليا - تجوب الصحراء المصرية.

- فى سنة ١٨٢٢، سجل بيرتون مشاهداته تشغيل منجم قديم لأكاسيد الحديد وكربونات النحاس بوادى الدب شمال الصحراء الشرقية.

- فى سنة ١٨٢٣، وصف بروشى «Brocchi» نتائج رحلته فى جبال الصحراء الشرقية، فزار وادى أم قرية حيث وجد كميات من أكاسيد الحديد الميكائية، وظن أن هذه الأكاسيد هى هدف التعدين القديم، ولم يعلم أن المنجم كان لتعدين الذهب. ثم زار معدم الفواخير للذهب ولاحظ وفرة الجالينا فى عروق الكوارتز، وظن أنها كانت هدف التعدين أيضًا، ثم مَرَّ بوادى الدب وسجل وجود أكاسيد الحديد، والتى سبق أن سجل بيرتون مشاهدته لها.

- فى سنة ١٨٢٦، عثر ويلكنسن «Wikinscn» على ميناء القصير القديم، الذى أطلق عليه اسم فِلْتيرا «Philltera» أخت بطليموس فيلاديلوس، ويقع على بعد ٤ كم شمال ميناء القصير الحالى.

- وفى سنة ١٩٧٨-١٩٧٩، عثر فريق من العلماء الأمريكيين بموقع الميناء القديم على أقمشة وقطع زجاج وفخار وورق بردى وغيرها مما استدلوا على بنائه فى المرحلة الأولى من الحكم الرومانى فى سنوات ما قبل الميلاد، واستمر تشغيله حتى القرن الرابع الميلادى. كما عثرت البعثة فى الجزء الشمالى الغربى من موقع ميناء القصير القديم على بقايا فرن صغير لصهر الحديد وكومة من جلخ الصهر، مما يدل على سابق صناعة حديدية صغيرة فى هذا المرفأ. وخلال وادى النخيل - غرب القصير - عثرت على آثار رومانية لتعدين الحديد وغيره، وهذه أول إشارة إلى استغلال واستخراج خام حديد الصحراء الشرقية.

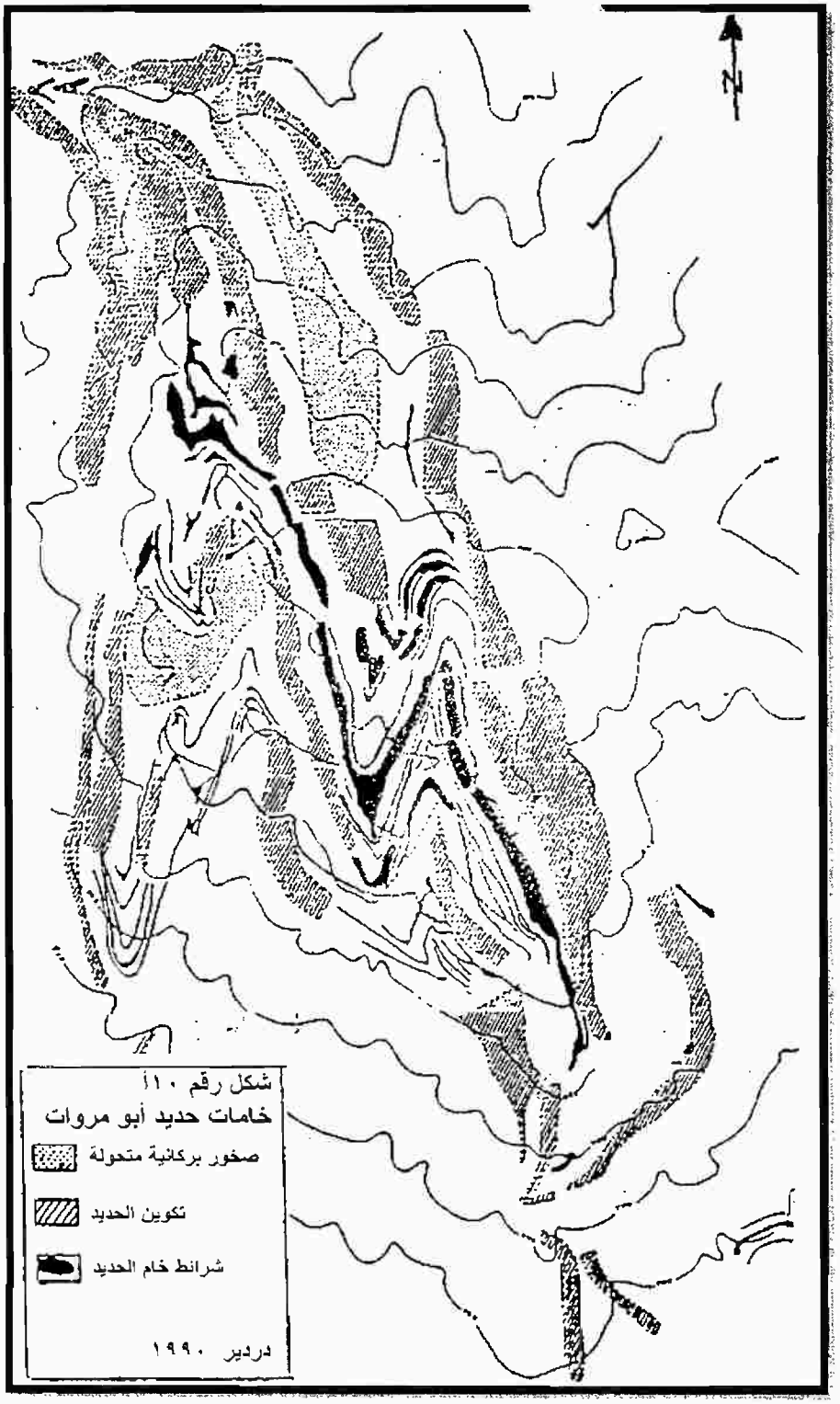
- وفى سنة ١٨٩١، سجل فلوير مشاهدته لخام الحديد فى جبل السباعى جنوب القصير. وربما يقصد وادى الدباح، يقول فلوير أن قبائل البجة تصهر هذا الخام وتستخلص منه الحديد الذى تصنع منه الرماح.

- خلال الاحتلال الإنجليزى لمصر ١٨٨٢ إلى ١٩٥٤، قام د. ليونز بدراسة جيولوجية عن المنطقة الواقعة جنوب شرقى كورسكو، وهو الذى سجل وجود خامات حديد قرب حلفا.

الحديد الشرانطى بالصحراء الشرقية:

لقد اشتق هذا الاسم من صفات وسلوك وجود خام الحديد بوسط الصحراء الشرقية، إذ يوجد على هيئة مجموعات من شرائط وأحزمة من الهيماتيت والماجنيتيت الكوارتزى فى الرسوبيات المتحولة القديمة، يوجد نموذج لها بلوحة أبو مروات شكل - ١٠أ.

بعد أن تعرف عرب العبابدة على خام حديد وادى كريم، توجهت بعثة من مصلحة المناجم والمحاجر (١٩٤٨) لعمل دراسة على خام حديد وادى كريم، وقدرت احتياطياته الظاهرة فوق مستوى سطح الوادى بحوالى ٢.٦ مليون طن، كما تمكنت نفس البعثة من اكتشاف خام حديد وادى الدباح.


N
شكل رقم ١١أ
خامات حديد أبو مروات
صخور بركانية متحولة
تكوين الحديد
شرائط خام الحديد
دردير ١٩٩٠

ثم توالت بعثات المساحة الجيولوجية حيث تمكنت من اكتشاف خمسة عشر موقعا لهذه النوعية من خامات الحديد فيما بين خطى عرض ٢٥° – ٢٧° بوسط الصحراء الشرقية.

لقد تكونت رواسب الحديد هذه فى الأصل مع الرسوبيات التى ترسبت فى الانخفاضات العظيمة بالقشرة الأرضية «Geosynclines» فى عصر ما قبل الكامبرى المبكر، ثم تعرضت لعملية التحول الإقليمى.

تتواجد هذه الترسيبات فى ٧ مناطق هامة بالصحراء الشرقية فى الجنوب والجنوب الغربى من مدينة القصير، وعلى مسافات من ٣٨كم حتى ١٣٠كم، وهذه المناطق من الشمال إلى الجنوب (شكل -١٠) كالتالى: أبو مروات، وادى كريم، وادى الدباح، أم خميس، الزرقا، جبل الحديد، أم نار.

أما تواجده فى المناطق الأخرى فيوجد بنسب أقل من ناحية الكم، حيث توجد على هيئة عروق كوارتز تحتوى هيماتيت معها ميكا. تقطع عروق الكوارتز صخور الديوريت والجرانيت.

يتواجد خام الحديد فى هذه المناطق على هيئة طبقات متبادلة من أكاسيد الحديد (الماجنيتيت والهيماتيت) وطبقات من الشيست والكوارتز، ويتراوح سمك طبقات الحديد من ١.٥ مترا إلى ٧ أمتار، وتكون هذه الطبقات فى أغلب الأحيان ذات ميول شديدة، ويتخلل طبقات خام الحديد عروق من الكوارتز أو الرايوليت. ويوجد الحديد أيضًا على هيئة طبقات حديد، ذات لون أسود تتخلل صخور الحجر الطينى المتحول، وتحتوى على قواطع صخور بركانية.

ومن الناحية التصنيفية فإن خام الحديد الشرائطى يتم تصنيفه إلى نوع الألجوما «Algoma type» وذلك لكونه ذا أصل بركانى ومحاط بصخور بركانية، حيث إن التركيب المعدنى له ينحصر فى معادن الماجنيتيت – الهيماتيت – المارتيت ونادرا الليمونيت.

يتميز خام حديد منطقة أم نار باللون المعدنى اللامع، الصفائحى، ومعظم طبقات الحديد فى وضع عمودى، بينها طبقات من الشيست الكوارتزى.

ويقدر احتياطى هذه المناطق بحوالى ٤٢ مليون طن، كما ورد فى تقرير شركة كروب الألمانية (١٩٦٠-١٩٦٢)، وبمتوسط تحاليل كيميائية كالتالى:

حديد ٣٥ – ٤٠٪

أكاسيد الكالسيوم والماغنسيوم ٤.٥ – ٩.٥٪

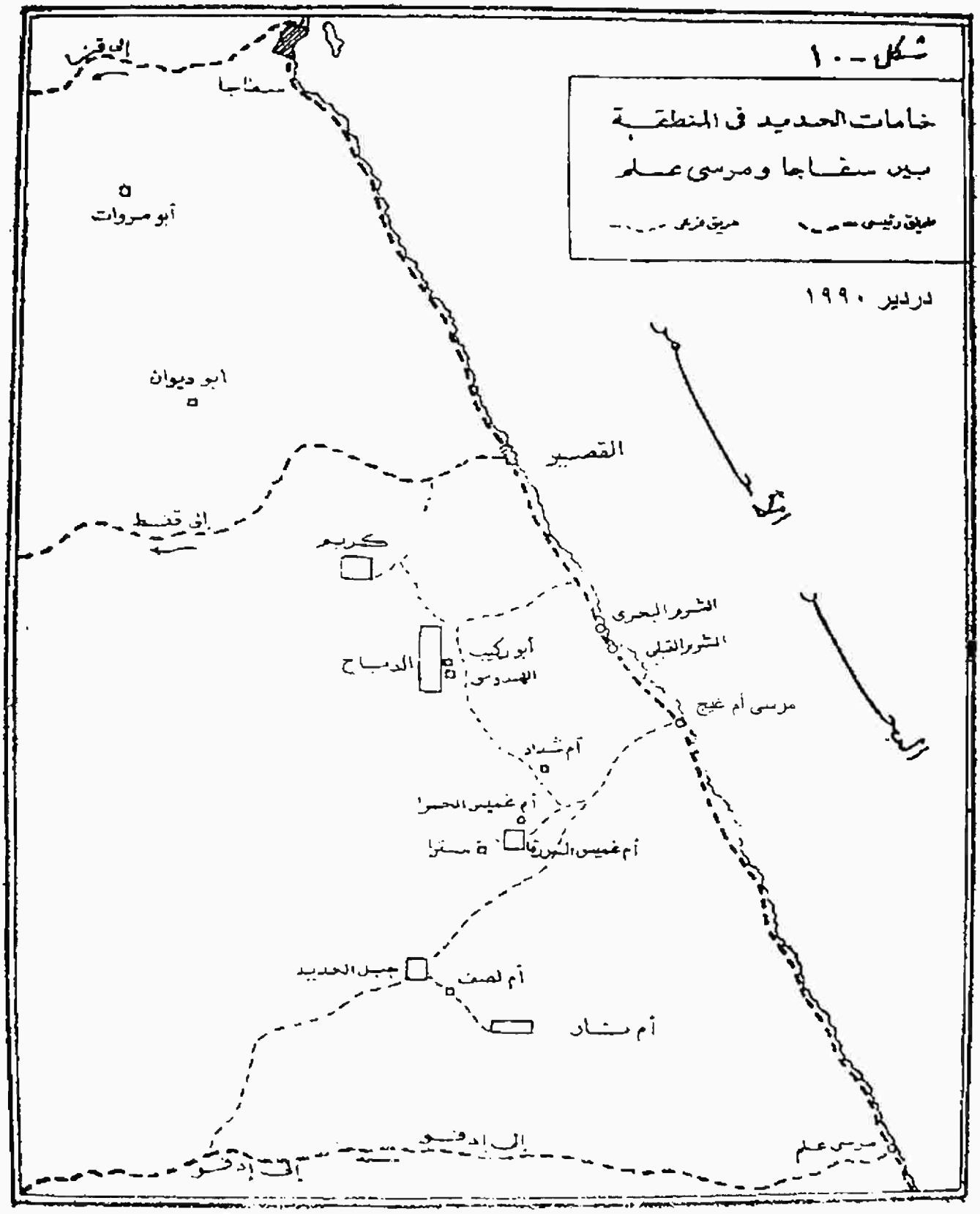
سيليكا ٢٣ – ٣٥٪

أكسيد الألومنيوم ٠.٨ – ٢.٦٪

أكسيد منجنيز ٠.٠٣ – ٠.١٢٪

وتكمن صعوبة التعدين فى هذه المناطق إلى الميول الشديدة لطبقات الخام؛ مما يستدعى استخراج جزء من هذه الخامات بطريقة المنجم المفتوح (المكشوف) والجزء الأكبر بطريقة المنجم تحت السطح، بالإضافة إلى صلابتها الشديدة وتباعد المسافات فيما بينها.

وتتميز هذه الخامات عن بقية خامات الحديد فى جمهورية مصر بارتفاع الثقل النوعى من ٣.٨ إلى ٤.١ مم/ سم٣، وأيضًا الانخفاض الشديد فى محتوى أكسيد المنجنيز والكلور.


شكل - ١٠
خامات الحديد فى المنطقة
بين سفاجا ومرسى علم
طريق رئيسى
طريق فرعى
دردير ١٩٩٠
إلى قنا
سفاجا
أبو مروات
ابو ديوان
القصير
إلى قنا
كريم
الشور البحرى
الشور القبلى
أبو ركيب
الدباح
مرسى أم غيج
أم شداد
أم غميس الحمرا
أم غميس الشرقية
سترا
جبل الحديد
أم لصف
أم شار
إلى إدفو
إلى إدفو
مرسى علم

وفى الدراسات الحديثة أثبتت التحاليل الكيميائية أن نسبة الحديد الكلى فى هذا الخام تتراوح ما بين ٥٩.٧٪ (وادى كريم) إلى ٣٢.٧٪ (وادى الدباح)، أما نسبة السيليكا فإنها تتراوح ما بين ١٢.١٪ (وادى كريم) إلى ٣٥.٥٪ (وادى الدباح). أما نسبة الفوسفور فإنها تتراوح ما بين ٠.١٦٪ (وادى كريم) إلى ١.١٨٪ (أبو مروات). ولقد قدرت الاحتياطيات المؤكدة لهذا الخام فى هذه الدراسة بحوالى ٥٣.١ مليون طن (أحمد عاطف ١٩٩٠).

وفى دراسة استطلاعية حديثة عن علاقة الحديد الشرائطى بمعدنة الذهب، تم تسجيل تواجد لمعدن الذهب فى الحديد الشرائطى لمناطق: وادى كريم – أم نار – جبل الحديد – أم خميس – وادى لادباح، بمتوسط قدره ٥.٧٤ جرام/ طن – ٤.٢ جرام/ طن – ٠.٦ جرام/ طن – ١.٠٥ جرام/ طن – ١.٥ جم/ طن على التوالى (الشيمى وسليمان – ٢٠٠٢).

وجود خام الحديد الشرائطى فى شكل عروق منفصلة محاطة بصخور القاعدة الصلبة، وفى أماكن ذات طبوغرافية مرتفعة، علاوة على قلة الاحتياطى تقلل كثيرًا من وضعه الاقتصادى كخام للحديد. بالإضافة إلى تعرض هذه المناطق لعوامل تكتونية عنيفة أدت إلى تكسر هذه العروق وزحزحتها فى الاتجاه الرأسى والاتجاه الأفقى؛ الأمر الذى يشكل صعوبة فى دراسة وكذا تعدين هذه المناطق مستقبلًا.

ثانيًا: رواسب خام الحديد بالصحراء الغربية:

يوجد الحديد فى مناطق متفرقة بالصحراء الغربية، حيث يوجد:

- فى شمال الصحراء الغربية: جبل حديد، غرب وادى النطرون
- فى وسط الصحراء الغربية: منطقة الواحات البحرية.
- فى أقصى الجنوب الغربى من الصحراء الغربية: منطقة الجلف الكبير – العوينات.

ويعتبر خام حديد الواحات البحرية هو الأعلى نوعًا والأكبر كمًا، لذلك سنبدأ بعرض منطقة الواحات البحرية.

أ- منطقة الواحات البحرية:

موقع وطبوغرافية الواحات البحرية: شكل - ١٤

تقع الواحات البحرية فى الجنوب الغربى من القاهرة، فى الصحراء الغربية، على بعد ٢٧٠كم، وحوالى ١٩٠كم غرب سمالوط على النيل، وتنحصر بين خطى عرض ′46 °27 و′30 °28 شمالًا، وبين خطى طول ′30 °28 و′10 °29 شرقًا. والواحات البحرية منخفض طبيعى كبير، مثلها مثل منخفضات الصحراء الغربية، ولكنها تختلف عنها فى كونها محاطة بحافة مرتفعة من جميع الجهات ووجود عدد كبير من التلال المنعزلة فى وسط المنخفض. يتميز الحائط المحيط بالمنخفض فى الواحات البحرية بكونه متعرجًا وبصفة خاصة الجانب الغربى منه. وشكلها العام بيضاوى – بمثل قلب الصحراء الغربية النابض – يمتد محورها الأكبر شمال شرق، مع امتداد ضيق عند طرفيه. يبلغ طول محورها الأكبر الممتد شمال شرق – جنوب غرب حوالى ٩٤كم، وعرضها الأكبر عمودى على طولها يبلغ حوالى ٤٢كم، ويغطى المنخفض مساحة قدرها ١٨٠٠كم٢. الفرق بين منسوب سطح الواحة البحرية من المستوى العام للهضبة المحيطة بها أقل من ١٠٠ متر.