

كراسات «مصرية»

سلسلة غير دورية
تعنى بالبعد المصرى لقضايا العلم والمستقبل
رئيس التحرير أ.د. أحمد شوقى
مدير التحرير أ. أحمد أمين
المراسلات :

المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية
رأس المال المصرى وللدفعة ١٨,٢٨٥,٠٠٠ جنيه مصرى
١٢١ شارع التحرير - الدقى - الجيزة
القاهرة - جمهورية مصر العربية
تليفون : ٣٣٣٦١٢٨٨ - ٣٧٤٨٥٣٨٢ (٢٠٢)
فاكس : ٣٧٤٩١٨٩٠ (٢٠٢)



المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية

الحاصلة على شهادة الجودة

ISO 9002

Certificate No.: 82210
03/05/2001

خام الحديد فى مصر

مواقع استكشافه - الدراسات الجيولوجية

نظريات تكوينه

الآراء الواردة في هذه السلسلة تعبر عن رؤية مؤلفيها، وعلى مسئوليتهم الخاصة،
والمكتبة الأكاديمية تقدمها وتفتح الباب للحوار حولها، مع الترحيب بالمساهمات
التي تثري هذا الحوار بما فيه صالح الوطن.

خام الحديد فى مصر

مواقع استكشافه – الدراسات الجيولوجية

نظريات تكوينه

د. عبده عبده البسيونى



الناشر

المكتبة الاكاديمية

شركة مساهمة مصرية

٢٠١٢

حقوق النشر

الطبعة الأولى ٢٠١٢م - ١٤٣٣هـ

حقوق الطبع والنشر © جميع الحقوق محفوظة للناشر :

المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية

رأس المال المصدر والدفع ١٨,٢٨٥,٠٠٠ جنيه مصرية

١٢١ شارع التحرير - الدقى - الجيزة

القاهرة - جمهورية مصر العربية

تليفون : ٣٧٤٨٥٢٨٢ - ٣٣٣٦٨٢٨٨ (٢٠٢)

فاكس : ٣٧٤٩١٨٩٠ (٢٠٢)

لا يجوز استنساخ أى جزء من هذا الكتاب بأى طريقة
كنت إلا بعد الحصول على تصريح كتابى من الناشر .

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿ وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ

بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنْفَعٌ

لِلنَّاسِ ﴾ [سورة الحديد: الآية ٢٥]

كانت واردة في أذهاننا منذ انطلاقة مشروع «كراسات العلم والمستقبل» في عام ١٩٩٧، وتوالى إصدار سلسله المختلفه (المستقبلية، العلمية، العروض، الثقافة العلمية). لقد طرح فكرتها الأستاذ أحمد أمين، رئيس مجلس إدارة المكتبة الأكاديمية، في أكثر من مناسبة خلال حواراتنا العديدة حول التجديد الدائم لمسيرة الكراسات. وعندما صار للمشروع أسرته الممتدة، التي تضم العديد من الخبرات والكفاءات، صار التخطيط لإصدار السلسلة أمرًا ممكنًا ومطلوبًا. ولعل استعراض عناوين كراسات السلاسل الأخرى يجد أن بعضها قد اقترب من هدف السلسلة الحالية، وقد أن الأوان أن نسعى سوياً، المكتبة الأكاديمية وأسرة الكراسات، إلى تحقيق هذا الهدف من خلال سلسلة خاصة.

العرب، فقد قررت إصدار سلسلة «كراسات مصرية»، التي تعنى كما يوحى اسمها بالبعد المصرى لقضايا العلم والمستقبل المختلفة، الثقافية والاجتماعية والإنتاجية والاستهلاكية والخدمية... إلخ. وفي طرحها لكل قضية، ستعنى كراسات السلسلة بالخلفية المعرفية والعلمية، وتستعرض الواقع المصرى، وتقدم الرؤية المستقبلية لصاحبها بالنسبة لهذه القضية موضوع المناقشة. وهذا التصور المقترح، نتمنى أن تقدم السلسلة إضافة نوعية جديدة للمكتبة العربية، وإن استهدفت البعد المصرى والله الموفق.

ومن حق القارئ أن يتساءل عن هذا الهدف، وأن يتلقى إجابة مباشرة واضحة عن هذا السؤال، باعتباره الشريك الذى تصدر الكراسات من أجله، ولا معيار لنجاحها إلا قبوله لها وترحيبه بها. إن مشروع الكراسات بكل سلسله يستهدف نشر ثقافة العلم والمستقبل مصرياً وعربياً، ويحرص في سبيل ذلك على متابعة الجديد على الساحة العالمية، كما يرحب بمساهمات الأشقاء العرب، وانضمامهم إلى أسرته. ولأن الدار التي ترعى المشروع تؤمن بالدور الريادى لوطنها «مصر»، وبأن نهضتها تعد قاطرة حقيقية لنهضة

تقدم عرضاً علمياً موسوعياً عن خام الحديد في مصر. وقد تعرض فيها دكتور جيولوجى عبده البسيونى إلى جيومورفولوجية مصر وسياستها التعدينية والمشروع القومى لاكتشاف خام الحديد، قبل أن يدخل فى تفاصيل مواقعها المختلفة وبميزاته فى كل منطقة. وينتهى طرحه التفصيلى بمناقشة اقتصاديات خام الحديد ومشاكل تصنيعه. وهذه الكراسة الكبيرة - بالمقارنة بالكراسات الأخرى - تعد مرجعاً سهل التناول لموضوعها، بشكل يفيد من يحتاج إلى معلومات فى مجالها، حتى لا يقتصر حديثه على أمور انطباعية غير موثقة. ورغم كونها كراسة علمية/ معلوماتية بكل المقاييس، ورغم وجود سلسلة خاصة للكراسات العلمية، إلا أن معالجتها المصرية البحتة رجحت إصدارها فى هذه السلسلة.

أحمد شوقى

يناير ٢٠١١

المحتويات

الصفحة	الموضوع
١٣	- تقديم
١٥	- مقدمة
١٧	- جيومورفولوجية مصر
٢٠	- السياسة التعدينية
٢٥	- صناعة التعدين في مصر
٢٩	- مواقع استكشاف خام الحديد في مصر
٣٢	- المشروع القومي لاكتشاف خام الحديد في مصر
٣٣	- تقسيم أنواع خام الحديد
٣٤	أولاً: رواسب خام الحديد بالصحراء الشرقية
٣٥	أ- منطقة حديد أسوان
٣٩	١- رواسب خام حديد شرق أسوان
٣٩	* جيولوجية منطقة شرق أسوان
٥٠	* بيئة الترسيب للتكوين النوبي
٥٢	* العمر الجيولوجي لتكوين الحجر الرملي النوبي
٥٤	* العمر والتركيب الجيولوجي لمنطقة شرق أسوان
٥٦	* أنماط رواسب خام الحديد في منطقة شرق أسوان
٦٢	* التركيب الكيميائي لخام الحديد الأوليني (البطروخي)
٧٥	* حساب كمية خام الحديد الأوليني (البطروخي)
٧٦	٢- رواسب خام حديد جنوب شرق أسوان
٨٠	ب- خام إلمينيت أبوغلفة
٨٢	* تقدير احتياطي الخام
٨٣	* التحليل الكيميائي للخام
٨٤	* معالجة خام الإلمينيت
٨٧	* الطريقة المقترحة لمعالجة الخام

الصفحة	الموضوع
٩٠	ج - حديد وسط الصحراء الشرقية
٩٠	* الحديد الشرائطى بالصحراء الشرقية
٩٤	ثانياً: رواسب خام الحديد بالصحراء الغربية
٩٤	أ- منطقة الواحات البحرية
٩٥	* جيولوجية الواحات البحرية
٩٧	* التركيب الجيولوجى للواحات البحرية
١٠١	* الخريطة الجيولوجية للواحات البحرية
١٠٤	- خام حديد منطقة الواحات البحرية
١٠٤	* الرحلة إلى الواحات البحرية
١٠٦	* الدراسات السابقة لخام حديد البحرية
	١- منطقة الجديدة
١٠٨	* قصة اكتشاف خام حديد منجم الجديدة
١١٣	* موقع وطبوغرافية منطقة الجديدة
١١٤	* جيولوجية منطقة الجديدة
١١٧	* التركيب الجيولوجى لمنطقة الجديدة
١١٨	* الوضع الجيولوجى لخام الحديد بمنطقة الجديدة
١٢٣	* التركيب المعدنى لخام حديد منطقة الجديدة
١٢٨	* التركيب الكيمايى لخام حديد منطقة الجديدة
	٢- منطقة الحرة
١٣٢	* موقع وطبوغرافية منطقة الحرة
١٣٤	* جيولوجية منطقة الحرة
١٦٤	* التركيب الجيولوجى لمنطقة الحرة
١٧٠	* خام الحديد فى منطقة الحرة
١٧٠	* عضو خام حديد الحرة
٧٨	* الوضع الجيولوجى لعضو خام حديد الحرة

الصفحة	الموضوع
١٧٩	* عضو خام حديد الجديدة
١٨٢	* الوضع الجيولوجى لعضو خام حديد الجديدة
٢- منطقة جبل غرابى	
١٩٢	* موقع وطبوغرافية جبل غرابى
١٩٢	* جيولوجية منطقة جبل غرابى
١٩٥	* الوضع الجيولوجى لعضو خام حديد الجديدة بالمنطقة
١٩٨	* التركيب الجيولوجى لمنطقة جبل غرابى
٢٠٠	* التركيب الكيمايى لخام الحديد بجبل غرابى
٢٠٥	* حساب كمية خام الحديد بالمناطق: الحرة - غرابى - ناصر
٤- منطقة خام حديد الحيز	
- أصل خام حديد الواحات البحرية	
٢١٥	Origin of the Bahariya Iron Ore
٢١٧	- منشأ الحديد Source of Iron
٢١٩	- عمر التمعدن Age of Mineralization
٢٢١	- اقتصاديات خام الحديد ومشاكل تصنيعه
٢٣٦	ب- الحديد الشرائطى بمنطقة العوينات
٢٣٨	ج- جبل حديد بوادى النظرون
٢٤٢	المراجع

تحديد الوضع الطباقى الاستراتيجى؛ حيث جاء هذا الوصف دقيقاً جداً بجانب الدراسة التركيبية الجيدة، التى تدل على وجود الحاسة التكتونية لدى المؤلف مكنته من فهم واضح لطبيعة المنطقة على وجه العموم، ومناطق وجود خام الحديد على وجه الخصوص.

لقد اشتملت هذه الدراسة التى نحن بصدددها وصفاً تفصيلياً للحفريات الكبيرة التى أمكن جمعها بهدف تحديد عمر تكوين هذه المنطقة كما سجل الزميل عبده البسيونى وجود تكوينى الحيز والمهوف فى الشمال الشرقى للوحدات البحرية، مما يعتبر إضافة هامة لمعلوماتنا عن هذا الجزء من الوحدات البحرية وتكوين الواحة ومنخفضها.

هذا الكتاب بين أيدينا يدعونا إلى الدعوة لترجمة جميع العلوم إلى لغتنا القومية ومنها وبها يبدأ التطوير العلمى لنواحي العلوم المختلفة مما يفسح المجال لتقديم العلوم ببلدنا دون الاعتماد على لغة الغير.

لقد نقلت اليابان تكنولوجيا العلوم الحديثة إلى لغتها من أمريكا وبلاد أوروبية كثيرة، كذلك فعلت الصين فدجمت هذه العلوم فى لغتها القومية فتقدمت اليابان على الولايات المتحدة بخطوات كبيرة فى مناح كثيرة، وعلى الأخص فى صناعة السيارات، وشاركت أمريكا فى تكنولوجيا الصواريخ والأقمار الصناعية وكذلك تقدمت الصين بشكل واسع فى كافة المناحي العلمية والتكنولوجية الحديثة، بل سبقت أمريكا فى معظم فروع العلم وتطبيقاته.

وعلى الجانب الآخر تأخرت الدول التى استخدمت فى أبحاثها العلمية وعلى وجه الخصوص اللغات الأجنبية فى أبحاثها العلمية وأهملت لغتها

تتقدم الأمم علمياً بتقديم لغتها القومية فى العلوم البحتة والتطبيقية والتكنولوجية، وفى العصر الحديث تقدمت دول حديثة ومنها على سبيل المثال كوريا الجنوبية وماليزيا وأندونيسيا، لغتها القومية كلغة العلم فى أبحاثها ومعاملها. أما الدول التى استمرت فيها اللغة الأجنبية كلغة للعلم فلم تتقدم كثيراً، وهناك شواهد عديدة على ذلك فى العصر الحديث.

كان ذلك هو الدافع للدكتور الجيولوجى عبده البسيونى فى تأليف كتابه عن «خام الحديد فى مصر» مواقع استكشافه - الدراسات الجيولوجية - نظريات تكوينية باللغة العربية ليكون مرجعاً جيولوجياً متواضعاً عن أهم مناطق الحديد فى مصر، ولعل يكون فيه الفائدة المرجوة لدارسى العلوم الجيولوجية ومنهلاً لكل مواطن يبحث عن المعرفة والثقافة.

وقد ركز المؤلف فى كتابه الموسوعى على دراسة رواسب خام الحديد الاقتصادية بمنطقتى الجديدة والحرة بالوحدات البحرية من الناحية الحقلية؛ حيث تمكن المؤلف من تقسيم طبقات خام الحديد طبقات سفلية يعلوها طبقات خام الحديد أخرى. وأمكته من خلال هذه الدراسة تحديد أعمار طبقات الحديد مما يسهل عمليات الكشف عنها وتتبعها فى الحقل. وكان من أهم نتائج دراساته اكتشافه لموقع جديد لخام حديد بمنطقة سميت الجديدة، أكبر وأغنى رواسب الحديد فى مصر، والتي بدأ استغلالها منذ عام ١٩٧٢ لتغذية مصانع مجمع الحديد والصلب بحلوان.

لقد حققت هذه الدراسة إضافات علمية كبيرة إلى جيولوجيا وتكتونية الواحات البحرية ورواسب خام الحديد الاقتصادى بها. لقد جاء هذا العمل جيداً ومشوقاً، فلقد أعطت هذه الدراسة نتائج جيدة بشأن

مواطن الثروة في مصر والعلوم الأخرى، ومنهلاً لكل مواطن يبحث عن المعرفة والثقافة مما يشجع على أعمال الاستثمار بشكل واسع.

وفق الله الزميل الجيولوجى عبده عبده البسيونى في دراسات علمية أخرى باللغة العربية على مناطق أخرى بصحراء بلدنا الغالى.

أ.د/ أحمد عاطف دردير

رئيس هيئة المساحة الجيولوجية الأسبق

القومية واستكانت إلى ما تمليه عليها اللغة الأجنبية من تكنولوجيا العلوم. وليس ذلك مما قامت به أوروبا في نهاية عصر الظلام والجهالة حيث نقل المستشرقون وترجموا علوم وأبحاث علماء العرب والإسلام مما كان سببا في تقدم ونهضة الحضارة الحديثة بأوروبا.

إننا نتطلع إلى أن نرى الكثير من أبحاث العلماء المصريين وعلماء العرب في أفرع العلوم جميعها باللغة العربية وبصفة خاصة كتابة الأبحاث الجيولوجية على مناطق كثيرة من مصر؛ ليكون فيها الفائدة المرجوة لدارس الجيولوجيا وخبراء التعدين والكشف عن

لمختلف الصناعات، بالإضافة إلى رخص ثمنه بالمقارنة بالمعادن الأخرى.

وإذا كان المصريون القدماء قد عرفوا صناعة الحديد باستخدامه في تصنيع الأسلحة وأدوات قطع الأحجار والتي تم استخدامها في بناء الأهرامات والمعابد، فإن إنشاء أول مصنع للحديد والصلب في العصر الحديث قد تمثل في شركة الدلتا للصلب عام ١٩٤٧، وكان مصنعا نصف متكامل يستخدم الأفران الكهربائية لإنتاج حديد التسليح من خردة الحديد. وتلا ذلك إنشاء مصنعين نصف متكاملين كليهما قائم على الأفران المفتوحة لإنتاج حديد التسليح بشركة النحاس المصرية بإسكندرية عام ١٩٤٨، والأهلية للصناعات المعدنية بالقاهرة في عام ١٩٥٣، وقامت المصانع الثلاثة على أساس صهر الخردة المحلية والمستوردة بكميات قليلة وبشكل منقطع لإنتاج حديد التسليح، والذي لم تتجاوز الطاقة الإنتاجية منها ٥٠ ألف طن في العام من المصانع الثلاثة مجتمعة. وفي عام ١٩٥٦، بدأ إنشاء أول مصنع متكامل بشركة الحديد والصلب المصرية بالتبين جنوب حلوان والذي بدأ إنتاجه عام ١٩٥٨، وكانت الطاقة الإنتاجية في هذه السنة ربع مليون طن صلب، ثم أجريت على المصنع توسعات في عام ١٩٧٣ أضافت طاقة إنتاجية ١,٢ مليون طن صلب.

لقد اعتمد مصنع الحديد والصلب بالتبين على صهر خامات الحديد المحلية والمنتجة من خام حديد شرق أسوان بتحاليل تراوحت بين ٤٢,٨-٥٠٪ حديد بمتوسط ٤٦,٨٪. قامت شركة الحديد والصلب المصرية بأبحاث تفصيلية بمنطقة الاستغلال، وقد قدرت الاحتياطات الجيولوجية المؤكدة بحوالى ٣٠

عرف الإنسان خام الحديد منذ ستة آلاف سنة قبل الميلاد، إلا أن عمليات صهره واستخلاصه لم تبدأ إلا في حدود الألف الأولى قبل الميلاد. ودل على ذلك الاستكشافات الأثرية للكثير من مناطق العالم، من خلال ما تم العثور عليه من أسلحة وآنية وآلات أخرى صنعها الإنسان من الحديد، وأحياناً تراكم الخبث الناتج عن عمليات الصهر. اختلفت مناطق العالم في فترة بدء عمليات اختزال وصهر الحديد، حيث بدأت على نطاق واسع في مناطق الشرق الأدنى وجنوب أوروبا منذ حوالى ١٢٠٠ سنة ق.م.، بينما لم يبدأ استخلاصه في الصين إلا في حدود عام ٦٠٠ ق.م. وهناك اعتقاد بأن سكان آسيا الصغرى من الهيتيت هم أول من عرف الحديد، فصنعوا منه أسلحتهم بدلا من البرونز. ثم انتقلت أسرار صناعته إلى باقى الشعوب، من خلال الحروب التي خاضتها مع الهيتيت، حيث انتقلت صناعته إلى غرب آسيا ومصر وجنوب شرق آسيا في حدود عام ١٠٠٠ ق.م. بينما في مصر القديمة سجلت الكتابات الفرعونية على صخور الحجر النوبي شمال محطة السكك الحديدية بأسوان بحوالى ٣,٢ كيلومتر (المدخل الشمالي لوادى أبو عجاج) استغلال الفراعنة لخام الحديد منذ ١٥٠٠ ق.م. - ١٣٥٠ ق.م، كما سنرى فيما بعد في متن هذه الدراسة.

وبمرور القرون، اتسع استخدام وتم بناء الأفران لمعالجة الخام واستخلاص معدن الحديد منه. إلا أن استخدام الحديد على نطاق واسع لم يحدث إلا خلال الثورة الصناعية والتي كانت نتيجة من نتائج التوسع في استخدام الحديد والفحم، ويرجع ذلك إلى ما يتمتع به الحديد من مزايا مهمة كصلابته ومرونته وصلاحيته

مليون بمتوسط ٤٣٪ حديد و ١٧٪ سيليكات، استخرج منها (١٩٥٥-١٩٧٥) حوالي ٩ ملايين طن، و متبقى حوالي ١٧ مليون طن (محمد مزيد ٢٠١٠)، إلا أن نسبة الحديد في الخام انخفضت مع ارتفاع في الشوائب الضارة مثل الفوسفور؛ مما تسبب في صعوبات باللغة واجهت مصانع التبيخ بحلول لسنوات عديدة، مما دعا إلى تكليف هيئة المساحة الجيولوجية بتنفيذ دراسة تفصيلية لخام الحديد بمنطقى جبل غرابى والحرة

بالواحات البحرية. ومع اكتشاف خام حديد منطقة الجديدة بهضبة شمال شرق الواحات البحرية بمعرفة المؤلف فى سبتمبر ١٩٦١، حيث وصل سمك الخام إلى ما يزيد عن ٣٠ متراً، فضلاً عن تفوق خامات الجديدة كماً ونوعاً (حيث بلغت ١٣٠ مليون طن فى عام ١٩٧٣)، لذلك اتخذ القرار بتشغيل مناجم الجديدة لإمداد المصانع بخاماتها، بديلاً لخامات مناجم أسوان التى توقفت تماماً عام ١٩٧٥.

جيومورفولوجية مصر

بالبحر الأحمر والبحر المتوسط، كما تعتبر شواطئ مصر الشمالية أطول شواطئ بلاد البحر المتوسط، يجرى خلالها نهر النيل من الجنوب إلى الشمال فيقسمها إلى شرق وغرب. وتنقسم الأراضي المصرية إلى أربعة أقاليم جيومورفولوجية.

قبل الدخول في تفاصيل الدراسات الجيولوجية لخام الحديد، يرى المؤلف عرض جيومورفولوجية مصر بإيجاز تام، لارتباط وجود رواسب خام الحديد بمناطقها المختلفة: (شكل - ١)

تبلغ مساحة أرض مصر حوالي مليون كيلو متر مربع، بالإضافة إلى القيمة الاقتصادية لمياهها الإقليمية

المساحة م ^٢	نسبتها للمساحة الكلية	
٣٥٠٠٠	٣	١- الأراضي الزراعية (الوادي والدلتا)
٦٨١٠٠٠	٦٩	٢- الصحراء الغربية
٢٢٥٠٠٠	٢٢	٣- الصحراء الشرقية
٦١٠٠٠	٦	٤- شبه جزيرة سيناء

حدود ليبيا إلى وادي النيل شرقاً. ويمكن تقسيمها إلى ثلاث مناطق:

أ- الجزء الجنوبي؛ عبارة عن هضبة من الصخور الرملية النوية، تتخللها نتوءات من الصخور النارية جنوباً، يحده في الشمال حائط الواحات الداخلة والخارجة، المكون من صخور الحجر الجيري الأبيض، به حفريات العصر الطباشيري.

ب- الجزء الأوسط؛ وهو يتميز بوجود طبقات خام الفوسفات متخللة الصخور الطينية والحجر الجيري، ويعلو هذا التكوين صخور الحجر الجيري لعصر الأيوسين الأسفل. في شمال هذا الجزء الأوسط، توجد صخور

١- الأراضي الزراعية (الدلتا ووادي النيل)

على طول امتداد نهر النيل، تُغطى الصخور المحيطة بالوادي بطبقة من فتات المواد المنقولة مع النهر ومكونة لقاع النهر، ويزداد سمك هذا الجزء كثيراً في الدلتا ويقبل في الوادي، وهو عبارة عن طبقات من رمال وحصى حاملة للمياه الجوفية، الجزء العلوي لغطاء السطح ويصل سمكه إلى حوالي ١٠ أمتار تربة طينية ورملية طينية، هي التربة الزراعية الحالية للوادي والدلتا.

٢- الصحراء الغربية

وتمتد الصحراء الغربية من شاطئ البحر المتوسط في الشمال إلى حدود مصر مع السودان جنوباً، كما تمتد من

Carboniferous base . هذه الهضبة الرسوبية تمتد جنوباً حتى مدينة قنا.

وعلى طول امتداد ساحل البحر الأحمر حتى رأس بناس تتمثل رسوبيات الحقب الثلاثي الأخير (ميوسين وبلايوسين) - هذه الرسوبيات تكون هضبة متقطعة منخفضة الارتفاع عن سلسلة الجبال غربها. وتخترق هذه التلال، وفي أماكن قليلة بعض سلاسل الصخور النارية (مثل جبل العش وجبل الزيت) تحت صخور الحجر الجيري والجبس لعصر الميوسين.

ترتفع صخور الشعب المرجانية لعصر الميوسين إلى ١٠٠ مترًا فوق سطح البحر على ساحل البحر الأحمر، بينها وشاطئ البحر الأحمر الحالي تمتد شواطئ العصر الرابع المرتفعة إلى مستوى أقل من سابقها.

٤- شبه جزيرة سيناء

تعتبر سيناء جزءاً مقطوعاً من الصحراء الشرقية بواسطة خليج السويس وقناة السويس - وهو امتداد الأخدود الأفريقي الشرقى شمالاً، ويمكن تقسيم سيناء طبيعياً إلى جزئين:

الأول: الثلث الجنوبي؛ يشتمل هذا الثلث على الصخور النارية والمتحولة، متمثلة كقلب سيناء، يمكن اعتبارها امتداداً لسلسلة جبال البحر الأحمر بالصحراء الشرقية في اتجاه الشمال الشرقى. يقل ارتفاعها تدريجياً في اتجاه الشمال حتى بداية هضبة التيه والعجمة حيث تعلوها - بعدم توافق - صخور الحجر الرملي النوبي، أفقية الترسيب تقريباً وتحت الجناح الأيمن لهذه الصخور النوبية توجد صخور الحجر الجيري المحارى للعصر الكربوني Carboniferous age.

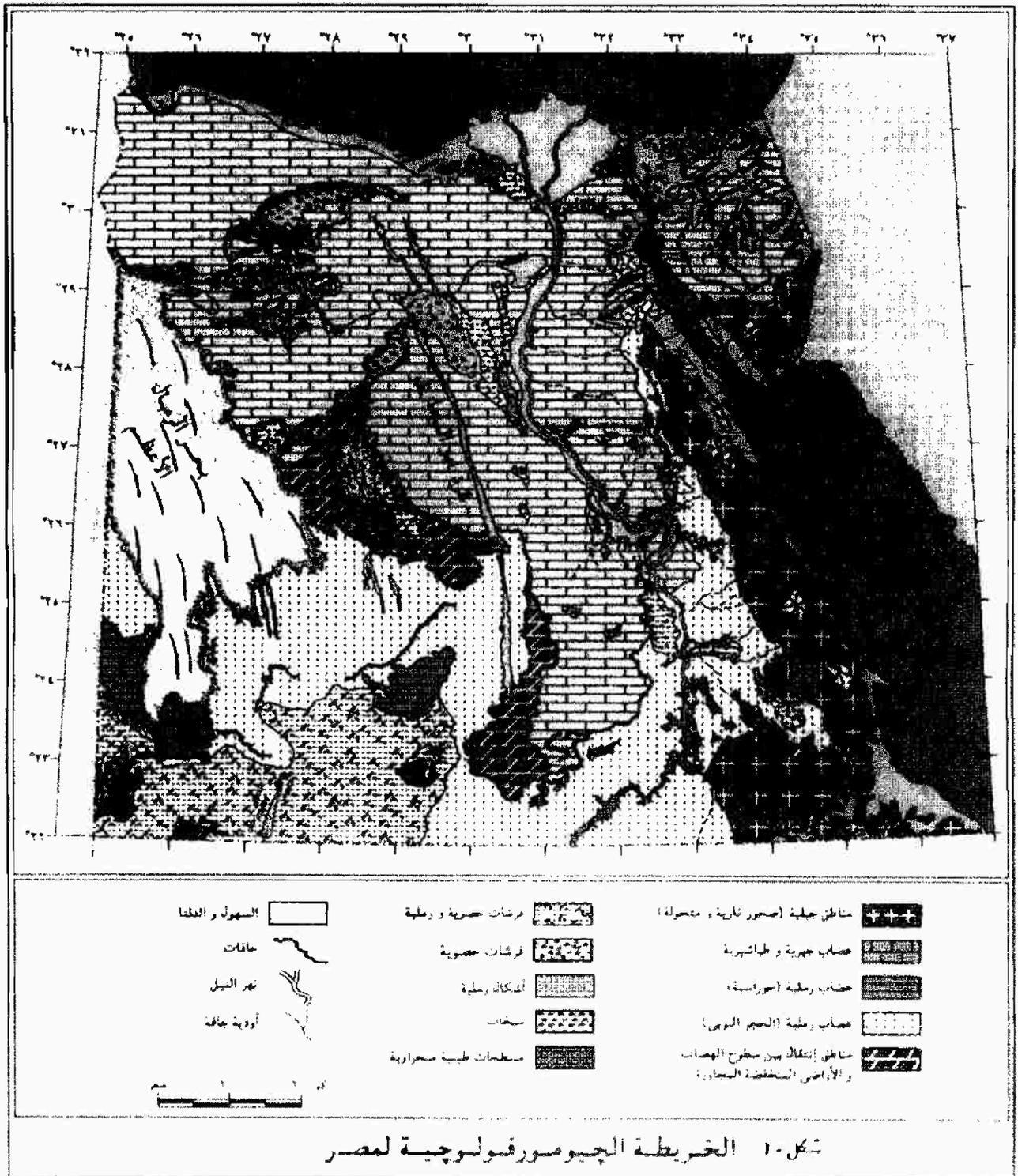
الحجر الجيري والطباشيري لعصر الطباشير الأعلى، تعلوها - بعدم توافق - طبقات عصر الأيوسين الأعلى في مناطق شديدة التحدب والفوالق مثل جبل الخشب، سدّر الخميس ومنطقة أبو رواش. هنا تظهر طفوح صخور البازلت ممتدة خلال رسوبيات عصر الأوليوسين.

ج - الجزء الشمالى؛ وهو عبارة عن هضبة قليلة الارتفاع، معظمها يتكون من صخور الحجر الجيري الحفري لعصر الميوسين. وفي مجملها تنحدر الصحراء الغربية قليلاً نحو الشمال.

٣- الصحراء الشرقية

يحد الصحراء الشرقية وادى النيل غرباً والبحر الأحمر وخليج السويس شرقاً. وهى تتكون من جبال عالية مطوقة بهضبة رسوبية. هذه الجبال العالية تتكون من الصخور النارية والبركانية والمتحولة، تقطعها بأعداد كبيرة السدود مختلفة الأنواع وعروق الكوارتز الحاوى على بعض المعادن ومن أهمها الذهب. تحيط هذه الجبال العالية من الغرب والشمال هضبة رسوبية واسعة: الجزء الجنوبى منها صخور الحجر الرملى النوبى، بينما الجزء الشمالى منها صخور الحجر الجيرى للعصر الطباشيرى الذى يعلوه صخور الأيوسين.

المنطقة الشمالية للصحراء الشرقية عبارة عن هضبة من الحجر الجيري؛ أهم ما فيها هضبة الجلالة القبليّة والجلالة البحرية حيث يفصلها وادى عربية، وهضبة جبل عناق في الشمال جنوب غرب مدينة السويس. تتكون هذه الهضاب من صخور الحجر الجيري النيوليتى لعصر الأيوسين الذى يعلو صخور العصر الطباشيرى وأحياناً طبقات العصر الجوراسى، وأحياناً أخرى بقاعدة من صخور العصر الكربونى



الجيري والحجر الرملي ديورايت، السربنتين، بازلت، جرانيت، السماق الإمبراطوري، بريشيا، الرخام والألباستر وغيرها.

السياسة التعدينية

تمشيا مع سياسة التعدين في مصر لتشجيع شركات التعدين، تغلبت الحكومة المصرية على الصعوبات القانونية والإدارية، والتي عرقلت تطوير وتوسيع صناعة التعدين في البلاد. ففي الخمسينيات من القرن الماضي أخذت الحكومة خطوات نحو صياغة قوانين عديدة، قدمت فيها تعديلات وتحسينات كثيرة للمتخصصين في مجال التنقيب واستثمار خامات المعادن.

الشركات والأفراد وطني وأجنبي سواء، دعوا لاستثمار أموالهم ومجهودهم لاستكشاف الثروة المعدنية للبلاد؛ فالسياسة التعدينية الجديدة في ذلك الوقت قدمت لصناعة التعدين تسهيلات عظيمة. فكانت الشروط الأساسية لها كما يلي:

١- حرية استكشاف المعادن مكفولة، ولكن عمليات التنقيب والاستثمار لا بد لها من ترخيص رسمي لاستغلالها.

٢- حقوق الاستكشاف محفوظة وللمكتشف حق الحصول على رخصة التنقيب، خلال فترة محددة.

٣- فترة التنقيب والبحث لا تزيد عن أربع سنوات.

٤- حددت مساحة رخصة التنقيب والبحث بمسافة ١٦ كيلو متر مربع، نصف المساحة يتم التنازل عنها بعد سنتين، ما لم تتحول رخصة

الثاني: الثلثين الشماليين؛ يتألفان من هضبة كبيرة مستوية من صخور الطباشير للعصر الطباشيري والحجر الجيري الأيوسيني. يميل سطح الهضبة نحو الشمال على وجه العموم، تقطعها إلى الشمال منها بعض سلاسل جبال محدبة التركيب ومتوازية، كبيرة الحجم وذات ارتفاعات مختلفة كنتيجة للطف (الالتواء) بسبب حركة الأرض على طول المحور شمال شرق - جنوب غرب. تظهر الصخور الأقدم غالباً في مراكز الطيات المحدبة كنتيجة لعوامل التعرية. فمثلاً طبقات عصر الترياسي تظهر عند مركز قبة عريف الناقه، وصخور الجوراسي تظهر في وسط سلسلة جبال المغارة، وصخور العصر الطباشيري الأسفل تظهر عند أسفل المنحدر الداخلي لقبة حلال بريسان عنيزة «at Risan Aneiza».

معظم جبال القباب تتكون من طبقات العصر الطباشيري الأعلى، تعلوها بعدم توافق في بعض الأماكن - طبقات الأيوسين الأوسط؛ حيث تظهر الأخيرة عادة عند الحواف الخارجية للقباب بأرضية السهل.

في العصر الحديث تحطو مصر بثبات أكثر تقدماً في الحقل الجيولوجي. ويسجل التاريخ بكل فخر المجهود الضخم للجيولوجيين المصريين في الأبحاث الجيولوجية والتعدينية. فالحاضر مرتبط بقوة مع الماضي، ففي أعماق تاريخ الجنس البشري كان المصري القديم أول من اشتغل بالجيولوجيا والتعدين في صحراء مصر، ويشهد على ذلك ما تركوه لنا من بقايا: أحجار طحن الذهب، قدور التلك، وخرائط مناجم الذهب، وبعض المعابد (معبد سكيث) والآثار الأخرى؛ لقد جابوا الصحراء بحثاً عن الثروة المعدنية: الذهب، الفضة، النحاس، الحديد، الرصاص والزنك، الأحجار الكريمة وصخور الزينة والبناء مثل الحجر

المعادن باشتراطات خاصة وفقاً للمادة ٥٠ من قانون المناجم والمحاجر رقم ٨٦.

٤- قانون العاملين بالمناجم والمحاجر رقم ١٩٨١/٢٧ (عمال وموظفين) - بالإضافة إلى قانون العمال رقم ١٣٧ لسنة ١٩٨١، أصدرت الحكومة المصرية القانون رقم ١٩٨١/٢٧؛ لجذب وتشجيع العمل في صناعة المناجم، وذلك بتقديم امتيازات للعاملين في صناعة المناجم، للعمل على تشجيع التنقيب والاستثمار للمستوى المطلوب.

٥- قانون الاستثمار (توظيف الأموال) رقم ٤٣ - تعديلات للقانون رقم ١٩٧٧/٣٢. قدم القانون رقم ٤٣ حزمة من الحوافز والضمانات لتشجيع الرأسمال الوطني والأجنبي لتوظيف أموالهم في تنقيب واستغلال خامات المعادن.

وزارة البترول والثروة المعدنية مسئولة عن التخطيط، والإشراف، والتنفيذ، وتنسيق وتطوير تنمية الموارد المعدنية طبقاً للسياسة المعدنية المعتمدة بمعرفة الحكومة؛ فالوزارة من خلال الهيئة المصرية للمساحة الجيولوجية والثروة المعدنية «حالياً الهيئة المصرية العامة للثروة المعدنية» قد عهدت إليها طبقاً لترتيبات وإجراءات قانون المناجم والمحاجر رقم ٨٦، لتنظيم وتوجيه الاستكشاف والتنقيب وأعمال الاستغلال أو الاستثمار لجميع الخامات المعدنية. وتتولى هيئة المساحة الجيولوجية المصرية دون غيرها أعمال التنقيب والاستكشاف لخامات المعادن، من خلال تاريخها الطويل، تعتبر المساحة الجيولوجية هي جهاز الدولة المعتمد؛ للبحث عن الثروات الطبيعية والمعادن الهامة وتقدير احتياطياتها وتهيئة المناخ لاستثمارها بالشكل

التنقيب والبحث أو جزء منها إلى عقد استغلال.

٥- الإيجار السنوي لرخصة التنقيب ٢٥ جنيهاً مصرياً لكل ٢ كيلو متراً مربعاً.

٦- الإيجار السنوي لعقد الاستغلال ٥ جنيهاً مصرية لكل هكتار.

٧- لا حقوق تقدم غير أن الإنتاج يخضع للضرائب الصناعية العادية.

٨- الضرائب الصناعية تقدر بنسبة ٥,٢٢٪ من صافي الربح.

وبناء عليه، صدرت قوانين المناجم المصرية منذ عام ١٩٤٨ انعكاساً للسياسة التعدينية الحديثة، حيث تشمل القوانين التعدينية والقوانين الاستثمارية، والتي تخول للمستثمر الحصول على رؤية شاملة لبنود الحقوق والواجبات، والتعهدات التي تقدم لمثل هؤلاء المستثمرين الوطنيين أو الأجانب، من يرغب منهم استكشاف الثروة المعدنية ويطورها وينميها في مصر. وتشمل قوانين المناجم البنود الآتية:

١- قانون المناجم والمحاجر رقم ٨٦ - هذا القانون ينظم عملية الاستكشاف، والتنقيب واستثمار الرواسب المعدنية.

٢- قانون المبخرات الملحية رقم ١٥١ لسنة ١٩٥٦ - لتنظيم استخراج الأملاح من الملاحات الشمسية بواسطة التبخير.

٣- اتفاقات تعدينية مع جانب أجنبي طبقاً لقوانين خاصة: وزارة البترول والثروة المعدنية لها الحق في إجراء اتفاقيات مع الشركات، الهيئات، أو المؤسسات للتنقيب واستثمار

الاتصالات التليفونية، النقل البحري والنهرى، الموانئ، وكذلك الخدمات الاجتماعية مثل المساكن، المدارس، المستشفيات، مراكز التسوق،... إلخ.

٣- تدعيم وتحديث المعاهد الموجودة والعامله في تنمية الموارد المعدنية بإمدادهم بالأموال الضرورية والاعتمادات المالية لاتخاذ التقدم التكنولوجى لتطوير وتحسين العمليات، في جميع مستويات العمل الاستكشافى والاستثمار ومعالجة خامات المعادن.

٤- الاستفادة من المساعدات والمنح الدولية وبرامج المساعدات التكنولوجية، وبصفة خاصة المقدمة من الأمم المتحدة في مجال تنمية الموارد المعدنية.

٥- عمل الاتفاقات التكنولوجية والتعاون الاقتصادي، والتمويل الخارجى الآمن، لتنمية الموارد المعدنية من الهيئات الدولية، الحكومات الأجنبية والمؤسسات التجارية الخاصة.

٦- تأهيل القوى البشرية الضرورية في جميع مستويات التعليم، والتدريب الفعال لتنفيذ الأعمال المركبة المختلفة للتنقيب عن المعادن، الاستكشاف، الاستغلال، والتصنيع.

٧- جذب وتشجيع العاملين في صناعة التعدين بتقديم امتيازات أكثر للعاملين، والمستخدمين العاملين في المناجم والمحاجر.

٨- جذب وتشجيع الرأسمالى الوطنى والأجنبى للمشاركة في تنمية الموارد المعدنية، وذلك بتقديم امتيازات وحوافز وضمانات، مثل: الأجازات الرسمية، إعفاءات جمركية، تحويل الأرباح، ضمانات ضد التأميم والمصادرة.

الأمثل سواء بنفسها أو بالاستعانة بالغير. لقد أسهمت الهيئة في التطور والنمو الطبيعى للبلاد، فقد ساعدت في تجهيز الخرائط الجيولوجية، وفي اكتشاف خامات المعادن والمواد الخام الضرورية للبناء والتصنيع.

وللتحقق من الاستغلال والتنظيم التام لتنمية هذه الموارد الطبيعية، فقد أخذت الحكومة المصرية على عاتقها المسئولية الكاملة لتنمية المواد المعدنية؛ لكونها جزءاً متمماً لسياسة الاقتصاد القومى. هذه التنمية يتم إنجازها بواسطة القوانين المنظمة لذلك.

ونظراً للإنتاج السنوى، والاستثمار، والاستيراد، والاحتياجات الحالية والمستقبلية، لخامات المواد المعدنية، فقد أعدت الحكومة صيغة لسياسة تنمية الموارد المعدنية القومية، والتي تتفق وتتناغم مع أهدافها وبصفة خاصة الأهداف الاجتماعية.

ومن الأهداف الأساسية للسياسة المعدنية القومية في مصر: المحافظة على المعادن وحسن استثمارها باعتبار أنها ثروة نامية، وتحسين إنتاجها لاستيفاء الاحتياجات المحلية الحالية والمستقبلية - تقليل الواردات من المعادن - إيجاد تبادل للعملة الصعبة بتصدير المعادن ومنتجاتها - الإسهام في استصلاح الصحراء - إيجاد فرص عمل. وللوصول لهذه الأهداف، فقد قامت الحكومة بالخطوات التالية:

١- استصدار رخص التنقيب عن المعادن ورخص الاستغلال للقطاع الخاص والشركات أو الجمعيات التعاونية، رغم كون هذه الحقوق كانت مقصورة على القطاع العام منذ تأميم صناعة التعدين في ١٩٦٢.

٢- تنفيذ التسهيلات الأساسية لاستخراج المعادن في المناطق الصحراوية النائية، مثل: الطرق، السكن الحديدية، توفير المياه، الطاقة الكهربائية،

قرار جمعيتكم الموقرة بشأن إلزام المحافظين بتحويل مقابل الانتفاع وحصيلة بيع الفنادق والمحلات التجارية إلى الخزانة العامة، وليس إلى صناديق الخدمات وما أوضحه السيد المستشار أحمد عبدالنواب نائب رئيس مجلس الدولة ورئيس المكتب الفنى للجمعية، من أن مقابل الانتفاع يعد من المشروعات السياحية التى تتولى المحافظة إدارتها وبالتالي لا يجوز للمحافظين تحويل المقابل وثمان البيع لصناديق الخدمات والتنمية المحلية بالمحافظات.

واكتب لسيادتكم في موضوع مماثل يقوم به بعض المحافظين، وهو إنشاء مشروعات للمحاجر والملاحات بها، وتحصل على عوائدها مخالفة للمادة ٣ من القانون ٨٦ لسنة ١٩٥٦ الخاص بالمناجم والمحاجر، والقانون ١٥١ لسنة ١٩٥٦ الخاص بالأملح التبخرية وأبلولة الإيرادات المحققة من هذه المشروعات إلى صناديق الخدمات، فى مخالفة تقادمت مع الزمن اعتماداً على قرار وزير الصناعة الصادر عام ١٩٦٢ علماً بأن:

- ١- رئيس وأعضاء مشروعات المحاجر بالمحافظات من كبار الموظفين بالمحافظة (سكرتير عام رئيساً ومدير الإدارات العامة أعضاء) وجميعهم غير متفرغين.
- ٢- الإدارة اليومية للمشروع يعين لها مسئولاً من خارج موظفى المحافظة بمرتب مغر.
- ٣- حصيلة إيرادات مشروعات المحاجر والملاحات تؤول إلى صناديق الخدمات، ويصرف أكثر من ٤٠٪ من الحصيلة مكافآت لغير الغرض المخصصة له ولغير العاملين فيه.

إلا أنه فى السنين الأخيرة طرحت الحكومة بقانون لمجلس الشعب بخصوص الجزء الخاص بالمحاجر؛ حيث آلت مسئولية المحاجر للمحليات بالمحافظات فوق المستثمر الوطنى فى قبضة المتفعين والاستغلال الموظيفى السئ، وتدخلت جهات أخرى لتشارك المحليات النهب من المستثمر للمحاجر، وكانت النتيجة أن توقفت معظم المحاجر نتيجة للابتزاز المالى تحت أى مسمى، وساءت حالة المحاجر الأخرى لعدم الإشراف الفنى من قبل إدارة المناجم والمحاجر بهيئة المساحة الجيولوجية؛ حيث تم تحييدها بعيداً عن هذه المحاجر التابعة للمحافظات.

فلو فرضنا القصد من تبعية المحاجر للمحافظات كمورد مالى للمحافظة، فكان الأولى - من وجهة نظر المؤلف - إبقاء المحاجر تحت إشراف إدارة المناجم والمحاجر بالهيئة، وبدلاً من توريدها رسوم وإيجارات المحاجر إلى خزينة الدولة بوزارة المالية، كان يجب التوصية من مجلس الشعب بتحويل الرسوم والإيجارات هذه - بعد خصم نسبة الإشراف للهيئة - إلى المحافظات كل حسب ما لديها من محاجر. بهذا تسلم المحاجر من التخريب، وتصان ثروات البلاد من الضياع تحت إشراف هيئة متخصصة منذ ١٨٩٤، وأمكن التحكم فى أسعار المواد الأساسية للبناء والتعمير.

وفى سياق الحديث عن المناجم والمحاجر، وما آلت إليه من دمار وتبديد لثروة البلاد، نعرض هنا خطاب د. أحمد عاطف دردير رئيس هيئة المساحة الجيولوجية الأسبق بتاريخ ١٦ / ٥ / ٢٠١٠ إلى سيادة المستشار محمد عبد الغنى حسن^(١)، هذا نصه: «سعدت بما نشرته جريدة الأهرام فى ١٣ / ٥ / ٢٠١٠

(١) النائب الأول لرئيس الدولة للفتوى والتشريع.

الجيولوجية، خلال الخمسين عامًا الماضية عن اكتشاف رواسب معادن عديدة في الصخور الرسوبية والنارية والمتحولة ذات العصور المختلفة لأديم مصر. كثير من هذه المعادن يجرى استغلاله أو يستخرج حاليًا مثل: خام الحديد، خام الفوسفات، الكاولين، التلك، الجبس، الأملح، وصخور الزينة والبناء وغيرها.

كما توجد معادن يمكن تنميتها مثل: تتالم، نيوبيم، قصدير، المينيت، الرصاص والزنك، الفحم، وخامات صناعة الأسمت والتشيد. هناك رواسب معادن أخرى تحتاج إلى مزيد من الاستقصاء والتحقق لتقدير الكم والنوع، مثل: رواسب الحديد شرق وجنوب شرق أسوان، عرق المرو الحاملة لمعدن الذهب بالصحراء الشرقية، تمعدن النحاس والنيكل في جابرو عكارم ورواسب الفحم بسياء.

حاليًا يوجد حوالي ٥٠ شركة بالقطاع العام، بالإضافة إلى الشركات الأخرى بالقطاع الخاص، تعمل جميعها في استخراج خامات المعادن، حيث يشمل استخراج ٢٦ معدنًا تستخرج من المناجم والمحاجر والملاحات المنتشرة على امتداد عرض وطول البلاد وبصفة خاصة في الوادي والصحراء الشرقية وسياء. يتميز النشاط المعدني حاليًا في مصر بأساليب التعدين التقليدي والحديث. ففى سنة المالية ١٩٨٣-١٩٨٤، انحصر النشاط التعدينى فى ٨٣ منجمًا، ١٦٨١ محجرًا، ١٢٠ مؤسسة ملاحه. وفى السنة المالية ٨٣-١٩٨٤ وصلت كمية الإنتاج التعدينى إلى ٦٣ مليون طن إنتاج الملاحات.

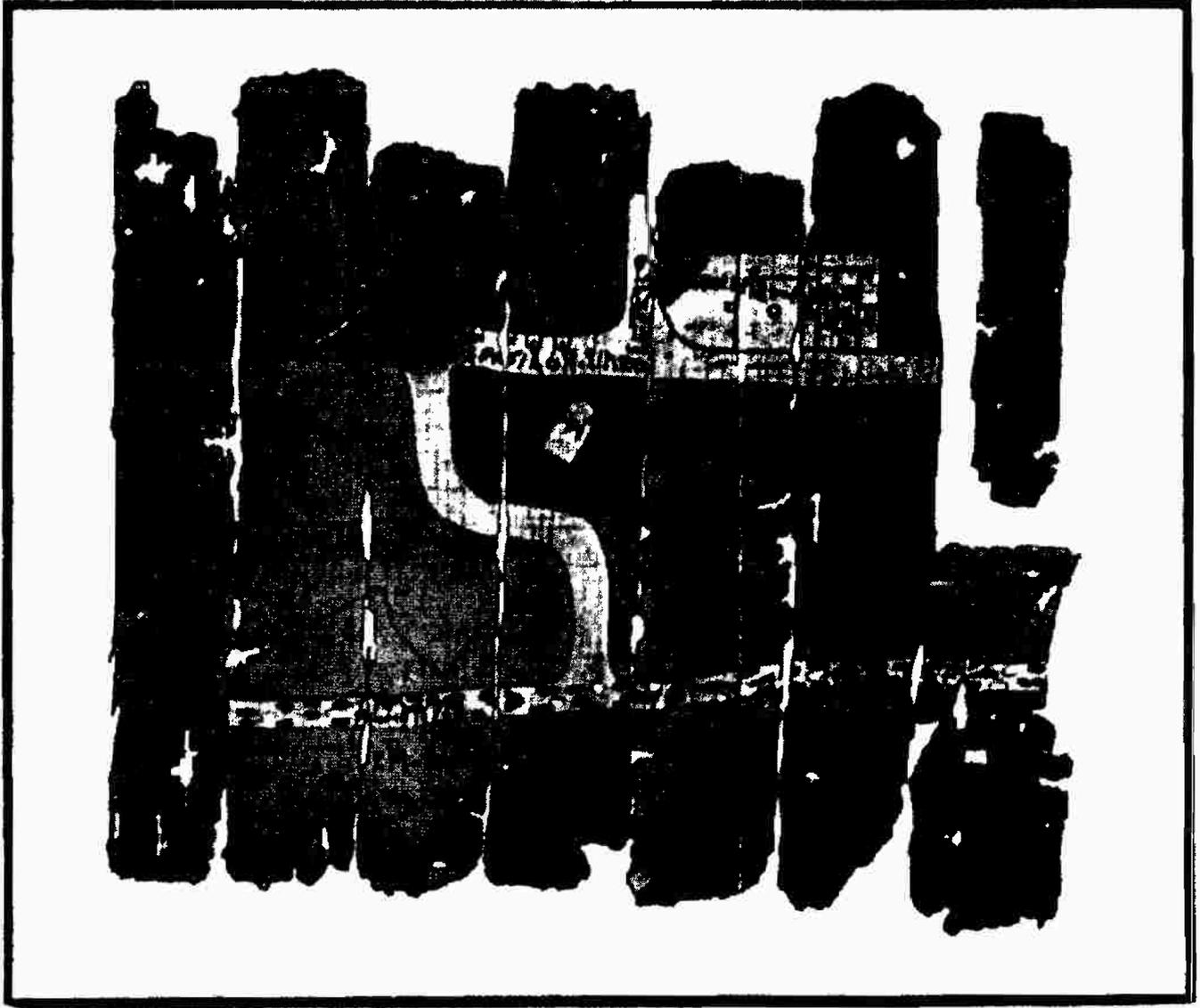
٤- يصرف من صناديق الخدمات أيضًا ما تعجز المحافظة عن الصرف فيه من مواردها مثال إعلانات الصحف والمآدب والحفلات وتكاليف المحمول، وقله قليلة تصرف على المرافق المحلية؛ الأمر الذى يستلزم حسمه بوضوح فى ظل القانون والقوانين التى يلزم تطبيقها فى هذا الشأن، راجيا أن تولوا هذا الأمر الهام رعايتكم والإشارة لجهات الاختصاص بما يجب اتباعه فى هذا الشأن».

صناعة التعدين فى مصر

بدأت صناعة التعدين فى مصر منذ فجر التاريخ، وتطورت مع تطور التقدم الحضارى منذ العصور الفرعونية؛ فالإنسان المصرى القديم أول من استخراج الأحجار الكريمة والذهب والأحجار النفيسة وأحجار الزينة، كما أنهم أيضًا - أى الفراعنة - أول من عمل الخرائط الجيولوجية لرواسب المعادن الاقتصادية، كما أنهم رواد رسم الخرائط الجيولوجية للمناجم تحت سطح الأرض لاستخراج الذهب (صورة-١).

وقد أدى التنوع للعصور الجيولوجية بصحراء مصر إلى تركيز الأبحاث الجيولوجية لاستكشاف معادن جديدة بالإضافة إلى ما هو موجود. فلقد تم استكشاف حوالى ٦٠ معدنًا، موضح أماكنها على خريطة مصر التعدينية التى تم إعدادها بمعرفة هيئة المساحة الجيولوجية (شكل-٢).

لقد أسفرت عمليات التنقيب والاستكشاف التى أجريت على نطاق واسع، بمعرفة هيئة المساحة



صورة ١- منطقة وادى الحمامات - خريطة منجم قديم للذهب وصخور البريشيا

خلال حكم الملك سيتي الأول (١٣١٨-١٢٩٩)

يشمل إنتاج المناجم ١٢ معدناً أهمها: خام الحديد^(١) ٢,٥ مليون طن سنوياً، والفوسفات ٩٤٦ ألف طن، أما الخامات المنتجة الأخرى هي: ١٤١ ألف طن كاولين، ٧ آلاف طن كوارتز، ٣ آلاف طن بنتونيت، ١٢٢٠٠ طن تلك، ٧ آلاف طن فلسبار، ٨٠٠ طن فلورسبار، ٥٠٠ طن اسبستوس، ٤٠٠ طن فيرميكوليت، ٣٨٠٠ طن بارايت، ٢٠٠ طن ماغنيزيت، ٢٠٠ طن أكسيد الحديد. (جدول -١).

جدول -١: إنتاج المناجم ١٩٨٢، ١٩٨٣، ٨٣-١٩٨٤

	١٩٨٤-٨٣		١٩٨٣		١٩٨٢		خام/ معدن
	القيمة	الكمية	القيمة	الكمية	القيمة	الكمية	
	١٠٤٥٤	١٩٠١	١١٣٥٨	٢٠٦٥	١٢١٣٠	٢٢٠٦	خام حديد
	١٣٩٨٥	٩٤٦	١١٢٥٥	٧٨٨	١٠١١٨	٧٢٩	فوسفات
- الكمية بالآلف طن	٦٧١٤	١٤١	٥٦٧٤	١٣٦	١٧٧٣	٧٧	كاولين
- القيمة بالآلف جنيه مصرى	١٧٨	٧	٢٦٢	١٠	١٠٩	١٠,٤	كوارتز
	١٤١	٣	٩٨	٣	٦٦	٢,٥	بنتونيت
	١٢٢٠	١٢,٢	٨٨١	٩	٧٩٠	٧	تلك
	٢٤٠	٧	١٧٣	٥	٣٤٢	٧,٣	فلسبار
	٦٧	٠,٨	٦٤	٠,٧	٤٥	٠,٦	فلورسبار
							اسبستوس
	٨٧	٠,٩	١٠٧	١	١٥	٠,٢	وفير ميكوليت
	-	-	-	-	٦	٠,٢	ماغنيزيت
	٣٤٢	٣,٨	٣٣١	٣,٧	٣٤١	٤	بارايت
	٥	٠,٢	٦	٠,٣	٦	٠,٣	أكسيد الحديد
	٣٣٤٣٦	٣٠٢٣	٣٠٢٠٩	٣٠٢١,٧	٢٥٦٤١	٣٠٤٤,٥	المجموع

(١) وصل إنتاج مناجم حديد الجديدة بالواحات البحرية إلى ٣ ملايين طن في السنة، خلال السنوات الأخيرة.

شركات القطاع الخاص (عافية ٢٠٠٦)

٩٩.٧٪ من إنتاج المناجم يتم إنتاجه بواسطة
شركات القطاع العام، والباقي ٠.٣٪ من إنتاج

جدول - ٢: إنتاج المحاجر ١٩٨٢، ١٩٨٣، ٨٣-١٩٨٤

	١٩٨٤-٨٢		١٩٨٣		١٩٨٢		
	القيمة	الكمية	القيمة	الكمية	القيمة	الكمية	
	٣٤٥٩	١١٣٤٠	٢٩٤٣	٩٦٦٦	٢٦٢٦	٨٦٥٦	حجر جيرى *
	١٢٥	٤١٨	١٣٠	٤٣٥	٢٣٦	٧٨٧	حجر رملى *
- الكميات: ** بالآلف طن	١٨٤٨١	٨١٠	١٤٧٦٤	٦٩١	١٤١٧٤	٧٥٢	جبس **
* بالآلف متر مكعب	١٣١١	٢٠٢	١١٨٦	١٨٨	١١٥٠	١٥٩	رمل أبيض *
	٣٠٢٦	١٩٧٦	٢٤٥٦	١٤٠٨	٢١٤٠	١٣٢٠	طفلة **
- القيمة: بالآلف جنيه مصرى	١١٣٠	٧١٦	١٠٨٩	٧٠٠	٤٥١	٢٢١	دولوميت **
	٢٧٧٩	٩٢٦٢	٢٣٤٣	٧٨٠١	٢٠٩٦	٦٩٧٩	رمل *
	٣١٢٨	١٠٥٦٠	٣٠٥٥	١٠٢٧٥	٢٥٤٢	٨٤٧٨	حصى *
	٥١١١	٩٧	٥٨٦٦	١٠٨	٢٥١٢	٣٧	رخام *
	٢٠٤	٤.٧	١٩٠	٢.٥	٢٢٦	٦	جرانيت *
	٥٩٢٧	٦٢٢	٥٣٢٧	٥٢٨	٣١٩٣	٣٨٧	بازلت *
	٤٤٦٨١		٣٩٣٤٩		٣١٣٤٦		المجموع

صناعة الأسمت والبناء والتشييد مثل: الحجر الجيرى،
الطفلة، الجبس، وأيضًا الرخام والجرانيت والبازلت،
الدولوميت، الرمل والحصى.

وعلى الجانب الآخر تعتمد مصر اعتمادًا كليًا
على الاستيراد لتوفير احتياجاتها من المعادن،
التي لا تنتجها محليًا مثل: النحاس، الرصاص،
الزنك، القصدير، الألومينا، الكروميت، تنجستن،

معظم الإنتاج التعدينى يستخدم فى الاحتياجات
المحلية مثل: الحديد والصلب، صناعة الأسمدة،
والخزف والصينى والمواد الحرارية، الزجاج، الأسمت
والبناء والتشييد الصناعى.

هناك اكتفاء ذاتى لمصر بالنسبة للمعادن التالية:
خام الحديد، الفوسفات، كاولين، كوارتز، تلك،
منجنيز، رمال بيضاء، وجميع المواد الخام التى تدخل فى

السودان. وزار روسيجر النمساوي كردفان عام ١٨٣٨ وكتب عن خام المنطقة.

لقد كان النشاط الاستكشافي للصحراء المصرية في هذه المرحلة منصباً على إرسال رحلات استطلاعية عامة تخترق الصحراء طويلاً وعرضاً.

فنى الصحراء الشرقية

تم استكشاف مواقع خام الحديد كالتالى:

- بيرتون وبروشى (١٨٢٣) سجل كل منهما وجود أكاسيد الحديد بوادى الدب.
- فلوير (١٨٩١) شاهد خام حديد جبل السباعى جنوب القصير، وربما يقصد خام حديد الدباح.
- شوينفورث ذكر وجود رواسب الحديد شرقى أسوان فى أواخر القرن التاسع عشر.
- جون بول (١٩٠٧) سجل وجود خام الحديد على الضفة الغربية للنيل فى مقابلة مدينة أسوان.
- فيرار (١٩٠٧) وصف خام جبل الحديد فى وسط الصحراء الشرقية.
- هيوم (١٩١٠) أول من نشر مقالا علميا عن وجود خام الحديد شرق أسوان - وكذلك ذكر وجود خامات مماثلة غرب النيل فى مقابلة أسوان، قريبا من دير القديس سمعان حيث يوجد تشغيل قديم.
- فى عام ١٩٢٤ تعرف عربان العبايدة على خام حديد وادى كريم.
- تم اكتشاف خام إلمينيت أبو غلقة فى أوائل الثلاثينيات من القرن الماضى بواسطة خبراء الشركات المصرية لاستخراج وتجارة الفوسفات - كما تم اكتشاف الإلمينيت فى الرمال السوداء على ساحل البحر المتوسط شمال الدلتا.

نيكل، ماغنسيوم، تيتانيوم، فضة، فحم، كبريت، وجرافيت.

مواقع استكشاف خام الحديد فى مصر:

لم يعرف من مواقع خام الحديد فى مصر منذ عصور الفراعنة إلا فى منطقة شرق أسوان التى استخدم فيها خام الحديد فى الألوان التى زينو بها المعابد والآثار. ثم توالى العصور حتى جاء محمد على واليا على مصر فى ١٣ مايو عام ١٨٠٥. ومنذ ذلك التاريخ ومحمد على يعمل على بناء مصر الحديثة اقتصاديا وحريريا.

ونظراً لأهمية معدن الحديد فى صناعة المدافع والبنادق، فقد عمل محمد على على تنشيط الاستكشاف الجيولوجى والمعدنى من الخامات، ومنها خام الحديد بدرجة كبيرة. واستقدم علماء من بلدان أوروبية مختلفة وأوفدهم إلى صحارى مصر وصحارى البلدان التابعة لمصر لاستكشاف خيراتها من المعادن الفلزية وغير الفلزية.

بعد أن فتح إسماعيل بن محمد على السودان وزار مناجم الذهب بمنطقة «بنى شنجول» جنوبى فازوغلى قرب الحدود الأثيوبية - أثار ذلك اهتمام محمد على، فزارها بنفسه فى الفترة ما بين أكتوبر عام ١٨٣٨ ومارس عام ١٨٣٩، وأبدى اهتمامه بالخامات المعدنية الأخرى بالسودان ومنها الحديد - وكانت مصر تستورد من الخارج كل احتياجاتها منه - فعندما فتح القائد محمد بك الدفتردار إقليم كردفان، علم بوجود خام للحديد يمتد من جبل «حرازه» إلى جبال النوبة جنوب كردفان، مما حفز محمد على للتفكير جديا فى استغلال خام حديد كردفان على نطاق واسع فى تصنيع بعض القطع اللازمة لبناء المراكب فى حوض السفن ببلدة «منجاره» على النيل الأزرق أثناء تولية خورشيد باشا حاكما عاما على

في سيناء:

• هيوم (١٩٠٩) أعطى بيانات أولية عن متوسط سمك خام الحديد بجبل غرابى، وكذلك نسبة الحديد على أساس نتائج تحليل عيشتين.

• في التقرير الجيولوجى لسبرووز «Brower» (١٩٤٢) - شركة ستاندرأويل - سجل وجود جبل حديد غرب وادى النطرون، وكذلك فيشر «Vischer» (١٩٤٧) - شركة انجلو إنجيشيان للبتروال AEO - وصف نفس المنطقة حيث سماه

«سحنة حديد Hadid facies» ضمن تكوين رمل. وقد عاينت هذه المنطقة أثناء عملى بوادى النطرون

(١٩٦٢) لتقييم خام الرمل الأبيض لصالح مصنع الزجاج بوادى النطرون، حيث وجدت خام حديد جبل الحديد يماثل خام حديد منطقة الحيز بالبحرية.

• كما تم تسجيل خام الحديد جنوب أسوان على ضفاف النيل بمناطق: كلابشة، جرف حسين، كورسكو، أبو سمبل (شكل - ٣).

• الاكتشافات الحديثة لخام حديد جبل كامل (منطقة الجلف الكبير) بجنوب غرب صحراء مصر الغربية - هيئة المساحة الجيولوجية والمشروعات التعدينية ٢٠٠٢.

• وفي دراسة لمنطقة الفيوم، ألمح بيدنل (١٩٠٥) إلى وجود الصخور الحديدية، مما دعاه إلى رسم فرع نهر يمتد من البحرية باتجاه شمال شرق إلى غرب جبل قطرانى (شكل - ١٩ ص ١٦٤).

• وفي دراسة الاستشعار من البعد للدكتور الشاذلى محمد الشاذلى وآخرين (١٩٧٤) سجلوا أهم الشاذات الحزارية فى منطقة جبل قطرانى متمثلة فى سلاسل الكوارتزيت الحديدى الواقع فوق منطقة فالق يمتد باتجاه شرق - غرب، ويرجع تاريخ نشأته إلى عصر البلايوسين الآخر «L. Pliocene».

• أملاح الحديد المنجنيزى توجد إلى الشمال الشرقى من وادى العرش، الذى ظنه يوزكهارث معدن السنابار.

• أملاح الحديد المنجنيزى يوجد جهة وادى النصب وما حوله، وقد وصفه روسيجر وغيره.

• خام الحديد المنجنيزى يوجد قرب شرم الشيخ، والذى ظنه يوركهارث صخرًا بركانيا.

وفى الصحراء الغربية:

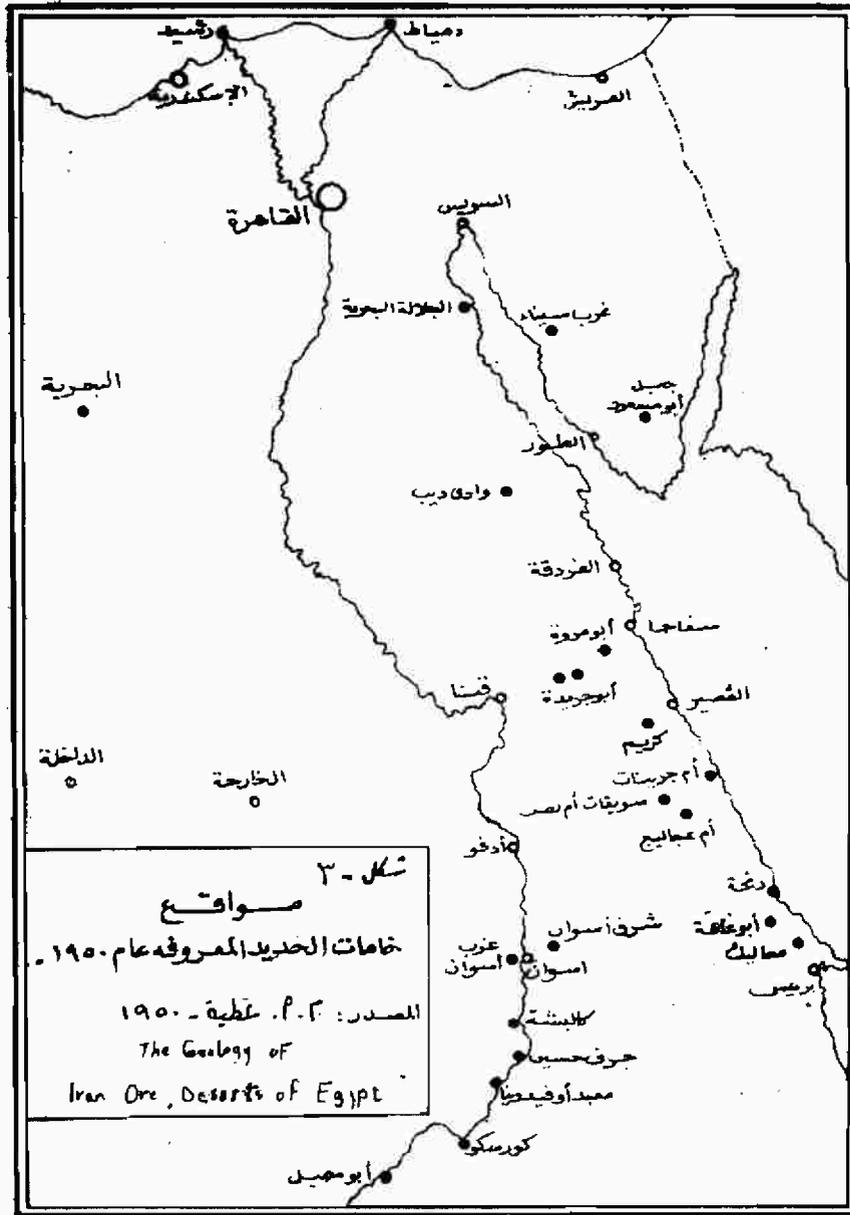
• سجل كايو عام ١٨١٩ «Cailliaud» وجود كميات كبيرة من خام الحديد فى الواحات البحرية.

ومن ملحوظات كايو وجود الصخور البركانية التى تغطى بعض المرتفعات داخل منخفض البحرية.

• زيتل «Zettle» أول من نشر مقالا عام ١٨٨٠ عن نتائج رحلة رولفس بالصحراء الغربية، حيث جاء من نتائج هذه الرحلة وجود معدن الحديد فى الحجر الرملى الكريتاسى - ولعله يقصد صخور الحجر الرملى الحديدية لعصر السيتومانى.

• ليونز سجل وجود خام حديد قرب حلفا.

• بول وييدنل (١٩٠٣) سجلا وجود خام الحديد بجبل غرابى بشمال منخفض البحرية، كما ورد ذكر خام حديد الليمونيت بمنطقة الحره (ص ٦٧ - ١٩٠٣). وبالخرطة المرفقة بالتقرير ١٩٠٣ لمنطقة الواحات البحرية، وقعا مناطق أخرى بها حديد مثل: منطقة الحيز - التلال الرملية - كولة جار الحمرة.



• أحدث اكتشافات القرن العشرين تلك المنطقة التي اكتشف فيها الجيولوجى عبده عبد البسيونى - فى ٢١/٩/١٩٦١ - خام حديد فى قور ليونز على الهضبة الشمالية الشرقية لمنخفض البحرية سماها منطقة الجديدة لخام الحديد^(١) (+ ١٣٠ مليون طن) وهى التى تغذى مصانع الحديد والصلب بالتين جنوب حلوان حاليًا. حديد منطقة الجديدة يعتبر حتى الآن أكبر منجم حديد فى مصر حتى تاريخه من ناحية الكم ونسبة خام الحديد به ونوعية الخام. مع ملاحظة أن كل الاكتشافات عالية - بالنسبة لحديد الصحراء الشرقية وحديد أسوان وحديد منخفض الواحات البحرية - كانت بمعرفة الأجانب إلا هذا الاكتشاف الوحيد لخام حديد منطقة الجديدة فقد تم بمعرفة جيولوجى مصرى.

ثم توالت البعثات الجيولوجية إلى منطقة الواحات البحرية ومنطقة شرق أسوان وجنوبها، على أمل العثور على خام حديد اقتصادى مثل خام حديد منطقة الجديدة.

فى النصف الأخير من القرن العشرين - تم دراسة وجود خمسة عشر موقعًا لهذه الرواسب الحديدية، فيما بين خطى عرض ٢٥° و ٢٧° شمالًا بوسط الصحراء بين طريق قنا سفاجا شمالًا وأدفو مرسى علم جنوبًا، وفى ندوات علمية أقيمت خلال عام ١٩٩١ برزت أهمية معاودة البحث عن مصادر جديدة لخامات الحديد لمقابلة الاحتياجات المستقبلية المتزايدة لتغذية صناعة الحديد والصلب بمصانع التين. وتم الاتفاق بين الجهات الحكومية المعنية على تمويل هذه الأبحاث الحقلية والعملية، تحت مسمى المشروع القومى

لاستكشاف مواقع جديدة لخامات الحديد.

المشروع القومى لاكتشاف خامات الحديد فى مصر (١٩٩٢-١٩٩٧)

أسفرت الدراسات والمؤتمرات التى قامت بها الجمعية العربية للتعدين والبتترول عام ١٩٩٢ عن إعداد مشروع لدراسة واستكشاف مواقع جديدة لخامات الحديد فى كل من الواحات البحرية وجنوب شرق أسوان. وقد اضطلع فى هذه الدراسة لجنة من كل من هيئة المساحة الجيولوجية، وبعض أساتذة الجيولوجيا بجامعة القاهرة، بتمويل مالى من الشركة القابضة للصناعات المعدنية ووزارة البترول، قيمته حوالى ثلاثة ملايين جنيه مصرى. لقد استمر البحث مدة أربعة سنين تقريبًا، حيث لم تسفر هذه الدراسة عن كشف ذى قيمة، إلا من بعض رسائل ماجستير ودكتوراه الفلسفة فى الجيولوجيا وبعض مقالات للنشر - أى دراسات أكاديمية بحتة. لقد كان الغرض من دراسات هذا المشروع هو إيجاد أو اكتشاف مناطق جديدة لخام الحديد بمنطقة البحرية، مثل منطقة الجديدة التى اكتشفها المؤلف فى ٢١/٩/١٩٦١.

لقد بدأ احتياطى الخام بمنطقة الجديدة فى التناقص بعد مرور أكثر من ثلاثين عامًا، ويتنظر الانتهاء منه بعد حوالى خمسة عشر عامًا على وجه التقريب؛ حيث يتم الإنتاج حاليًا بمعدل ثلاثة ملايين طن سنويًا. لذلك استوجب الأمر البحث عن مصادر جديدة لخام الحديد من الآن - بمثل ما اتبع مع حديد شرق أسوان، عندما قارب على الانتهاء، فتم تكليف هيئة المساحة

(١) تقرير الاكتشاف موثق بوثائق المساحة الجيولوجية تحت رقم ٣٤/١٩٦١، وسجل هذه الاكتشافات فى رسالة الماجستير للمؤلف ١٩٧٠، ومقالة «اكتشاف خام حديد الجديدة» المنشور فى مجلة الجمعية الجيولوجية العراقية ١٩٨٠، مجلد ١٣ (١) صفحات ١١٩-١٣٠.

الدراسات الجيولوجية لخام الحديد في مصر:

تقسيم أنواع خام الحديد:

نعرض فيما يلي تقسيماً مبسطاً لرواسب خام الحديد في مصر؛ فكلمة «خام» - بمعناها الدقيق - تعنى معدناً أو معادن متحدة مع بعضها، والتي يمكن، تحت ظروف معينة، أن تستغل تجارياً لاستخراج معدن أو أكثر منها. ولهذا السبب، فإن عروق الكوارتز الحاملة لكمية صغيرة من أكسيد الحديد أو الكربونات، والتي توجد بسيئات، وفي سلسلة جبال البحر الأحمر المصرية، لم تناقش هنا. كذلك خام المنجنيز والحديد بهضبة أم بجمة بجنوب غرب سيناء لم يتم التعامل معه أيضاً؛ حيث لا يعد من خامات الحديد ولكنه يحسب على أنه من خامات المنجنيز.

خام الحديد في مصر تمت دراسته بمعرفة علماء عديدين، من بينهم بول وييدنل (١٩٠٣)، بيدنل (١٩٠٧)، هيوم (١٩١٠)، بول (١٩١٩)، ليتل وعطية (١٩٤٣)، عطية (١٩٥٠)، الشاذلي وآخرين (١٩٧٦)...

وقد قسم عطية (١٩٥٠) رواسب خام الحديد في مصر بحسب أصلها وطرق تكوينها كما يلي:

أ- نواتج فصل الصهارة Magmatic Segregation

وتشمل أساساً خامات الإلمينيت.

ب- ملء الفجوات أو العروق المعدنية - Cavity filling or loads

وتشمل عروق الكوارتز الحاملة للحديد. قليل جداً من هذه العروق يحتوي على حديد بنسبة كافية يمكن اعتبارها خاماً.

ج- الإحلال بالتحويل (الإحلال التحوالي)

Metasomatic replacement

الجيولوجية بعمل دراسة تَقْصِيْمِيَّة على خامات الحديد بجبل غرابي ومنطقة الحره - لذلك تم تشكيل هذه اللجنة المشار إليها عاليه، وكان أملهم العثور على منطقة جديدة على غرار اكتشاف منطقة الجديدة، بدون دراسة تشابه التركيب الجيولوجي لمواقع وجود خام الحديد في مناطق المعروفة، والتي تم اكتشافها بالإضافة إلى الدراسة الجيوفيزيائية لشركة صحارى للبترول عام (١٩٥٧)، وشغل الدكتور الشاذلي وآخرين (١٩٧٤)، دون النظر إلى أية فكرة معينة أو الجنوح إلى جانب نظرية بعينها.

لقد أمضت اللجنة في منطقة الواحات البحرية حوالي ثلاث سنوات، ورغبة منى لصالح هذا البلد، فقد تقدمت بمقالة للنشر بمجلة الجمعية الجيولوجية وتم النشر في جزء ٣٨ رقم ١، لسنة ١٩٩٤، بعنوان: «مناطق استكشافية لأماكن خام الحديد جديدة في شمال منخفض الواحات البحرية»، مستهدفاً تركيز البحث على مناطق فيها صفات وشروط الأماكن التي يمكن البحث عن خام الحديد فيها بمنطقة الواحات البحرية، كما جاء في المقالة المشار إليها عاليه!؟...

لقد جاء في نهاية الملخص لهذه المقالة بمجلة الجمعية الجيولوجية: «إن أحسن المناطق المتوقع البحث فيها عن خام الحديد هي تلك المناطق، التي تتمثل فيها العناصر الثلاث الآتية:

١- الشاذات التثاقلية الموجبة والمرتفعة.

٢- صخور العصر الطباشيري المتوية (folded) والتي قد نشطت فيما بعد الأوسين.

٣- وجود مجموعة الفوالق تحت الغطاء الأيوسيني.

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

وهي تتمثل في خام حديد شرق وجنوب شرق
أسوان

ب- تكوينات الحديد المتحولة
Metamorphosed iron formation

وهي تتمثل في خام حديد وسط الصحراء الشرقية.

ج- رواسب إحلال عادة مؤكسدة
Replacement deposits, usually oxidized

وهي تتمثل في خام حديد جبل غرابي.

د- الرواسب الفنتائية

Placers or mechanical concretions

وهي تتمثل في رواسب الرمال السوداء بالقرب من
رشيد.

هذا التقسيم يتفق والتقسيم العام لرواسب الخام
لييتان (١٩٤٢)، وهو التقسيم المقبول حالياً والمستخدم
بمعرفة معظم الجيولوجيين العاملين في قطاع
الخامات الاقتصادية.

وسنركز فيما يلي على مناقشة رواسب خام الحديد
في الصحراء الشرقية والصحراء الغربية، كل على
حدة.

أولاً: رواسب خام الحديد بالصحراء الشرقية؛

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

أ- منطقة أسوان.

ب- منطقة أبو غلقة.

ج- منطقة وسط الصحراء الشرقية.

هذا النوع يعالج أساساً رواسب الحديد والمنجنيز
جنوب غرب سيناء، والذي 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 في 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 طبقاً للشكل، الحدود، أو الامتداد، بمعنى
تم التقسيم طبقاً للصفات أو لمقوماتها وما تحتويه. ومن
وجهة النظر الأخرى بالنسبة لاستغلال رواسب الحديد
في مصر، فإن التقسيم التاريخى أو الأصل «genetic» قد
يكون مفيداً. فالتقسيم الذى يعتمد كلية على الأصل
والنشأ «genesis» يكون بدون شك، المبدأ الأحسن
والمفيد علمياً، 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:

نبذة تاريخية:

استغل القدماء المصريون، الحديد وخامات الحديد شرق أسوان لبعض الأغراض أو غيرها، فالنقوش أو الكتابات على عمود الصخر النوبي (صورة ٢-٢)، والتي تقع على الجانب الشمالى لمدخل وادى أبو عجاج، وعلى مسافة ٣,٢ كيلو متر شمال محطة سكك حديد أسوان، توضح استغلال الفراعين لحام الحديد في 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 استخراج فلز الحديد من أكاسيده، وذلك اعتماداً على دراسة مُسَمَّاة «Moss, 1950»^(١) لِلْوَحَّةِ الكتابات الفرعونية على مشارف مناجم حديد أسوان، على أنها من زمن سبتي الثانى آخر فراعنة الأسرة التاسعة عشر، وأن اللوحة تدل على معرفة المصريين القدماء لصهر حديد أسوان في هذا الوقت المبكر (حوالى ١٢٠٠ ق.م).

ثم يردف الزميل الجيولوجى / محمد سميح عافيه^(٢): «وقد بدأ عصر الحديد في منطقة الشرق الأوسط، قبل أن يدخل مصر بوضع مئات من السنين. فقد ثبت أن المعرفة لصهر الحديد حسب أصول فنية وتكنولوجية كافية باستخلائه من أكاسيده في أفران خاصة، حدثت فيها بين الأعوام (١٣٥٠-١٣٠٠) قبل الميلاد... «ويمكن القول بأن الجهة التى تطورت فيها هذه الصناعة في ابتدائها هى أرمينيا. وكانت أرمينيا ضمن مملكة «الميتان» وقتئذ، وكانت صناعة استخراج الحديد تعتبر سرّاً قومياً لا يذاع للغير. وتحولت تبعية أرمينيا وآسيا الصغرى لمملكة جديدة هى مملكة

الحثيين، وبالتالي آلت إلى الدولة الجديدة أسرار صناعة الحديد... «ومما يدل على ندرة الحديد في ذلك الوقت، خطاب أرسله ملك الحثيين «هاتوشيلبش» الثالث إلى ملك الآشوريين عام ١٢٧٥ قبل الميلاد معتذراً له عن عدم إمكان إرسال كمية كبيرة من الحديد... كيف لم يعرف المصريون القدماء كيفية صهر الحديد!؟

لقد كان أحسن 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 في أواخر عهد العاهل العظيم «نحتمس الثالث»، الذى يلقبه بحق مؤرخو الغرب «نابليون الشرق»، فصارت تمتد من أعلى نهري دجلة والفرات شمالاً - شاملاً الميتان والحثيين والآشوريين - حتى الشلال الرابع جنوباً (شكل ٤-٤)، وقد حافظ على كيانها أسلافه حتى نهاية عهد أمنحتب الثالث^(٣) إلى أن جاء أمنحتب الرابع (إخناتون) (١٣٧٠-١٣٥٣ ق.م) يحمل لواء التوحيد والإيمان بالإله الواحد، وأخذ في نشر تعاليمه الدينية علناً، بعد أن كانت تزداع 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، فانقضت الدولة من أطرافها حتى انكشفت في عقر دارها، إلى أن قبض الله للبلاد جندياً من أبنائها الأبطال وهو «حور محب» (١٣٣٥-١٣١٠ ق.م)^(٤) الذى أعاد للبلاد سؤدها السالف، وسمعتها الحربية التى كانت قد تداعت.

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

(٢) التعدين في مصر قديماً وحديثاً - الجزء الأول - ص ١٩٥ (سميح عافيه ٢٠٠٦).

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

(٤) جميع التواريخ قبل الميلاد مرجعها موسوعة مصر القديمة - أ. سليم حسن، والتى تم الاستعانة بها في 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

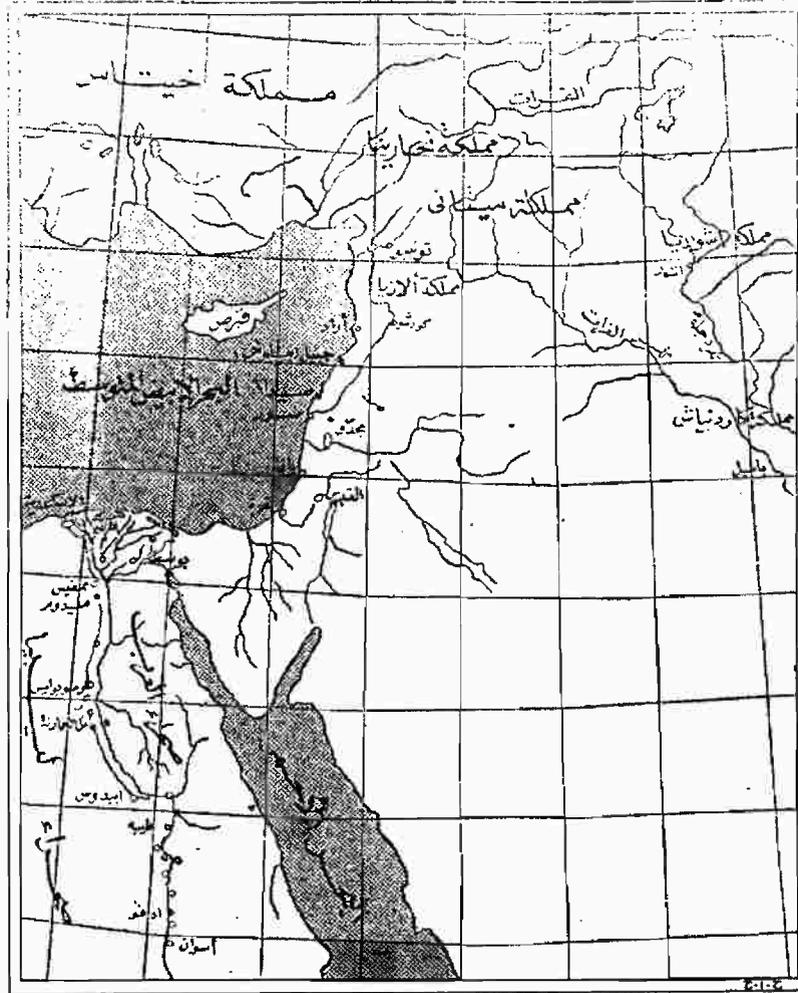
البلاذ، واستتب الأمن والأمان بها بدأ ينظر إلى الممالك التي ضاعت من الامبراطورية - نجده يوصى من بعده القائد رمسيس خلفا له على عرش البلاذ. وعندما تولى القائد رمسيس عرش البلاذ. وعندما تولى ابنه سبتي الأول من بعده ثم حفيده رمسيس الثانى (١٣٠٠ - ١٢٣٣ قبل الميلاد) وكلنا يعرف من هو رمسيس الثانى وعرباته الحربية المرسومة على جميع جدران المعابد. لقد أعاد للإمبراطورية المصرية هيبتها، فكانت الإمبراطورية التي وصلت إلى أوج عزها واتساع رفعتها حيث بسطت سلطانها على الشام ومملكة الميتان، وعقدت المعاهدات مع جيرانها من الآشوريين في عهد رمسيس الثانى (شكل - ٤).

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

إلا أنه حسب التواريخ التي ذكرها الزميل السجولوجى سميح عافيه، يمكن القول بأن صناعة استخلاص الحديد من أكاسيده ظهرت في أرمينيا التي تتبع مملكة الميتان، والتي 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 في مملكة الميتان التابعة لها؟؟!!

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

لذلك نجد حور محب - بعد أن استقر الوضع في



شكل - ٤ : الامبراطورية المصرية في آسيا

يجمع العلماء على أن الامبراطورية التي أنشأتها مصر في عهد الأسرة الثامنة عشرة هي أولى الامبراطوريات في العالم كله . وكانت تمتد من الشلال الرابع في النوبة ، أو من خلفه بقليل ، الى ما وراء نهر الفرات . وكانت تدخل تحت حمايتها مملكة الازيا ومملكة ميتاني ومملكة نحاريينا . ثم كانت مملكة اشوريا ومملكة كاردنياش (أو مملكة الكلدان) نيمشان في ظل الصداقة معها وتقديم الهدايا لفرعون . ثم كانت هذه الامبراطورية تسيطر جناحها على الجزر المنتشرة في الجانب الشرقي من البحر الأبيض المتوسط الذي كان يسمى البحر الأخضر الكبير . وكانت مملكة خيتاس ، واهلها هم الذين تسميهم التوراة الحيثيين ، هي التي عقدت مع رمسيس الثاني معاهدة صداقة وتحالف بعد حرب طويلة . وتبين الخريطة الجزء الآسيوي من الامبراطورية المصرية ، وهذا الجزء هو الذي تبادل ملوكه وحكامه رسائل تل العمارنة مع امينوفيس الثالث وامينوفيس الرابع . (من كتاب الشعب ١١ : على هامش التاريخ المصري القديم - معهد الآثار بدمشق - ١٩٥٧ .)

تقريبًا، وتحتوى على قطع من الخشب المفحم وبعض من خام الحديد غير تام الانصهار.

في 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 في تقريره (١٩٥٥) أن لبيب نسيم (١٩١٧) سجل وجود خام الحديد الأوليتى في بعض المناطق بالصحراء شرق أسوان. كما أنشأ لبيب نسيم مصنعا للطحن لصناعة البويات في أسوان عام ١٩١٨، ثم كون هو وشقيقه أمين شركة مع اثنين من الممولين البريطانيين بحلول عام ١٩٢١ لإنتاج الأصباغ والألوان، ثم نقله بعد ذلك إلى منطقة العباسية 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 في تطوير صناعة الحديد والصلب في مصر. لذلك فوضت مجموعة من الممولين 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» في سنة ١٩٣٢.

في سنة ١٩٣٢، أعدت المساحة المصرية عدد ٢ خريطة طبوغرافية للصحراء شرق أسوان بمقياس رسم ١: ٥٠٠٠٠٠، وفي نفس السنة أرسلت مصلحة المناجم بعثة جيولوجيا لبحث إمكانات احتواء المنطقة لخام الحديد، هذه البعثة رسمت خريطة لبعض خامات

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

أما وجود الفخار والقدر الفخارية في مغارات استخراج الحديد لا يعنى أن بقايا هذه الأواني الفخارية ذات العصر الأحدث هو الزمن الذى استخراج فيه خام الحديد، أو هو الزمن الذى حفرت فيه هذه المغارات - فهذا نحن ما زلنا نحفر في مناجم الفراعين للذهب منذ الرومان والبطالة حتى عصرنا الحالى؟!!

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

خام الحديد في هذه المنطقة تم تشغيله بمعرفة القدماء المصريين، حيث وجدت كميات صغيرة من المنصهر في 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 وشققات للقدر الفخارية منذ العهد جريكو-رومان (اليونانى / الرومانى) على وجه الاحتمال. كانت قطع الخبث سوداء اللون زجاجية

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

وإسداءً إلى الدراسات الحديثة (١٩٩٦-١٩٩١) والتي 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 المجمعدة لمنطقة شرق أسوان (شكل ٥-٥) التكاوين الجيولوجية بالمنطقة، والتي تشتمل على الصخور النارية والمتحولة لعصر ما قبل الكامبري، وهي صخور القاعدة التي تتركز عليها الصخور الرملية والطفلة... وهي مكونة لصخور الحجر النوبي وتنتمي لعصر الطباشير الأعلى؛ ثم تعلوها طبقات الحصى القديم، الرمل...، رواسب الأنهار، والطين... وهي تنتمي لعصر البليستوسين والحديث (شكل ٥-٥):

ويمكن تلخيص التسابع الجيولوجية لمنطقة شرق أسوان كالتالي: (عطية ١٩٥٥):

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

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

في 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 الجيولوجي لأجزاء معينة من المنطقة، وحفر عدد كبير (٢٨٩) من الحفر لأعماق مختلفة تتراوح بين ١ متر و ٨ أمتار، مع جمع عدد كبير من العينات (٤٥٠) عينة من خام الحديد - من أماكن مختلفة - للتحليل.

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

في نهاية عام ١٩٤٩ وبداية عام ١٩٥٠ قام موظفون من قسم الأبحاث بمصلحة المناجم والمحاجر بالتعاون مع السادة: هيرمان كبير، جيرهارد جروتشمان، ج. لندري، 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 و جيولوجية 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 في تقرير عطية (١٩٥٥).

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



إصطلاحات

- بلستوسين وحديث
- السهوية الدنيا
- الحجر الرملي النوبي
العصر الطباشيري
- السهوية العليا
- صخور نارية
- صخور متحجرة
- ما قبل الكامبري

أن تم تغيير اسم الصخر الرملي النوبي إلى التكوين النوبي Nubia Formation، ويتمى للعمر من كامبريان إلى أوائل العصر الثلاثي.

تغطى صخور الحجر النوبي 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 مترًا فوق سطح البحر إلى شمال المنطقة، و ٢٠٠ متر فوق سطح البحر إلى الجنوب، عند مدخل وادى أبو عجاج. بينما يصل ارتفاع الارتفاع الجنوبي الشرقى للمنطقة إلى ٤٤٣ مترًا فوق سطح البحر، وهى تمثل أقصى ارتفاع فى المنطقة، وفى الشمال الشرقى ترتفع هضبة الصخر الرملي النوبي إلى ٢٥٠ مترًا 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 مترًا فوق سطح البحر.

الوصف الجيولوجى لصخور الحجر الرملي النوبي (عطية ١٩٥٥)

الصخور المكونة للحجر الرملي النوبي تشتمل على طبقات 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 البتروخى (الأوليتى) ذو القيمة الاقتصادية، مترسبة على السطوح الفاصلة لهذه الطبقات التى تميل ميلاً خفيفاً إلى الشمال، وفى بعض الأماكن نجد أن هذه الطبقات أفقية ما عدا بالقرب من الفوالق حيث تميل ميلاً شديداً.

فى هذه المنطقة يصل السمك الأعظم لمجموع الطبقات المكونة للتكوين النوبي إلى ١٥٠ مترًا، ولكن

العصر الحديث Recent:

رواسب ريحية - رمال مترسبة بفعل الرياح
رواسب طميية:

أ- رمال النهر وطمى النيل .
ب - رواسب من غير النهر.

البليستوسين Pleistocene:

أ- الحصى القديم، رمل وسيلت.
ب- طفلة جيرية بوادى أبو سويرة

الطباشيرى Cretaceous:

صخور الحجر الرملي النوبي
The Nubian Sandstone series

ماقبل الكامبرى Pre-Cambrian:

صخور نارية Igneous Rocks
صخور نارية متحولة Metamorphic Rocks

ما يعيننا فى هذا التابع الطبقي لـ جيولوجية منطقة شرق أسوان هو صخور الحجر الرملي النوبي، والتي يوجد بها رواسب خام الحديد.

الحجر الرملي النوبي

منذ حوالى ١٧٠ سنة، أعطى جوزيف روسيجر (١٨٣٧) اسم كتاركت لصخور الحجر الرملي غير الحضرى (أى خالى من الحفريات) أسفل طبقات العصر الطباشيرى بجنوب مصر وشمال النوبة، ولكنه أخيراً أطلق صفة النوبي لهذه الصخور، وأصبحت صخور الحجر الرملي النوبي «Nubian Sandstone»، إلا أن المساحة الجيولوجية المصرية نفذت برنامجاً واسعاً لتخريط الصحراء المصرية، وكان من نتائج هذا البرنامج

الصخر النوبي، ولكن في بعض الأماكن عدد منها قد يكون منفصلاً عن صخور القاعدة بصخور الحجر الرملي. حبيبات الحصى المكون للكونجلوميرات أو أحزمة الحصى ليست مستمدة من الصخور النارية أو المتحولة أسفلها، ولكنها تتكون من حصى الكوارتز ذي الألوان المختلفة من الأبيض إلى القرنفلي أو الأحمر. تنتشر هذه الحصى والحبيبات على سطح الأرض عند تعرضها لعوامل التعرية. تأخذ هذه الحبيبات الشكل المستدير أو البيضاوي الشكل، وتختلف في الحجم من ١ سم إلى عدد من السنتيمترات. حبيبات الكوارتز هذه قد يصل قطرها ١٠ سم، عند مكان يبعد ٤ كيلومترات جنوب شرق أم برميل، بينما يصل قطرها ٢٠ سم في طبقات القاعدة للصخور النوية عند نقطة الارتفاع ١٤٧ مترًا فوق سطح البحر جنوب مدخل وادي أبو عجاج. في كلتا المنطقتين، فإن طبقات الكونجلوميرات والحصى تحتوي على الحصى الصغير وأيضًا حصوات كبيرة «Cobbles». طبقات الكونجلوميرات والحصى قد تكون مدجة وصلبة أو قد تكون سهلة التفطيت والتفكك؛ في بعض المناطق قد تتدرج إلى طبقات الحبيبات الرملية الخشنة «Grits»، أو تتدرج إلى الصخور الرملية.

طبقات الحبيبات الرملية الخشنة «Grits»

توجد هذه الترسبات في الأجزاء العليا من تكوين صخور الحجر الرملي النوبي، ولكن عادة ما توجد في الجزء السفلي وألوانها بيضاء، رمادية، صفراء، بنية أو بنفسجية؛ أو ذات ألوان كثيرة متداخلة varicoloured صلبة أو سهلة التفكك؛ أحيانًا تتدرج إلى صخور الحجر الرملي.

القطاعات الكاملة لتكوين الحجر النوبي توجد في الهضاب المتاخمة لوادي النيل حيث يصل سمكها حوالي ١٠٠ متر.

ترسبت صخور الحجر النوبي فوق سطوح الصخور النارية والمتحولة القديمة غير المستوية؛ فنجد قاع الصخور النوية في الهضاب المتاخمة لوادي النيل عند شمال وادي أبو عجاج ترتفع حوالي ١١٠ مترًا فوق سطح البحر، بينما يقع قاعها في التلال عند الركن الجنوبي الشرقي للمنطقة على ارتفاع حوالي ٤٣٠ مترًا فوق سطح البحر.

أيضًا في مناطق متفرقة تظهر تلال صغيرة من الصخور النارية والمتحولة كتوء فوق مستوى قاعدة الصخر الرملي، وفي بعض الأحيان نجدها محاطة بصخور الحجر الرملي النوبي؛ ولكن لم نر في أي مكان بالمنطقة أي تداخلات للصخور النارية خلال الصخور الرملية النوية. 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 الرملي؛ وهذا ما يدل على أن الصخور النارية أو الصخور المتحولة قد تعرضت لعمليات التعرية والنحات لفترة طويلة قبل ترسيب صخور الحجر الرملي.

وفيا يلي وصف للطبقات المكونة لتكوين الصخر النوبي:

الكونجلوميرات وأحزمة الحصى

Conglomerates & Pebble - bands

توجد عمومًا عند قاعدة التكوين النوبي، في الواقع هذه الترسبات تنحصر في الجزء السفلي من صخور التكوين النوبي. أحزمة الحصى قد لا تظهر عند قاعدة

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 أحياناً فى المناطق السفلى. ذو ألوان مختلفة: أبيض، رمادى، أو بنسى؛ 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 وقليلًا 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 للصحراء (الطفلة الحرارية) والطفلة التى تستخدم فى الأغراض المختلفة تستخرج من محاجرها بمنطقة أسوان.

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 السطحي 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 التفيت 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

الرملي النوبي إلى ثلاثة مجموعات: المجموعة الوسطى وهي التي تحتوى على رواسب خام الحديد، المجموعة السفلى والعليا وهي خالية من خام الحديد.

كما أشرنا في الصفحات السابقة فإن التابع الكامل لتكوين الحجر الرملي النوبي في المنطقة يتمثل في الهضاب المتاخمة لوادى النيل. لذلك اخترنا فيما يلى قطاعين جيولوجيين في منطقتين مختلفتين لتوضيح تابع الطبقات المختلفة لكل مجموعة:

خام الحديد (الأولينى) البطروخى Oolitic iron-ore

يوجد هذا الخام في مناطق مختلفة من تكوين الحجر الرملي النوبي؛ بل يقتصر وجوده على الأجزاء الوسطى من التكوين وفي مستويين مختلفين. وسوف ندرس خام الحديد بالتفصيل فيما بعد.

تقسيم تكوين الحجر الرملي النوبي

نتيجة للدراسات والأبحاث التي تمت على رواسب خام حديد أسوان، فقد أمكن تقسيم تكوين الحجر

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

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

القطاع جرانيت أحمر وردى كاولينى

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

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

القاع: جرانيت كاولينى

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

طبقات التكوين النوبى فى منطقة شرق أسوان، كما
هو بالقياسات عالية - سمكه ٩٢.٠٠ مترا و ٨٦.١٠
مترا، أى أن أكبر سمك للتكوين فى هذه المنطقة ٩٢.٠٠
مترا كما فى القطاع الأول.

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

السلك بالمتر	قمة القطاع
٠٠	- حصي ورمل حديث
٠٠,٣٤	١١- خام الحديد الأوليني (ب)
١٠,٠٠	١٠- حجر رملي صلد (hard)
١,٢٠	٩- طينة رملية
١,٤٠	٨- حجر رملي، بني، صفائح
١,٢٠	٧- طينة رملية
١,٤٠	٦- حجر رملي دقيق الحبيبات
١,٣٠	٥- حجر رملي متموج
١,٠٠	٤- طينة صفراء
٠,٣٥	٣- خام الحديد الأوليني (أ)
٠,٧٥	٢- طينة رملية
١,٠٠	١- حجر رملي حديدي
١٩,٩٤	السلك الكلي =

في هذا القطاع، طبقة واحدة من الحديد في كل من المستوى السفلي والمستوى الأعلى

ب- قطاع بالقرب من نقطة الارتفاع ٢٥٢ متراً، ٢,٤ كم شرق الغدير

السلك بالمتر	قمة القطاع
-	١٤- طينة متعددة الألوان
-	١٣- حجر رملي متموج، أصفر
٠,٣٠	١٢- خام الحديد الأوليني (البطروخي) (ب) (٣)
-	١١- حجر رملي حديدي
٠,٥٠	١٠- خام الحديد الأوليني (البطروخي) (ب) (٢)

السكك بالمتر	قمة القطاع
-	٩- حجر رملي حديدي
٠.٦٠	٨- خام الحديد الأوليتي (البطروخي) (ب ١)
-	٧- حجر رملي حديدي
-	٦- طين، أصفر وبني
-	٥- حجر رملي جامد
-	٤- حجر رملي متموج
-	٣- حجر رملي طبقي
٠.١٠	٢- خام الحديد الأوليتي (البطروخي) (أ)
-	١- حجر رملي صفائحى، أحمر

طبقات من خام الحديد بسكك ١.٤ مترا في المستوى الأعلى بهذه المنطقة بصفة خاصة.

في هذا القطاع (عطية ١٩٥٠) لم يذكر سكك الطبقات ولكن ذكر سكك طبقات الحديد. الرغبة في ذكر هذا القطاع هو توضيح وجود ثلاثة

ج- قطاع عند نقطة تبعد اكم شمال وشمال شرق علم نقطة المثلاث ٣٦٥ مترا على تل جرانيتى بالقرب من أعالي وادى عويرشة

السكك بالمتر	قمة القطاع
-	- حجر رملي متموج للمجموعة العليا
١.٨٠	١٥- حجر رملي مخضر
٠.٧٠	١٤- حجر رملي طيني
٠.٩٠	١٣- طينة بنية
٠.٢٥	١٢- خام الحديد الأوليتي (البطروخي) (ب ٢)
٠.٢٠	١١- حجر رملي حديدي
٠.٦٥	١٠- حجر رملي طيني متموج
٠.٤٠	٩- خام الحديد الأوليتي (البطروخي) (ب ١)

السك بالمتر

٠,٢٠

٦,٣٨

٠,٢٠

١,٠

٠,٨٠

١,٧٥

١,٧٥

١,٠+

السك الكلى = ١٧,٨٠

قمة القطاع

٨- حجر رملي حديدي

٧- طينة متعددة الألوان

٦- حجر رملي طيني به كتل حجرية حديدية

٥- طين رملي

٤- خام الحديد الأوليتي (البطروخي) (أ)

٣- طينة رملية بها كتل حجرية حديدية

٢- حجر رملي طيني

١- حجر رملي متوسط الحبيبات (القطاع غير مكشوف)

معظم الحفريات التي جمعت من التكوين النوبي نجدها في طبقات هذه المجموعة الوسطى.

من الملاحظ أن معظم طبقات المجموعة الوسطى تتكون من الطين اللين أو الحجر الرملي المفكك. ولذلك يسهل تعريته. كما يعمل الحجر الرملي الحديدي - عندما يوجد - كغطاء وقائي لخام الحديد الأوليتي، ويحفظه من عوامل التعرية والضياح.

في بعض الأماكن - كما في المنطقة جنوب وادي أبو عجاج المشار إليه عاليه - نجد طبقات المجموعة الوسطى لا تحتوى على خام الحديد الأوليتي الحقيقي.

بالإشارة إلى طبقات خام الحديد، فقد تلاحظ أنه في طول المنطقة وعرضها، نجد طبقات الحديد الأوليتي (أ) والمثلة للمستوى السفلي لخام الحديد غير موجودة عموماً أو ذات سمك قليل، ونسبة الحديد فيها عموماً منخفضة من وجهة النظر الأخرى، فإننا نلاحظ المستوى الأعلى لخام الحديد

في هذا القطاع، المستوى الأعلى لخام الحديد متمثل في طبقتين (ب١، ب٢) سمكها ٠,٦٥، وتصدر الإشارة هنا إلى أن الحجر الرملي المتموج يظهر في هذا القطاع بين طبقتي خام الحديد للمستوى الأعلى وليس - كما هو معتاد - بين المستوى السفلي والمستوى الأعلى لخام الحديد.

من دراسة القطاعات الميَّنة عالية وغيرها نستخلص ما يأتي:

- خام الحديد الأوليتي ينحصر وجوده في المجموعة الوسطى من القطاع الجيولوجي. كما يلاحظ أيضاً طبقات الحجر الرملي المميز بوجود علامات التموج «Ripple marks» كإحدى الصفات المميزة للمجموعة الوسطى، كما أنها تفصل عموماً المستوى الأعلى لخام الحديد من المستوى السفلي له، ولكن في بعض الحالات نجدها تفضل طبقات الحديد في المستوى الأعلى.
- طبقات الطين الحراري - إذا وجدت - تجدها تقع بين المستويين لرواسب خام الحديد الأوليتي.

الحجر الرمل النوبي، ما عدا الحجر الجيري الحفرى المتداخل، بدون شك ذات أصل رمال رياحية، أى مترسبة بفعل الرياح.

فى سنة ١٩٤٥ ناقش د. نصرى شكرى أسلوب أو طريقة تكوين الحجر الرمل النوبي، بعد عدة ملاحظات حقلية، تشمل على:

أ- الانتقال إلى أعلى الترسيب من رمل إلى طين إلى حجر جبرى، على مقياس كبير، بصفة خاصة فى الحجر الرمل النوبي الكريتائى «cretaceous»؛

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

ج- وجود علامات التموجات المائية بمعامل تموج ٨.٤؛

د- وجود التقاطع الطبقي 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 الرمل النوبي؛ لذلك أشار د. شكرى إلى أن السحنة الرملية للحجر النوبي ذات الأعمار المختلفة تمثل رواسب شاطئية وبحرية ضحلة لأرض مستوية هابطة، نافيا إمكانية أصل الرمال الرياحية، أو تكوينها تحت بيئة نهريّة، دلّتا، مصبات الأنهار، أو بحيرات.

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

يمثل المستوى المكشوف الأساسى للخام؛ ويتمثل فى وجود أكثر من طبقة للخام (ب، ١، ب، ٢، ...) 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 مترًا. 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 النوبي؛

أنشأ وولتر «J. K. Wolther» فى سنة ١٨٨٨ نظرية تكوين الحجر النوبي كتكوينات لكثبان رملية فى سنة ١٩٠٧، أشار د. جون بول إلى أن ترسيب الحجر الرمل النوبي 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 النوبي لمنطقة أسوان وجنوب مصر - أنه تم الترسيب تحت ظروف سائدة فى مصبات الأنهار كنتيجة - لما يعتقد - ضروريا لشرح وجود حفريات بحرية وسياه عذبة فى طبقات معينة.

فى سنة ١٩٢٢، أشار ج. س. بارثو إلى أن الحجر الرمل النوبي بالصحرَاء العربية يظهر كتكوينات أرضية، تتبع تقدم البحر غامراً لها، مما يمكن معه تحديد عمرها الجيولوجى.

فى سنة ١٩٣٠، ج. كوفيه اعتبر كل تكاوين

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

٧- التدرج في التغيير إلى أعلى - بدرجة كبيرة من رمل إلى طين رملي إلى طين.

من الملاحظات عاليه، تم التوصل إلى النتائج التالية:

أ- قاع تكوين الحجر الرملي النوبي متعرج إلى حد ما.

ب- وجود طبقات الحصى - في بعض الأحيان تُكوّن طبقات منتظمة - ذات حصى بقطر ٢٠ سم، توضح الترسيب تحت الماء وتنفي أصل الرمال الراحية المقترحة لتكوين الحجر الرملي النوبي في المنطقة.

ج- نوع التطابق المائي (الكاذب) المشاهد في الطبقات الرملية بالمنطقة يختلف عما هو موجود في ترسيبات الرمال الراحية.

د- ملاحظة العلامات المتموجة في 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 النوبي في المنطقة يوضح ترسيبها تحت الماء واستبعاد تكوينها بالرياح.

ز- التغيير إلى أعلى من رمل إلى طين رملي إلى طين يوضح تقدم البحر وتراجعته.

لذلك يمكننا الاستنتاج بأن تكوين الحجر الرملي النوبي في منطقة أسوان ليس من أصل رمال راحية «aeolian origin» كما هو مقترح من بعض

ملاحظات د. شكري وأضاف ملاحظات أخرى كما يلي:

١- السطح القديم لصخور ما قبل الكامبري (صخور القاعدة) كان شبه مستوي (شبه سهل) إلا في بعض الأماكن حيث تكون متعرجة لحد ما بحيث أن الأجزاء العالية من صخور القاعدة تبدو كجزر صغيرة في الماء، الذي ترسبت فيه الطبقات السفلى لصخور الحجر الرملي النوبي. بينما الجزء العلوي من صخور القاعدة تعرض لعوامل التعرية وتحوله إلى كتلة كاولينية، عليها ترسبت صخور الحجر الرملي في طبقات أفقية ما لم تتأثر بالفوالق.

٢- طبقات الحجر الرملي السفلي غالباً ما تكون حصوية، الحصوات عبارة عن كوارتز، المستدير أو البيضاوي الشكل، وأقطارها تتغير من زوج من السنتيمترات إلى حوالي ٢٠ سم. وتكرر طبقات الحصى عند مستويات مختلفة وليست بالضرورة عند سطح التلامس مع صخور القاعدة.

٣- وجود الطبقات ذات التطابق المائي (الكاذب) وخاصة الطبقة الرملية الصفراء بالمجموعة العليا لتكوين الحجر الرملي النوبي - ذات الصفائح الأفقية والمائلة بزواوية قدرها ٢٦° إلى ٣٢° من المستوى الأفقي. هذا النوع من التطابق الكاذب يختلف عما هو موجود في ترسيبات الرمال الراحية.

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

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

في سنة ١٨٨٣ وضع زيتل «Zittle» الحجر الرملي في مجموعة سينونيان (عصر الطباشير الأعلى) على ما أوضحته بقايا حيوان زاحف «*Mosasourus mosensis*» والتي وجدها فيجاري بك في عينات بئر بوادي قنا.

في سنة ١٩٠٠ وصل بلانكنهورن إلى نفس النتيجة من تحديد العمر لصخور الحجر الرملي النوبي بعد تعريفه لساق خشب متحجر أطلق عليها اسم *Araucarioxylon (Dadoxylon) aegyptiacum* وجدها في الحجر الرملي النوبي بمنطقة كوم أمبو وأسوان.

وفي سنة ١٩٠٧، جمع د. هيوم بعض الحفريات من الحجر الرملي النوبي من بئر بأبي رحال - ٤٠ كيلو متر شرق إدفو؛ وهي: حراشف سمك *Lingula sp.*، والتي تشير إلى عصر الطباشير الأعلى. وفي نفس السنة أشار هيوم إلى اكتشاف أجزاء من نبات السرخس «fern» بالحجر الرملي النوبي إلى الشمال الغربي بوادي أم قريات كما عرف جزء من ورق النخيل *Weichselia sp.* من العصر الطباشيري.

في سنة ١٩٠٢ سجل جون بول العمر لصخور الحجر الرملي النوبي، بعد دراسته لخشب متحجر سيليسي وعينة سيئة الحفظ *Natica sp.*، في الحجر الرملي النوبي لجبل قارة وواحة كركر.

وفي سنة ١٩٠٧، اكتشف بول حفريتين في طبقات الحجر الرملي بجوار النهائية الغربية لخزان أسوان، قام بلانكنهورن بتعريفها وهي *Inoceramus cripsi*، وأعطاهما عمر العصر الطباشيري.

في سنة ١٩٠٩، أعاد نيوتن دراسة الحفريتين لبول التي درسها (١٩٠٧) ومجموعة الحفريات التي جمعت

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

كما أفاد عثمان محرم، فوزي الرملي، وعبدالعالم عامر (١٩٧٠) أن رسوبيات خام حديد أسوان ذات أصل ترسيب بحيري «*sedimentary lacustrine origin*».

العمر الجيولوجي لتكوين الحجر الرملي النوبي بمنطقة أسوان؛

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

سبق روسيجر، عالمان آخران في تحديد عمر الصخور الرملية بالعصر الطباشيري، هما: ليفيغر «*Lefevre*» (١٨٣٩) وإهـرنبرج «*Ehrenberg*» (١٨٤١). ثم تلاهما لارتيت «*Lartet*» (١٨٦٨) حيث أعطى هذه الصخور عمر العصر الطباشيري الأوسط أو سينوماني. تلا هذه الفترة اكتشاف حفريات الأصداف البحرية.

في سنة (١٨٧٦) كوكواند «*Coquand*» أعطى الحجر الرملي النوبي عمر العصر الطباشيري الأعلى (دانيان *Danian*) بعد تعريفه لحفيرة «*Ostrea verneuili*» والتي وجدها ديلانوي «*Delanoue*» في عينات بئر جنوب إدفو.

لرخويات السينوماني

(*Exogyra olisiponensis*, etc.)

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

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

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

من الحجر الرملى النوبى بمعرفة هيوم وميرى وكروسويت عند جويكول «Jowikol» على الضفة الشرقية لنهر النيل، ٤٠ كم جنوب أسوان. وقد أوضح نيوتن وجود اختلاف في إحدى الحفريتين التي وجدها 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*، وهي تنتمى إلى مجموعة حفريات تنحصر في صخور عصر الطباشير الأعلى، وفي الأغلب عصر كامباني «Campanian».

قسم نيوتن حفريات جويكول: الأربعة كأنواع جديدة لحفريات المياه العذبة هي:

Unio crosthwaiti, *Unio humei*, *Matula mycetopides*, *Unio jowikolensis*,

ونوع بحرى *Galeolaria filiformis*

لذلك أصاغ نيوتن العبارات الآتية:

«حقيقة وجود حيوانات بحرية مصاحبة لحفريات المياه العذبة تبدو دليلاً واضحاً لبيئة مصبات الأنهار «estuarine» والتي سادت أثناء ترسيب هذه الطبقات التي ربما قد تكون هذه الأصداف قد جُرفت في الحالة الميتة - بواسطة فعل النهر إلى البحر المجاور، وهذا يفسر تواجد حفريات المياه العذبة مع حفريات المياه البحرية.

إلى هذا الحد تكون أنابيب الدودة الحلقيّة ذات اهتمام «annelid tube» فتعريفها إلى *Galeolaria filiformis* يبدو صحيحاً، ورغم كون هذا النوع يمتد على طول العصر الطباشيرى، فإنه يكفى لتعرف وجوده في مجموعة أزياليور «Arialyur group» (= Senonian) في الهند، وفي صخور الواحات البحرية مصاحبة

قليلاً في العمر من الكامبرى إلى الكاربونى؛ حيث جاءت الصخور الرملية لتكوين الجلف على قمة الباليوزويك (للعمر الكاربونى)، وتكوين عَرَبَة أسفل الترسبات الحطامية فوق صخور القاعدة (للعمر الكامبرى).

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

وتجدر الإشارة هنا إلى أن الترسبات 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 في العصور المبكرة لقوى ديناميكية أدت لتحويلها إلى الطين الصفائحي، وهو ما يطلق عليه شيست - وفي أجزاء - إلى الناييس عند تعرضه للحرارة، بصفاتهما المميزة ذات التركيب الصفائحي، بالإضافة إلى إجهادات وضغوط أخرى تسببت في تغيير جزء كبير من الكتلة النارية والبركانية

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

من مجموعة الحفريات التى جمعها فاداش والمجموعة التى وصفها نيوتن، انتهى فاداش إلى أن الحجر الرملى النوبى في 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 - طبقات أوراق نباتات وخشب سيليسى.

مجموعة الحفريات التى وجدتها بعثات المساحة الجيولوجية، رغم كونها سيئة الحفظ، إلا أنها تشبه تلك التى جمعت بمعرفة د. فاداش 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 أيدته فاداش *Sennonian of Upper Cretaceous*.

في الدراسات الحديثة على الجزء الجنوبى الغربى لمصر، تم تقسيم صخور الرمل والصخور الحطامية إلى تكوينات مختلفة قليلاً ما تتفق، ولكن في مجموعها تتفق

للفوالق فقط؛ حيث تصل إلى ٢٠° وغالبًا ٣٠° أو ٤٠°
وفي الحالات الشاذة قد تصل درجة الميل ٥٠° أو ٦٠°.
بعيدًا عن الفوالق تنبسط درجة الميل.

أ- الطيات

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

في بعض المناطق، عوامل التعرية والتآكل اشتد.
تأثيرها على امتداد محور الطيات المحدبة مكونة وديان.
وفي هذه الأماكن نلاحظ طبقات الحجر الرملي النوبي
تميل في اتجاهات متضادة على جانبي هذه الوديان،
تتقابل امتداداتها عند محور التحدب.

ب- الفوالق

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

في معظم الأماكن، نجد الفوالق الرئيسية هي
السبب في ظهور طبقات خام الحديد، حيث إن هذه
الفوالق هي التي أدت إلى ظهور المجموعة الوسطى من

إلى صخور النايروز 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 الكامبري، رغم كون صخور
الحجر الرملي تعلوها والتي تنتمي لعصر الطباشير
الأعلى. خلال هذه العصور الطويلة - ما بين ما قبل
الكامبري وعصر الطباشير - تسببت الحركات الأرضية
في رفع المنطقة مما أدى إلى تعرض المنطقة إلى عوامل
التعرية، التي أثرت على سطح المنطقة لفترة طويلة. ثم
غمر بحر العصر الطباشيري المنطقة مرسبًا تكوينات
الحجر الرملي النوبي المختلفة. وبعد ترسيب الحجر
الرملي النوبي حدثت حركة هبوط للمنطقة، استمرت
طول بقاء عصر الإيوسين (حوالي ٣٥ مليون سنة).

حوالي نهاية حقبة الإيوسين، حدثت حركة رفع
عظيمة تبعثها حركات أرضية ضخمة وإنهيارات. لهذه
الفترة الأخيرة من الانهيارات تنتمي معظم الفوالق
الموجودة في المنطقة. ولكن بعض الفوالق التي أثرت على
الصخور النارية والمتحولة قد تكون حدثت منذ فترة
طويلة قبل فترة الانهيارات الأخيرة هذه - أي ما قبل
عمر الحجر الرملي النوبي.

التركيب الجيولوجي لمنطقة شرق أسوان؛

كل المناطق التي تغطيها طبقات الحجر الرملي
النوبي تكاد تكون مستوية السطح. هذه الطبقات إما أن
تكون أفقية أو تميل بزاوية صغيرة، وتتراوح درجة الميل
هذه بين ٣° و ١٠° في اتجاه الشمال والشمال الغربي
غالبًا، وأحيانًا تميل إلى الشمال الشرقي أو الشرق، أو
الغرب، ولكن نادرًا ما تكون في اتجاه الجنوب. أما الميول
شديدة الانحدار، فإننا نجدتها في المناطق المجاورة

وتحت طبقة الحديد جعل من الصعب تحديد مرمى الفالق بالضبط.

أنماط رواسب خام الحديد في منطقة شرق أسوان

فيما يلي أنماط رواسب خام الحديد في المنطقة حسب ترتيب نسبة الحديد:

- ١- حجر رملي حديدي Ferruginous sandstone
- ٢- كتل حجرية حديدية Ferruginous concretions
- ٣- خام الحديد الأوليتي (البطروخسى) - Olitic Iron Ore

١- الحجر الرملي الحديدي

يتميز هذا النوع بتعدد الألوان بين الأحمر والبني، أو رصاصي غامق؛ ناعم إلى متوسط الحبيبات؛ صلد ومدمج أو ناعم وسهل التفتيت. في بعض المناطق، يكون الحجر الرملي الحديدي طينياً أو تتخلله طبقات رقيقة من الطين الحديدي.

الحجر الرملي الحديدي نراه دائماً مصاحباً لخام الحديد الأوليتي؛ فأحياناً نجده أسفله وأحياناً أخرى نجده يعلوه، ولكن في بعض الأحيان نجده يتخلل طبقتين من الحديد الأوليتي. في مناطق كثيرة، نجد الحجر الرملي الحديدي يغطي خام الحديد الأوليتي وبهذا يعمل كغطاء حماية فيحمي خام الحديد من التآكل بالتعرية.

قد يحتوي الحجر الرملي الحديدي على كمية محدودة من حديد هيماتيتي غير متبلورة أو حتى هيماتيت أوليتي، لذلك نجده في مواقع عديدة يتحول الحجر الرملي الحديدي إلى خام الحديد الأوليتي.

تم إجراء تحاليل عديدة لعينات مختلفة للحجر الرملي الحديدي بمعرفة باحثين مختلفين، سنورد منها نموذجين:

تكوين الحجر النوبي، والتي يوجد بها طبقات خام الحديد. ولقد أشرنا عليه أن ميل طبقات الحجر الرملي النوبي تكون شديدة الانحدار في المناطق المجاورة للفوالق، وتنبسبب درجة الميل أو تقل، كلما بعدنا عن مضرب الفوالق. تمتد الفوالق لمسافات قد تقصر أو تطول؛ فأطوالها قد تتغير من 1/2 كم إلى ما يزيد عن 20 كم. منطقة الفوالق تمتد في اتجاه شمال - جنوب، وأيضاً في اتجاه 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. والقليلة منها يأخذ اتجاه غرب شمال غرب - شرق جنوب شرق، واتجاه شمال شرق - جنوب غرب. والقليل جداً من هذه الفوالق يمتد في اتجاه شرق شمال شرق - غرب جنوب غرب.

مستويات الفوالق عموماً تكون عمودية، البعض نجده شديد الانحدار بدرجة ميل تتراوح ما بين 70° و 80°. بعض مستويات الفوالق في الركن الشمالي الشرقي 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 50 متراً. ليس من السهل تحديد مرمى الفوالق. إلا أن طبقات خام الحديد، في بعض الأماكن، تستخدم كمستوى تحديد «key horizon» لتوقيع الفوالق على الخرائط وتحديد إزاحتها بالضبط. وعلى كل فقى معظم الحالات لا يمكن تتبع طبقة الحديد على جانبي الفالق؛ في هذه الحالة لا نستطيع تحديد مقدار مرمى الفالق. ونظرًا لتشابه الطبقات فوق

جدول رقم (٣): التحاليل الكيميائية لعينات الحجر الرملي الحديدى بمعرفة د. فاداش^(١) (عطية-١٩٥٥)

رقم العينة	Fe ₂ O 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 الرملي الحديدي 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 بالحرق
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	٠.٩	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 الجنوبي لوادي أبو صيرة.

من التحاليل عاليه يمكن استخلاص معدل التغيير في نسبة الحديد، سيليك، فوسفور، كبريت كما يلي:

حديد Fe	تتغير من	٢.٠%	إلى	٤٩.٢٩%
سيليك 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 في الجدول انظر عطية ١٩٥٥.

٢- الكتل الحجرية الحديدية

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

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

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

جدول رقم (٥)

عينة ٢-	عينة ١-	
٥٢,٢٤ %	٥٨,٨ %	أكسيد حديدك $Fe_2 O_3$
٣٦,٥٤ %	٤١,١٣ %	حديد Fe
٣١,٠٨ %	٣٤,٢٢ %	سيليكات $Si O_2$
٠,١٢ %	٠,٤٢ %	أكسيد منجنيز $Mn_2 O_3$
٠,٣٠ %	-	خامس أكسيد الفوسفور $P_2 O_5$
٧,٣٠ %	٣,٥١ %	فاقد المياه $H_2 O$

٢- خام الحديد الأوليتي:

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

يوضح الجدول عالبه التغير الكبير في نسبة: الحديد والسيليكات والفوسفور مع وجود الكبريت. وعلى العموم فإن نسبة الحديد منخفضة بينما نجد نسبة السيليكات عالية. كما يمكن اعتبار بعض من الحجر الرملي الحديدي والمحتوي على الهيماتيت في الحالة غير البللورية أو في الحالة الأوليتية، كخام حديد منخفض الدرجة. وبأى معدل فإن الحجر الرملي الحديدي لا يمكن اعتباره خام حديد - على الأقل - في الوقت الحاضر.

لقد أوضححت التحاليل عاليه انخفاض نسبة الحديد وارتفاع نسبة السيليكات في الكتل الحديدية. إلا أنه يمكن القول بأن نسبة الحديد في هذه الكتل الحديدية - على وجه العموم - أعلى منها في الحجر الرملي الحديدي. وعلى الرغم من ذلك لا يمكن استخدام الكتل الحديدية كخام حديد في الوقت الحاضر؛ وذلك لكونه موجودًا على هيئة صخر مجروف بفعل السيل وكمياته المحدودة.

وفيا يلي 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 ٣٠ سم، وفى مكان آخر من نفس المنطقة يزيد حتى يصل السمك إلى ٢٠٥ مترًا.

• فى منطقة وادى أم عش، يوجد حديد المستوى - أ فى أماكن عدة حيث يتراوح السمك بين ١٥ سم و ٧٠ سم، ومتوسط السمك حوالى ٣٣ سم.

• فى منطقة رأس العقبة، توجد طبقة حديد المستوى - أ فى أماكن كثيرة، بتغير سمكها من ٢٠ سم إلى ٧٥ سم؛ ومتوسط السمك ٤٠ سم.

• فى منطقة جبل تمساح، توجد هذه الطبقة فى أماكن عدة. يتغير سمكها بين ٢٠ سم و ٥٠ سم؛ ومتوسط السمك ٣٦ سم.

• فى الجزء الأوسط لمنطقة وادى عويرشه، توجد الطبقة فى خمسة مناطق فقط، يتغير سمكها من ٢٠ سم إلى ٨٠ سم؛ 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 ٥٠ سم؛ فى معظم الحالات يتغير من ١٥ سم إلى

خام الحديد الأوليتى مدمج، أحمر غامق، هيماتيت أوليتى (أكسيد الحديد الأحمر $Fe_2 O_3$). 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 و ١.٦ 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. فقرة تلوينه عظيمة جدًا. فالسطح المغطى بمسحوق الهيماتيت، عندما يفرك أو يحك بظفر 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 يمحوها من سطح الزجاج، ولكى تُمحي 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 المتوجة. 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.

- في منطقة وادي أم عَشْ، هذا المستوى يحتوي على طبقة واحدة فقط من الخام الأوليتي.
- وفي منطقة رأس العقبة، هذا المستوى يشتمل على طبقة واحدة من خام الحديد الأوليتي، ولكن في بعض الأماكن توجد طبقتان وحتى ثلاث طبقات من الخام الأوليتي.
- في منطقة جبل تمساح، يحتوي المستوى ب على طبقة واحدة من الخام الأوليتي في أماكن عدة ولكنها تحتوي على طبقتان من خام الحديد الأوليتي في أماكن أخرى كثيرة.
- في منطقة أم عودي، هذا المستوى عادة يشتمل على طبقة واحدة من الخام، ولكن في ثلاث أماكن من المنطقة فإنها تشتمل على طبقتين من الخام.
- في الجزء الشمالي لمنطقة وادي العويرشه، توجد طبقة واحدة من الخام، ولكن في أربع أماكن فإنه يشتمل على طبقتين من الخام الأوليتي. وأيضاً في الجزء الأوسط والجنوبي من الوادي.
- وكذلك في مناطق: وادي بيضا أم حقبان، وادي علاوي، وجبل دهيس؛ توجد طبقة واحدة من الخام عادة، ولكن في مناطق أخرى توجد طبقتان من خام الحديد الأوليتي.
- وبناء عليه يمكن القول بأن طبقات الخام الأوليتي للمستوى الأعلى ب ذات انتشار واسع ومستمرة إلى حد ما في كل المنطقة.

٨٠ سم، ومتوسط السمك يتأرجح بين ٣٢ سم و ٤٠ سم. وحقيقة كون هذه الطبقة تنحصر في رقعة معينة وليست مستمرة ورفيعة عموماً قد تقف في سبيل استغلالها. في هذا المجال، يمكن الإشارة إلى أن طبقة خام الحديد الأوليتي -أ قد تخرز سمكا كبير نوعاً ما حوالي ٢,٥ متراً عند نقطة بالجانب الشمالي لوادي أبو عجاج بالقرب من مدخله في منطقة وادي النيل. مثل هذا السمك للطبقة -أ لم يوجد أبداً في أي مكان آخر في كل المناطق.

المستوى الأعلى - ب

هذا المستوى يعتبر الأهم، حيث يشتمل على طبقتين وأحياناً ثلاث طبقات من الهيماتيت الأوليتي والتي تفصلها طبقات الطين أو الحجر الرملي.

تنتشر طبقات الهيماتيت الأوليتي للمستوى الأعلى ب، أكثر بكثير من المستوى السفلي -أ. طبقات هذا المستوى الأعلى توجد في جميع المناطق التي يظهر فيها رواسب خام الحديد. في منطقة وادي النيل يشتمل المستوى الأعلى على طبقتين من خام الحديد الأوليتي. على الجانب الشمالي لمنطقة وادي أبو صيرة، توجد طبقة واحدة من خام الحديد الأوليتي؛ بينما على الجانب الجنوبي للوادي، هذا المستوى يشتمل على طبقتين من الخام الأوليتي.

• في منطقة جبل أم برميل توجد طبقة واحدة من خام الحديد الأوليتي في هذا المستوى.

• أما في منطقة وادي أبو عجاج، هذا المستوى الأعلى يحتوي على طبقة واحدة من الخام الأوليتي؛ ولكن في أربعة أماكن من هذه المنطقة نجد ثلاث طبقات من خام الحديد الأوليتي.

التعرية إلى أبعد حد حتى إن أجزاء منه قد تآكلت وأزاحت نهائياً. وفي أماكن كثيرة عندما يكون الغطاء الصخري لخام الحديد الأوليتي لا يزيد عن أربعة أمتار، فإن الخام يمكن أن يستخرج بطريقة المنجم المفتوح.

٥- سمك وانتشار طبقات خام الحديد الأوليتي يتغير كثيراً. طبقة المستوى السفلى - أ تنحصر في رقعة محددة وليست مستمرة؛ سمكها نادراً ما يزيد عن ٥٠ سم، ومتوسط سمكها يختلف من ٣٢ سم إلى ٤٠ سم. طبقة أو طبقات المستوى الأعلى - ب توجد في رقعة أوسع ومستمرة أو منتشرة نوعاً ما، أقصى سمك لها ٣.٥ متراً ومتوسط السمك يتراوح بين ٢٨ سم و١.٤٨ متراً.

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

التركيب الكيميائي لخام الحديد الأوليتي:

لقد بدأ اهتمام الحكومة المصرية بالتركيب الكيميائي لخام الحديد الأوليتي بمنطقة شرق أسوان في سنة ١٩٢٢. ففي ٢٢ فبراير ١٩٢٢، أرسلت مصلحة المناجم عيتين من خام الحديد الأوليتي إلى معامل التحليل الحكومية لتحليلها. وكانت نتائج التحليل كالآتي^(١) (عطية - ١٩٥٥):

يختلف السمك الكلي للهيئات الأوليتي بالمستوى الأعلى من ١٠ سم إلى ٣.٥ متراً؛ متوسط سمكها - في المناطق المختلفة - يتراوح بين ٢٨ سم و١.٤٨ متراً.

ملاحظات هامة:

١- يوجد خام الحديد الأوليتي دائماً أينما توجد مكاشف طبقات المجموعة الوسطى لتكوين الحجر الرملي النوبي، كما متوقع أيضاً وجودها تحت طبقات المجموعة العليا لتكوين الحجر الرملي النوبي؛ وهذا ما أكدته نتائج حفر الآبار.

٢- في مناطق تغطيتها طبقات المجموعتين الوسطى والعليا لتكوين الحجر الرملي النوبي، قد نجد خام الحديد الأوليتي عند سطح الأرض أو يوجد على عمق بسيط أو عميق؛ تبعاً لسمك طبقات الغطاء وحسب تضاريس الأرض.

٣- يقل سمك خام الحديد الأوليتي في اتجاه الجنوب كلما اقتربنا من مكاشف الصخور النارية والمتحولة. كما يبدو أنها تقل سمكاً أيضاً في اتجاه الغرب؛ وهذا يتضح من الحقيقة التي أشرنا إليها سابقاً عند دير سمعان (سانت سيمون) على الضفة الغربية لنهر النيل في مقابلة مدينة أسوان، حيث يوجد فقط حجر حديد أوليتي ومغرة ولا يوجد آثار من خام الحديد الأوليتي. إلى الشمال نتوقع أن نجد خام الحديد الأوليتي تحت طبقات المجموعة العليا لتكوين الحجر الرملي النوبي.

٤- في أماكن عدة، حيث يظهر خام الحديد الأوليتي على سطح الأرض، وبذلك يكون معرضاً لعوامل

(١) موقع العينات لم يذكر

عينة ٢-	عينة ١-	
٪٣٨.٦	٪٥٥.٢	حديد Fe
٪١.٣	٪٠.٤	منجنيز Mn
٪٣١.٠	٪١٨.٦	سيليكاً Si O ₂

G. T. Holloway & Co. Ltd. بلندن للتحليل.
وكان التحليل للعينة (تجفيف هواء) كالتالي:

• في ٢٦ فبراير ١٩٢٢، أرسلت مصلحة المناجم عينة من خام الحديد الأوليتى إلى السادة:

٪٦٧.١٧	مكافئ إلى أكسيد حديدك Fe ₂ O ₃	٪٤٤.٨٨	حديد Fe
		٪٢٢.٥٣	سيليكاً Si O ₂
٪٢٦.٠٥	مواد غير ذائبة	آثار	منجنيز Mn

للتحليل الكامل. جففت العينة عند ١١٠°م، وكانت النتائج كالتالي^(١):

• في مايو ١٩٣١، أرسلت عينة من خام الحديد الأوليتى للدكتور ديتمان Dr. Dittman بألمانيا

تعطى حديدًا كليًا (Fe) ٪٥٦.٥٨	{	٨٨.٣٢	Fe ₂ O ₃	أكسيد حديدك	
		٠.٥٢	Fe O	أكسيد حديدوز	
		٣.٣٢	Al ₂ O ₃	أكسيد ألومنيوم	
		١١.٨٩	Si O ₂	أكسيد سيليكون	
آثار	S	كبريت	٠.١٩	Mn	منجنيز
-	As	زرنيخ	٠.٢٥	Ca O	أكسيد كالسيوم
-	Pb O	أكسيد رصاص	٠.٦٠	Mg O	أكسيد ماغنسيوم
-	Cu O	أكسيد نحاس	٠.١٥	P ₂ O ₅	خامس أكسيد الفوسفور
-	Zn O	أكسيد زنك	٠.١٨	Ti O ₂	أكسيد تيتانيوم
			٢.٢٨		فاقد عند الحريق
			٩٩.٩٠	المجموع	

(١) موقع العينات لم يذكر

وفي نفس الوقت (مايو ١٩٣١)، أرسلت مصلحة المناجم عينة لخام الحديد الأوليتي من محجر المغرة على الجانب الشمالي لوادى علاوى إلى السادة بلندن لتحليلها تحليلاً كاملاً^(١). وكانت النتائج كما يلي:

		%	
	أكسيد الحديد	Fe ₂ O ₃	٧٤.٥٩
	سيليك	Si O ₂	١٢.١٨
	أكسيد الألومنيوم	Al ₂ O ₃	٦.٢١
	خامس أكسيد الفوسفور	P ₂ O ₅	١.٦٠
٠.٧٠	P	فوسفور	٠.٢٥
٠.٠٧	S	كبريت	٠.٢٥
٠.١٨	SO ₃	ثالث أكسيد الكبريت	٢.٩٥
١.٠٧		الفاقد من الماء وغير محدد	٠.٧٢
	أكسيد الكالسيوم	Ca O	٢.٩٥
	أكسيد الماغنسيوم	Mg O	٠.٧٢

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

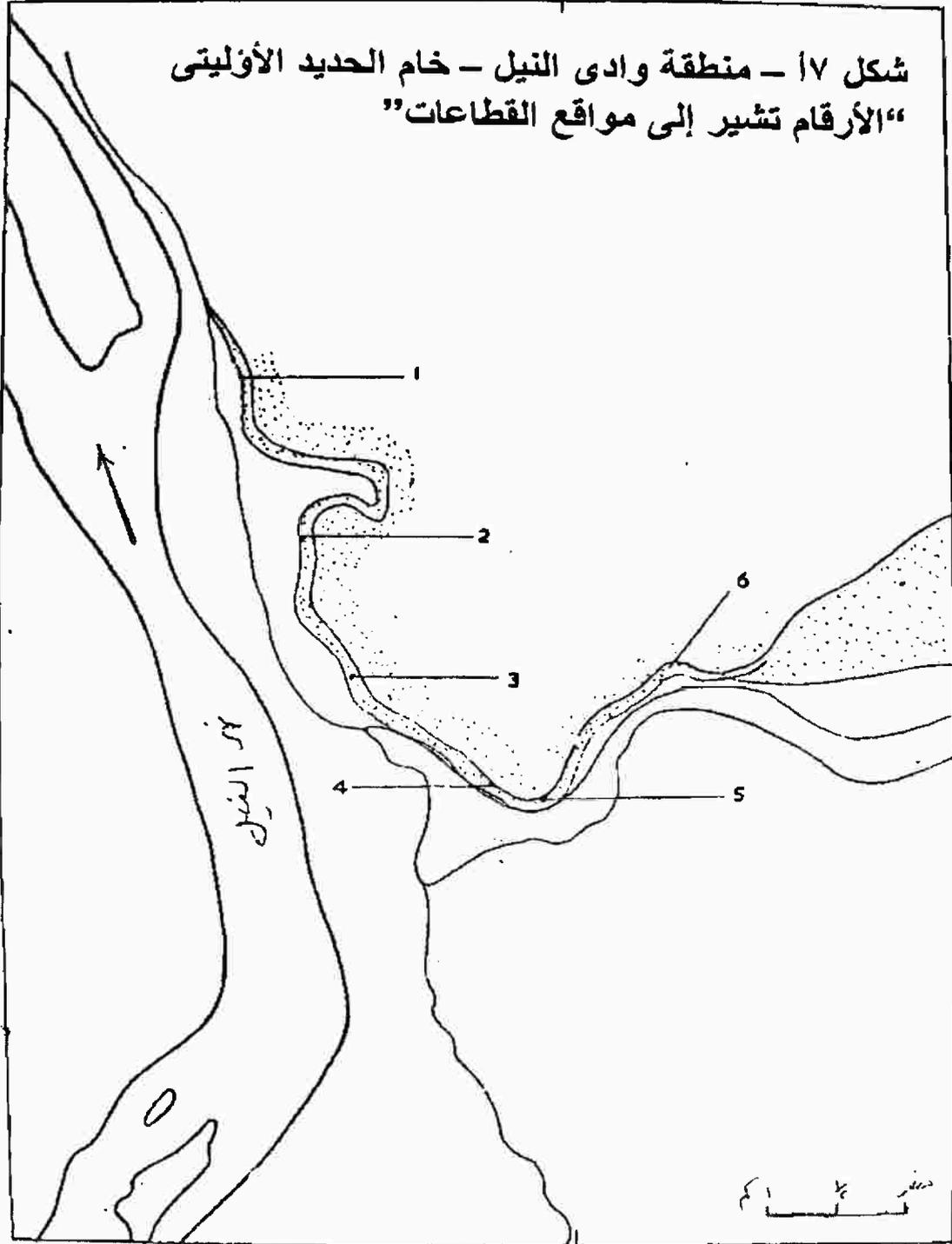
وكانت نتيجة التحليل كما يلي:

رقم العينة	نسبة الحديد Fe	مكافئ أكسيد الحديد
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.

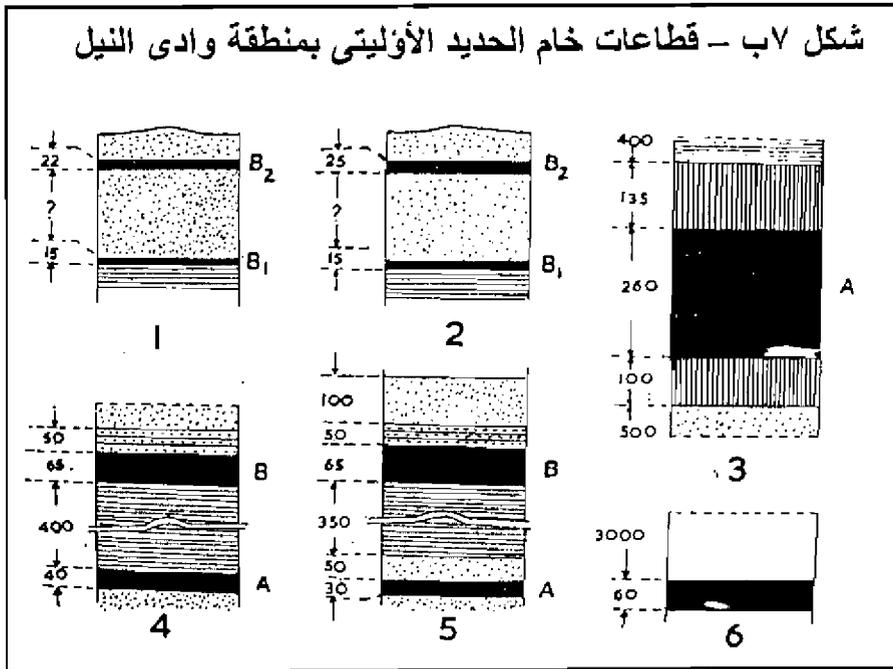
32° 55'

شكل ١٧ - منطقة وادي النيل - خام الحديد الأوليتي
"الأرقام تشير إلى مواقع القطاعات"



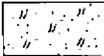
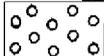
32° 55'

شكل ٧ ب - قطاعات خام الحديد الأوليتي بمنطقة وادي النيل



شكل ٧- لوحة إيضاحات قطاعات خام الحديد الأوليتي

إصطلاحات عامة لقطاعات خام الحديد الأوليتي (بطروخي)

	خام حديد أوليتي		حجر رملي طيني
	حجر رملي حديدي		طين رملي
	حجر رملي		طين أو صلصال
	مواد تعرية		مواد فتاتية

ملاحظة: الأبعاد على القطاعات بالسنتيمتر عطية ١٩٥٥

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

١- منطقة وادى النيل (شكل ٧ أ، ٧ ب)

تحاليل عيتين لخام الحديد الأوليتى والتي تم
الحصول عليها من هذه المنطقة:

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.

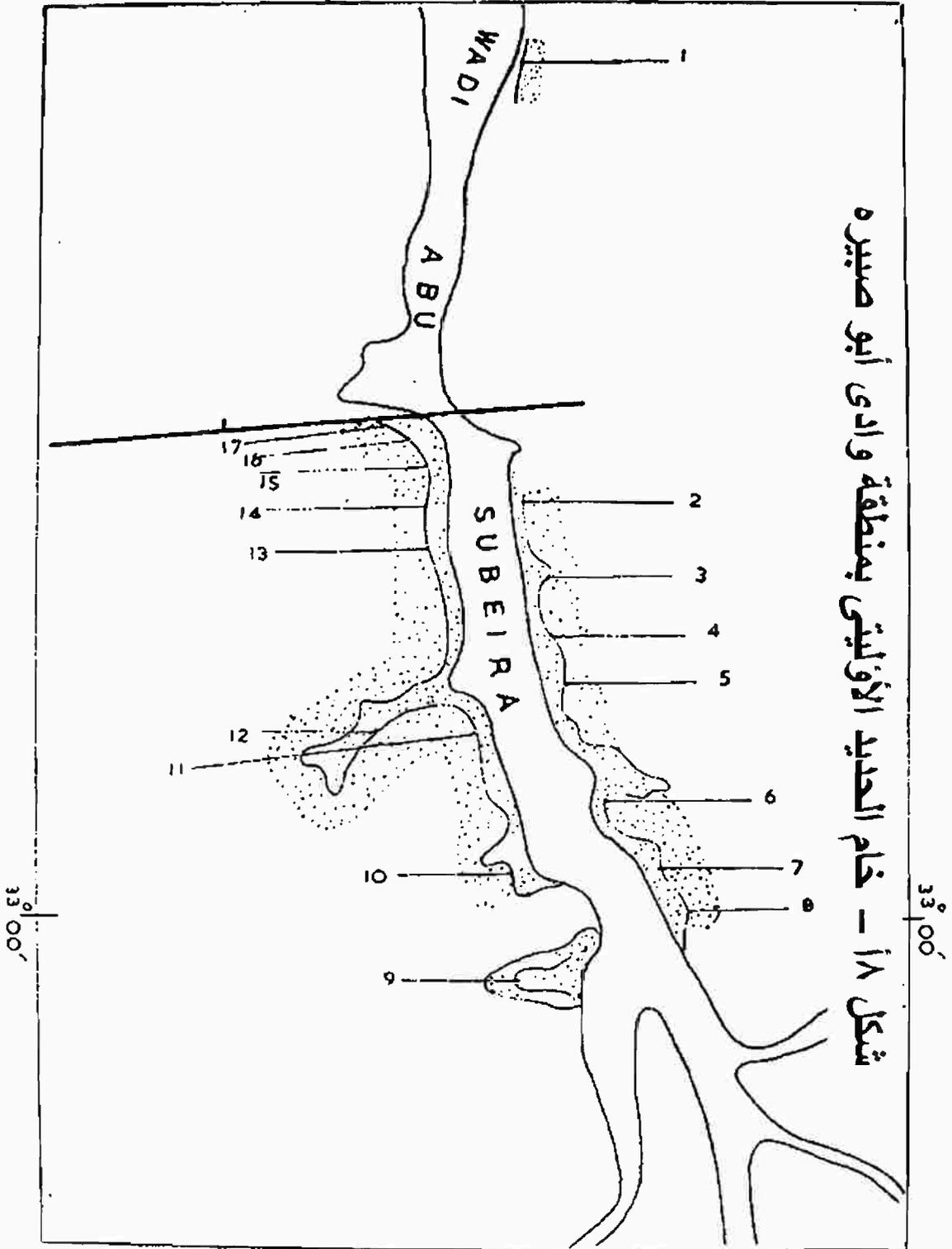
عينة ٢-	عينة ١-	
٪٦١,٢٠	٪٦١,٣٠	أكسيد حديدك $Fe_2 O_3$
٪٤٢,٨٠	٪٤٢,٨٧	حديد Fe
٪٢٦,٠	٪٢٧,٢٠	سيليكسا $Si O_2$
-	٪٠,٦٠	أكسيد المنجنيز $Mn_2 O_3$
٪٠,٩٠	٪٠,٠١	خامس أكسيد الفوسفور $P_2 O_5$
٪٠,٣٩	-	فوسفور P
-	٪٦,٣٠	أكسيد ألومنيوم $Al_2 O_3$
-	٪٠,٢٠	أكسيد تيتانيوم $Ti O_2$
-	٪٠,٨٧	أكسيد الكالسيوم Ca O
-	٪٣,٥٠	ماء $H_2 O$
كيپر (Kipper)	فاداش (Vadasz)	أسماء الباحثين

العينة ١-، جمعت من موقع جنوب شرق الكتابات الفرعونية من طبقة سمكها ٧٠ سم.

العينة ٢-، جمعت من موقع بالقرب من مدخل وادى أبو عجاج من طبقة سمكها ١٤٠ سم.

من نتائج التحاليل المتاحة، تم حساب متوسط أكسيد الحديدك، الحديد، السيليكسا للخام في هذه المنطقة كالتالى:

٪٦١,٢٥	$Fe_2 O_3$	أكسيد حديدك
٪٤٨,٨٤	Fe	حديد
٪٢٦,٦٠	$Si O_2$	سيليكسا



شكل ١٨ - خام الحديد الأولى بمنطقة وادي أبو صبيره

من الجانب الشمالى لوادى أبو صبيرة والعشرة
الأخرى من الجانب الجنوبى (جدول ٦،
وجداول ٧).

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

تحليل ٢٠ عينة لخام الحديد الأوليتى من
هذه المنطقة، تم الحصول عليها: عشرة عينات جمعت

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

رقم العينة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
%Fe ₂ O 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 ₂ O ₃	١,٠٥	-	-	-	-	-	-	-	١,٤٥	-
%P ₂ O ₅	٥,٥١	-	-	١,٦٠	٠,١٠	١,٨	-	٠,٠٧	-	-
%P	-	-	-	٠,٧٠	٠,٤٠	٠,٧٩	-	-	-	-
%Al ₂ O ₃	٩,٨٩	-	-	-	-	-	-	-	-	-
%TiO ₂	٠,٠١	-	-	-	-	٠,٠٢	-	-	-	-
%CaO	٢,٢٦	-	-	-	-	-	-	-	-	-
%H ₂ O	٥,٢٠	-	-	-	-	-	-	-	-	-
اسم جامع العينة	Vad. فاداش	Min. Dept. مصلىحة المناجم	Min. Dept. مصلىحة المناجم	Kipper كيبير	Vadasz فاداش	Min. Dept. مصلىحة المناجم	Min. Dept. مصلىحة المناجم	Min. Dept. مصلىحة المناجم	Min. Dept. مصلىحة المناجم	Min. Dept. مصلىحة المناجم

من تحليل العينات عاليه أمكن حساب متوسط
أكسيد الحديدىك، حديد، والسيليكال لخام الأوليتى
على الجانب الشمالى لوادى أبو صبيرة كما يلى:

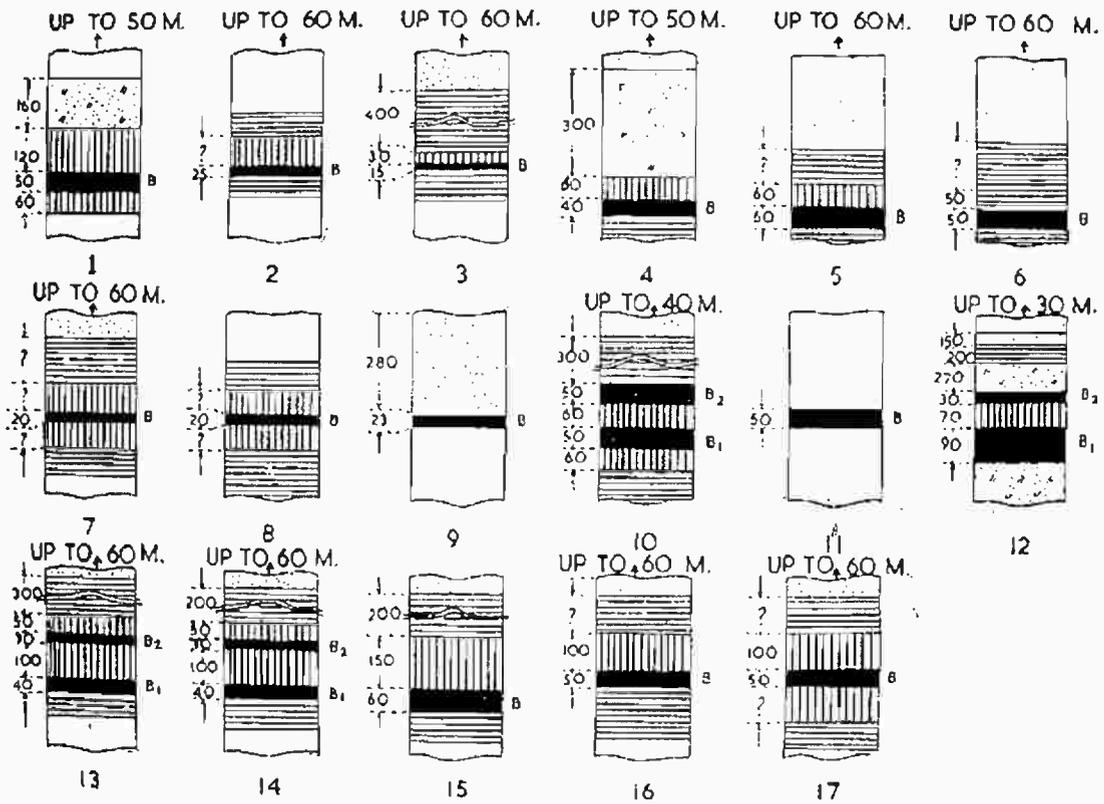
جميع العينات عاليه جمعت من المواقع
الموضحة على الشكل ٨ - أ، وموضح قطاعاتها على
الشكل ٨ ب.

أكسيد حديدىك Fe₂O₃ ٦٢,٨٦%

حديد Fe ٤٣,٩٧%

سيليكال SiO₂ ٣١,٣٢%

شكل ٨ - قطاعات خام الحديد الأوليتي بمنطقة أبو صبيره



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

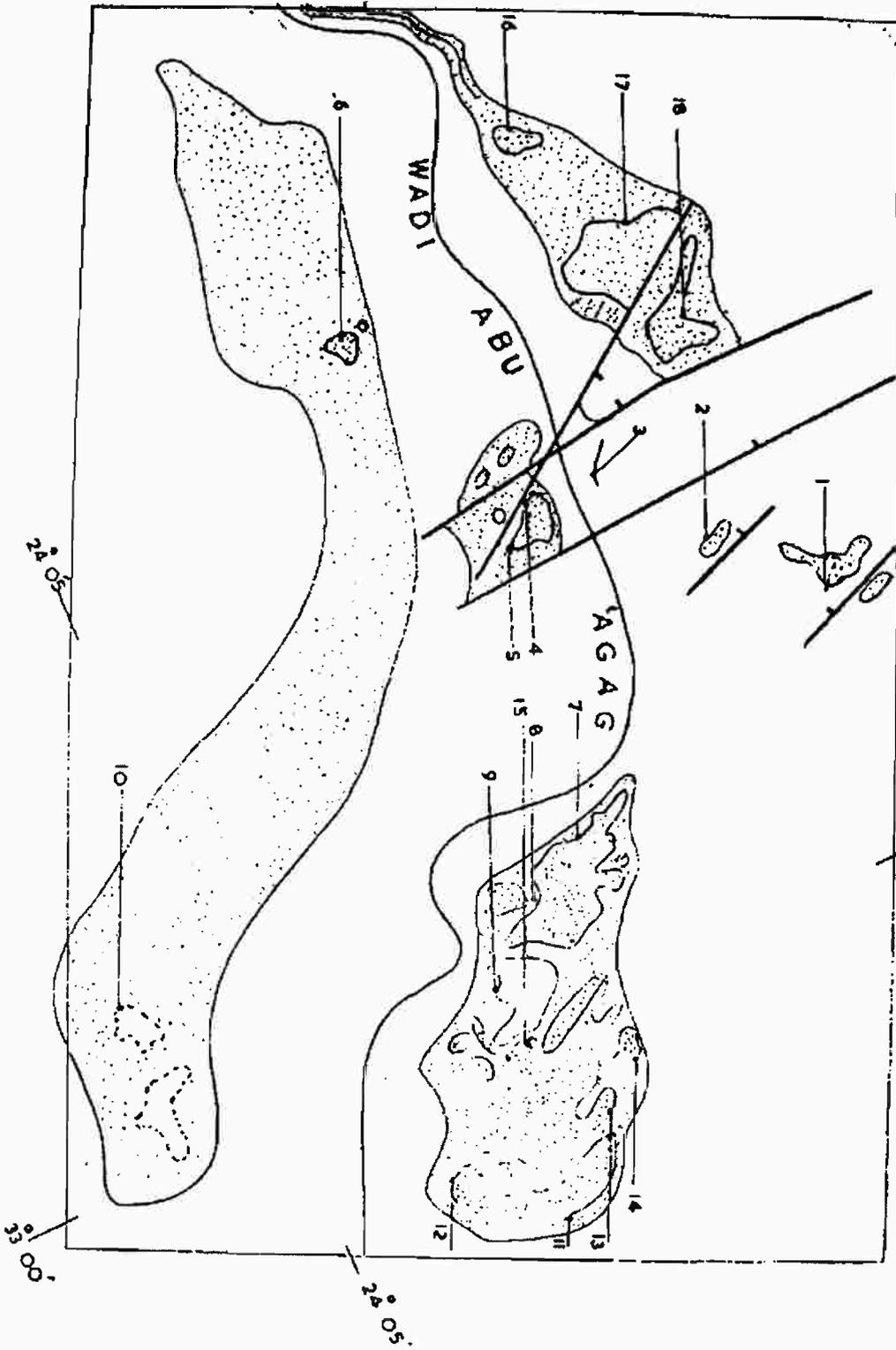
رقم العينة	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠
%Fe ₂ O ₃	٧٨,٢٠	٨٦,٠	٣٧,٥٠	٧٤,٨٠	٦٢,٨٠	٧٥,٢٠	٥٨,٠	٧٢,٨٠	-	-
%Fe	٥٤,٦٩	٦٠,١٥	٢٦,٢٠	٥٢,٢٠	٤٤,٠	٥٢,٦٠	٤٠,٦٠	٥١,٠	٤٣,٦٨	٤٥,٤٤
%SiO ₂	١٠,٠٨	٦,٤٦	-	-	١٠,٩٠	١٢,٥٠	٣٠,٢٠	١٧,١٠	٢٣,٨٢	٢١,١٤
%Mn ₂ O ₃	٠,١٥	٠,٠٥	-	-	-	-	-	-	-	-
%Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	٠,١٨	٠,١٨
%P ₂ O ₅	-	٠,٠١	-	-	١,٤٠	٢,٤٠	١,٧٥	١,٧٥	-	-
%P	-	-	-	-	٠,٦١	١,٠٤	٥,٧٦	٠,٧٦	١,١٧	٠,٩١
%Al ₂ O 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 ₂ O	٢,٤٨	٢,١٠	-	-	-	-	-	-	-	-
الفاقد بالحريق	-	-	-	-	-	-	-	-	٢,٠٨	٢,٥٠
اسم جامع العينة	فاداش		مصلحة المناجم		كبير		جروشتمان Grochtmann		روهلانند Rohland	

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

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

أكسيد حديدك	Fe ₂ O ₃	٦٨,١٦%
حديد	Fe	٤٧,٠٦%
سيليكا	SiO ₂	١٦,٥٣%

شكل ١٩ - خام الحديد بمنطقة وادي أبو عجاج



ومتوسط هذه العناصر في وادى أبو صبيرة ككل كما يلي:

أوكسيد حديدك	Fe ₂ O ₃	%٦٥.٥١
حديد	Fe	%٤٥.٥١
سيلكا	Si O ₂	%١٨.٩٣

٣- منطقة وادى أبو عجاج (شكل ٩ أ، ٩ ب)

جدول ٨- ٦ تحاليل عينات من هذه المنطقة كما يلي:

رقم العينات	١	٢	٢	٤	٥	٦
أوكسيد الحديدك %Fe ₂ O 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
سيلكا % Si O ₂	٨.٨٤	٥.١٦	-	-	-	-
أوكسيد المنجنيز % Mn ₂ O ₃	١.٥٥	١.٧٠	-	-	-	-
خامس أوكسيد الفوسفور % P ₂ O ₅	٠.٠٩	٠.٠٤	-	-	-	-
اسم جامع العينة	فاداش		مصلحة المناجم Min. Dpt			

من تحاليل العينات عاليه أمكن حساب متوسط أوكسيد الحديدك، والحديد للخام الأؤلىتى بوادى أبو عجاج كما يلي:

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

أوكسيد حديدك	Fe ₂ O ₃	%٦٧.٥٩
حديد	Fe	%٤٢.٢٧

حساب كمية خام الحديد الأوليتى فى منطقة شرق أسوان؛

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 البلانيمتر «Planimeter» من الخرائط الجيولوجية للمنطقة بمقياس ١: ٥٠٠٠٠٠.

٢- متوسط السمك للخام.

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

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

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

لذلك فتقدير الخام يكون لذلك الخام المؤكد، والذي 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

جدول رقم (٩)

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

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

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 الاستكشافية دراسة خمسة عشر موقعا فى مساحة تقدر بحوالى ٢٨٠٠ كيلو متر مربع تنحصر بين خط الطول ٤٥° ٣٣ شرقا وشاطئ بحيرة ناصر غربا، وخطى عرض ٣٠° ٢٣، ٥٥° ٢٤ شمالاً؛ ضمن مكون التماسح، الذى يتكون من رواسب فتاتية بحرية ضحلة، والذى ينحصر بين مكونى أم برمىل وأبو عجاج.

طبوغرافية الخام؛

طبوغرافية تواجد الخام بالأجزاء الشمالية الغربية

من هذا الجدول عاليه يمكن ملاحظة التقدير الكلى لخام الحديد الأوتلى 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 الروسين «جاتششيلادزى وإفانوف» - تم عرض موجز لخام حديد شرق أسوان وكذلك أشار التقرير إلى وجود امتداد خامات الحديد فى جنوب شرق أسوان، وفى مناطق كلايشة، جرف حسين، أبو سمبل، ومناطق أخرى.

بناء على الأبحاث الاستكشافية، التى قامت بها هيئة المساحة الجيولوجية، بالاشتراك مع قسم الجيولوجيا بكلية العلوم - جامعة القاهرة، ضمن

لأعماق كبيرة. كما يلاحظ أن طبقات الحديد الظاهرة على السطح معرضة لعوامل التعرية، التي 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 وادي برمرم، ويتضح تأثير عوامل التعرية على سمك طبقات الخام بصورة واضحة على مستويات الصدوع المختلفة (الجدول رقم ١٠).

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

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

سمك الخام في منطقة برقة الترخام يشبه إلى حد كبير منطقة جبريل من حيث عدم الانتظام.

سمك الخام في 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 وادي الكيش.

الغطاء الصخري

يوجد تباين إيجابي في سمك الغطاء الصخري

(منطقة وادي برمرم) والشالية الشرقية (منطقة وادي عرب) والجزء الأوسط من منطقة شرق أم حبال، تشبه إلى حد كبير تواجد الخام بمنطقة شرق أسوان، أما الامتداد الجنوبي والشمالى لمنطقة شرق أم حبال فتوجد طبقات الحديد تحت السطح في منطقة سهلية، تتناثر بها التلال المنفصلة. طبوغرافية منطقة جبريل وبرقة الترخام هى عبارة عن أحواض سهلية مطوقة بالسلاسل الجبلية من مكون أم برممل تطويقًا نصف دائريًا من ناحية الشرق والشمال، أما طبوغرافية وجود الخام بمنطقة خور رحمة تشبه تواجد الخام بمنطقة وادي عرب.

جيولوجية رواسب خام الحديد

تم تقسيم مكون التماسح إلى أربع دورات ترسيبية كبرى (النديم ٢٠٠١). توجد طبقات الحديد في صورة نطاقات استراتيجرافية في 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 في هيئة طبقية غير منتظمة السمك، بالإضافة إلى الهيئة العدسية المعهودة لمثل هذه الرواسب. وهذا راجع إلى طبوغرافية الطبقات السفلى التي ترسب عليها خام الحديد، حيث يسود عدم الانتظام من جراء عمليات الهدم والبناء في البيئات الضحلة الملازمة لترسيب طبقات الحديد خاصة الأوليتى منها. هذه الطبيعة لمثل هذه البيئات يكون لها تأثير على تقدير الاحتياطات بالسلب أو الإيجاب؛ حيث نشاهد عملياً عند الاستغلال تبايناً شديداً في تغيرات السمك.

تسود الصدوع شمال غرب - جنوب شرق، وهى المسيطر عليها صدوع شمال شرق - جنوب غرب. هذه الصدوع لها تأثير إيجابى فى ظهور طبقات الحديد على السطح، وتأثير سلبى حيث اختفاء طبقات الحديد

الصلابة ضعيفة إلى متوسطة الصلابة، إلا أن ارتفاع نسبة السيليكا في بعض المناطق تتسبب في زيادة صلابة الخام خاصة الأحجار الحديدية التي تكون طبقة الأساس لطبقات الحديد البتروخي (الأوليتي)، كما هو واضح في الجزء الجنوبي الشرقي من منطقة شرق أم حبال.

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

النسيج الكتلي والنسيج الأوليتي (البتروخي) والنسيج البازلتي، وهذا الاختلاف في النسيج راجع إلى ظروف بيئات الترسيب خلال الدورات الترسيبية المتعاقبة لمكون التماسح.

تتراوح الكثافة النوعية لرواسب الحديد لمنطقة جنوب شرق أسوان ما بين ٣.٢ جم/سم^٣ إلى ٤ جم/سم^٣.

الخواص المعدنية

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

الخواص الكيميائية

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

بمنطقة وادي برمرم نظراً للتأثير التدميري لعوامل التعرية على طبقات الغطاء بصفة خاصة؛ خلال مستويات الصدوع.

توجد أجزاء كبيرة من مساحة انتشار الخام بمنطقة وادي عرب ظاهرة على السطح بدون غطاء صخري؛ خاصة في الأجزاء الجنوبية المطوقة بتلال جبلية من مكون أم برمبل حيث يوجد مكون التماسح مكوناً الأرضية بين التلال.

تتميز مكاشف الحديد في الجزء الأوسط من منطقة شرق أم حبال بغطاء صخري غير سميك، يتلاشى في أغلب مواقع انتشار الخام، بينما يزداد الغطاء الصخري في الامتداد الشمالي والجنوبي، علماً بأن سمك الغطاء الصخري في الامتداد الجنوبي أقل عما هو عليه في الامتداد الشمالي.

تظهر مكاشف الحديد بمنطقة جبريل على امتداد نطاقات الفوالق السلمية بدون غطاء صخري. كما تظهر مكاشف الحديد بمنطقة برقة التخام أيضاً بدون غطاء صخري على امتداد نطاق الفوالق لمسافات صغيرة جداً. كما تظهر طبقات الخام بمنطقة خور رحمة في مساحات ضئيلة جداً بدون غطاء صخري.

الخواص الطبيعية

يتراوح اللون ما بين الأحمر الطوبى إلى البنى المائل إلى الإصفرار، مع وجود اللون الهيماتيتي المائل إلى الاخضرار لمصاحبه معدن الشاموزيت، وخاصة في منطقة شرق أم حبال ومنطقة جبريل، علماً بأن اللون الأحمر الدموي يكون غالباً في طبقات الحديد المصاحبة للأحجار الرملية، كما هو واضح في منطقة وادي عرب وخور رحمة.

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

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

م	المنطقة	سمك الخام	الغطاء الصخري	محتوى السيليكا	محتوى الحديد	خامات أكسيد الفوسفور	الاحتياطي م. طن	رتبة الاحتياطي
١	وادي برمرم	٢,٥-٠,٣٥	١,٢-٠	٣٠,٨-٦,٢	٥٠-٢٢,٧	٦,٠-٠,٦٤	٢٤	جيولوجي
		١,١٨	٠,٥٧	١٨,٩٤	٣٠,٠	٢,١٨		
٢	وادي عرب	١,٥-٠,٢٥	١٠,٠-٠	٢٨,٤-٧,٤	٥٤,٣-٣٩,٣	٢,٢-٠,١٨	٩٨	جيولوجي
		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	جيولوجي
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	جيولوجي
		١,١	١٥,٥٥	١٤,٨	٤٤,٦٤	٣,٢٣		
٦	خور رحمة	٢,١-٠,٣	١٥-٠	٣٦,٣-٢٠	٤٢,٢-٢١,٧	٠,٧-٠,٣	٧٥	جيولوجي
		٠,٩٥	٤	٢٨,٦	٣٥	٠,٤		
٧	الضعة	٢-١,١		١٩-٣	٥٩,٥-٣٠,١	١,٣٧-١١,١	١١	جيولوجي
٨	وادي الكباش	٣,٢-٢,٦		٢٣,٧١-٣	٥٢,٩٩-٣٤,٦	٦,٠٥-١١,١	٣٠	جيولوجي
٩	مجموع الاحتياطي	(مليون طن)					٤٦	مؤكد
							٣٩	محمتمل
							٣٠٩	جيولوجي

ب- خامات إلمينيت أبو غلقة

(تيتانيوم - حديد - فناديوم)

يوجد هذا الخام في منطقة وادي أبو غلقة، الذي يقع جنوب مرسى علم بحوالى ١٠٠ كم، ويبعد عن ميناء أبو غصون على شاطئ البحر الأحمر بحوالى ٣٥ كم^(١)، عند تقاطع خط عرض 21° 20' ٢٤ شمالاً وخط طول 03° 30' ٢٥ شرقاً، في الجزء الجنوبي من الصحراء الشرقية.

توجد هذه الخامات على هيئة عدسات وطبقات تنحصر في 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 متراً^(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 خليطاً من الجرانيت والديورايت والتي يحتمل أن تكون أحدث من صخور الجابرو.

يتمركز التمعدن عند قمة الاسترساب حيث يتكون

من مجموعة من طبقات وعدسات الإلمينيت التى يتطابق مظهرها وميلها مع سطح كتلة الجابرو المسترسبة. يفصل طبقات الإلمينيت عن بعضها طبقات من الجابرو والغنية نسبياً بالإلمينيت المنتشر في الصخر.

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

تعرضت خامات إلمينيت أبو غلقة لعدد من الأبحاث الجيولوجية المختلفة، ومن أهم هذه الأبحاث تلك التى تمت لتقييم الخام في 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 احتياطي الخام في 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 بئراً بعمق إجمالى أطوال ٢٧٣٠ متراً. بلغ إجمالى سمك الإلمينيت ١٣٠٠ متراً، وكان إجمالى عدد العينات التى تم جمعها ١٢٣٠ عينة لأغراض التحاليل المختلفة. ومن أنواع الصخور المختلفة التى تحللتها الآبار (الشاذلى وعبدالعزیز ١٩٥٧ - تقرير داخلى).

كما قامت المساحة الجيولوجية بعمل خريطة جيولوجية للخام بمقياس ١: ٥٠٠٠٠ (عامر

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

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

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

بحفر ٤ مغارات استكشافية، والتي تم اقتراحها بمعرفة خبراء شركة ديساج (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:

وعبدالفتوح (١٩٥٦ - تقرير داخلي)^(١)، وخرائط تفصيلية مقياس رسم ١:٢٠٠٠، ١:٥٠٠ (عبدالفتوح ١٩٦٠)، وفي عام ١٩٥٧ قامت المساحة الجيولوجية بعمل ثلاثة آبار بالحفر الآلى (الشاذلى وعبدالعزيز ١٩٥٧ - تقرير داخلي)^(١) بأعماق: ٤٤ مترًا، ٦١ مترًا، ١٠٥ أمتار على التوالي. وفي عام ١٩٦٠ أنشئت الشركة العامة للإلمينيت بغرض استثمار هذه الخامات فقامت

النسبة المئوية	النسبة المئوية	النسبة المئوية
٠,٢٣ Mn منجنيز	٠,٦١ أكسيد ألومنيوم Al ₂ O ₃	٤٠,٩ أكسيد تيتانيوم Ti O ₂
٠,٠٦ Cr كروم	٠,٠ أكسيد كالسيوم Ca O	٢٨,٣ أكسيد حديدك Fe ₂ O ₃
٠,١٨ V فاناديوم	٢,١٨ أكسيد ماغنيسيوم Mg O	٢٤,٥ أكسيد حديدوز Fe O
٠,٠ Cu نحاس	٠,٠ فوسفور P	٢,٢ أكسيد سيليكون Si O ₂
٠,٠ Ni نيكل	٠,٠٣١ كبريت S	

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

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

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

لقد تم اكتشاف حديث بوجود خام الإلمينيت في الجزء الجنوبي من الصحراء الشرقية.

٧,٦٧٪ إلى ١,٢	السيليكا تتراوح من ١,٢ إلى ٧,٦٧٪	٣٣,٨٩ إلى ٤١,٠٤٪	ثانى أكسيد تيتانيوم تتراوح من ٣٣,٨٩ إلى ٤١,٠٤٪
٥,٣٤٪ إلى ٠,٥٨	ألومينا تتراوح من ٠,٥٨ إلى ٥,٣٤٪	٦,٤٣ إلى ٢٣٪	أكسيد حديدك تتراوح من ٦,٤٣ إلى ٢٣٪
٠,٣٩٪ إلى ٠,٢٩	فانديوم تتراوح من ٠,٢٩ إلى ٠,٣٩٪	٢٥,٩٤ إلى ٣٥,٦٥٪	أكسيد حديدوز تتراوح من ٢٥,٩٤ إلى ٣٥,٦٥٪

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

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

تقدير احتياطي الخام :

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

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

جدول رقم ١١: جابر نعيم ١٩٨٤

النسبة %							الكمية مليون طن	الطريقة
Cr ₂ O ₃	V ₂ O ₅	Ca O	Mg O	Si O ₂	Fe	Ti O ₂		
٠,٠٣٠	٠,٢٦٠	١,٥٧	٣,٢٨	٦,٦٠	٣٦,٢٧	٣٤,٠١	٤٠.٥٠	١- المقطع العرضي
٠,٠٣٠	٠,٢٦٥	١,٥٤	٣,٢٨	٦,٤١	٣٦,١٦	٣٤,٤٣	٤١.٨٠	٢- المضلع
٠,٠٣٠	٠,٢٦٦	١,٥٠	٣,٢٢	٦,٢٦	٣٦,١٠	٣٤,٦٣	٤٠.٨٠	٣- المثلث

العلاقة بين نوع الخام والعمق، وبناء عليه تم تقسيم الخام رأسياً إلى:

- ١- خام غني نسبياً قرب السطح. وهو الخام المؤكسد.
- ٢- خام متوسط النسبية.
- ٣- خام ضعيف نسبياً.

لقد تم حساب الكمية بالطن ومتوسط الخام الغني قرب السطح كما يلي: (جابر نعيم - ١٩٨٤)

Cr ₂ O ₃	V ₂ O ₅	Ca O	Mg O	Si O ₂	Fe	Ti O ₂	الكمية مليون طن
٠.٠٢٧	٠.٢٨	١.٤٩	٣.٠٨	٥.٠٨	٣٦.٥٨	٣٨.٧٨	٨.٤

التحليل عاليه الخام السطح فقد اعتبر كخام فسفاديوم بمقارنته بخام منجم الأردن بكويك بكندا. ولكن الأهم

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

ونتيجة للدراسات التي قامت بها الهيئة، فقد تم إثبات ما يقرب من ٦٤ مليون طن من الخام (احتياطيات جيولوجية)^(١) القابلة للزيادة حيث يوجد امتداد غير ظاهر للخام في مساحة تقارب مساحة المنطقة التي شملها الحفر الآل

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

لقد تم تقسيم الخام إلى مستويات سمك كل منها ٢٥ متراً، كما تم حساب الكمية بالطن والنوع لكل مستوى، ووقعت على خرائط ١: ١٠٠٠. كما تم دراسة

الكمية
مليون طن

إن كل ما يعيننا من هذا الخام هو إمكانية الحصول على المعادن المكونة له اقتصادياً، فمثلاً من متوسط

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

التحليل الكيميائى للخام

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

في 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.

في 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 جانبي ذى قيمة. هذه الكمية سوف تضاف إلى الناتج القومى من كتل الحديد التى ستستخدم بعد المعالجة لإنتاج الصلب والأنواع الأخرى.

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

الخام الأسود	الخام الأحمر	النسبة المئوية
٣٩,٥٠	٣٨,٢٥	Ti O ₂ أكسيد التيتانيوم
٣٠,١٤	٢٤,٤٠	Fe O أكسيد الحديدوز
١٦,٥٣	٢٤,٣٥	Fe ₂ O ₃ أكسيد الحديدك
٣٥,٠	٣٦,٠	Fe معدن الحديد ككل
٤,٦٠	٣,٧٠	Si O ₂ سيليكات
٤,٦٠	٤,١٩	Al ₂ O ₃ أكسيد الألومنيوم
٠,٣٧	٠,٣٨	Ca O أكسيد الكالسيوم
٣,٦٢	٣,٣٥	Mg O أكسيد الماغنسيوم
٠,٢٨	٠,٢٩٤	V ₂ O ₅ أكسيد الفناديوم
٠,١٢٩	٠,٠٧٨	P ₂ O ₅ أكسيد الفوسفور
٠,٠٥٤	٠,٠٦٢	Cr ₂ O ₃ أكسيد الكروميوم
٠,١٩٢	٠,٢١٤	Mn O أكسيد المنجنيز

قطب (١٩٦٥) أعطى متوسط معدل التركيب الكيميائي لخام الإلمينيت كما يلي:

جدول -١٣: عينة السطح (الخام الأحمر)

جدول -١٤: عينة السطح (الخام الأحمر)

النسبة المئوية		النسبة المئوية	
٣٧.٦٥ إلى ٣٣.٨٩	Ti O ₂	٤١.٠٤ إلى ٣٧.٠٩	أكسيد التيتانيوم
٣١.٣٣ إلى ٢٥.٩٤	Fe O	٣٥.٦٣ إلى ٢٧.٩٣	أكسيد الحديدوز
٢٣.٨٥ إلى ٦.٣٤	Fe ₂ O ₃	٢٣.٠ إلى ١٧.٤٧	أكسيد الحديدك
٧.٩٠ إلى ٤.٤٤	Si O ₂	٧.٧٦ إلى ١.٢٠	سيلكا
٥.٣٤ إلى ١.١٩	Al ₂ O ₃	١.٩٢ إلى ٠.٥٨	أكسيد الألومنيوم
٠.٣٩ إلى ٠.٢٩	V ₂ O ₅	٠.٣٨ إلى ٠.٣١	أكسيد الفناديوم
٢١.٢٠ إلى ٠.٢١	Mn O	٠.٩٧ إلى ٠.٣٤	أكسيد المنجنيز
٣.٣٧ إلى ٠.٨٧	Mg O	٢.٨١ إلى ٠.٥٤	أكسيد المغنسيوم
٠.٧٥ إلى ٠.٠٩	Ca O	٠.٧٥ إلى ٠.٠٩	أكسيد الكالسيوم
٢.٧٤ إلى ١.١٥	Na ₂ O	٢.٨٨ إلى ١.٨٨	أكسيد الصوديوم

٢- صهر الخام لاختزال الحديد والتيتانيوم معاً 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 مناسباً لهذه الطريقة.

٣- صهر الخام لاختزال الحديد فقط وفي نفس الوقت تركيز أكسيد التيتانيوم في الخبث للحصول على خبث غنى بأكسيد التيتانيوم. هذا الخبث سيعالج بعد، إما بالذوبان للحصول على أصباغ أكسيد التيتانيوم، أو للحصول على معدن تيتانيوم طبقاً لطريقة كروول «kroll». هذه الطريقة لا تحتاج بالضرورة لخام غنى بمعدنيه، لذلك فهذه الطريقة هي المقترحة لمعالجة خام أبو غلقة.

معالجة خام الإلمينيت

أجريت عدة أبحاث لمعالجة هذا الخام، أهمها تلك التي قامت بها هيئة المساحة الجيولوجية في معاملها المركزية وتلك التي قامت بها هيئة ديباج 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 O₂ كأصباغ.

هذه الطريقة تستخدم للخام الغنى، وإلا فسوف يكون الفاقد في المذيب مرتفعاً جداً بحيث تكون هذه الطريقة غير اقتصادية. لذلك فخام أبو غلقة ليس مناسباً لاستخدام هذه الطريقة.

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

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

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

جدول رقم - ١٥ (عبد ١٩٦٣).

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

وطبقاً لطريقة كويبيك «Quebec»، فإن الخبث المعيارى يجب أن يحتوى على الأقل على ٧٠٪ أكسيد تيتانيوم. وتبعاً 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 في الخبث.

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

٪ ١.٩١ = Mg O	٪ ٩١ = Ti O ₂
٪ ١.٣٢ = Na ₂ O	٪ ٤ = Si O ₂
٪ ٠.٠٤٩ = K ₂ O	٪ ١.١٣ = Al ₂ O ₂
	٪ ٠.٧٠٢ = Ca O

(المثال). 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:

وهذا الخبث المثالى لا يمكن الحصول عليه فى الصناعة، حيث إنه لا بد وأن يكون هناك بعض أكاسيد الحديدوز التى لم يتم اختزالها فى هذا الخبث

(جدول - ١٧)، طبقا للحسابات:

٪ ٠.٦٣٢ = Ca O	٪ ١٠ = Fe O
٪ ١.٧٢٤ = Mg O	٪ ٨١.٩ = Ti O ₂
٪ ١.١٩ = Na ₂ O	٪ ٣.٦ = Si O ₂
٪ ٠.٠٤٤ = K ₂ O	٪ ١.١٧ = Al ₂ O ₂

يمكننا أن نتابع بالحسابات لثرى 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:

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 O₂) من الخام المركز.

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

٥٢٢ كجم خبث يحتوى على التحاليل فى الجدول - ١٧

٣٦٢ كجم حديد مختزل

المجموع ٨٨٤ كجم

الكبريت والفوسفور والمنجنيز يتم اختزالها أيضًا كلية وتنجراف مع الحديد المصهور لتعطي كتل الحديد تحاليلها كما يلي (الجدول رقم ١٨):

في حالات الانصهار في الفرن الكهربى فإن التخلّص من الكبريت «S» والفوسفور «P» غير مضمون أو غير أكيد. لذلك فإنه من المفترض أن

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

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

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

من التحاليل عالية يمكن القول بأن كمية كتل الحديد المتوقع إنتاجها جيدة جدًا، حيث إن نسبة الكبريت والفوسفور منخفضة جدًا ووجود المنجنيز مرغوب فيه في كتل الحديد Pig iron^(١).

- ١- خفض استهلاك الطاقة الكهربائية.
- ٢- إمكانية استخدام الفحم المصرى كعامل مختزل في فرن الانصهار.

الطريقة المقترحة لمعالجة خام أبو غلفة المركز:

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

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

الخليط المتكون من الخام والفحم المنخفض الجودة، يوضع أولاً في فرن دوار ليتم تسخينها إلى درجة ١٠٠٠م - ١١٠٠م حيث يتم اختزال جميع أكاسيد الحديد إلى أكسيد حديدوز المختزل «FeO» ومعدن الحديد «Fe». ناتج هذا الفرن الدوار ينقل كتغذية للفرن الكهربى للإذابة بالإضافة لإنتاج كتل الحديد «Pig iron» والخبث الغنى بأكسيد التيتانيوم «TiO₂ - rich slags».

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

هذه الظروف الاقتصادية غير متاحة حالياً (عيد

١٩٦٣):

١- فحم الكوك يجب أن يستورد من الخارج^(٢).

٢- أسعار التيار الكهربائى مرتفعة.

(١) عيد (١٩٦٣).

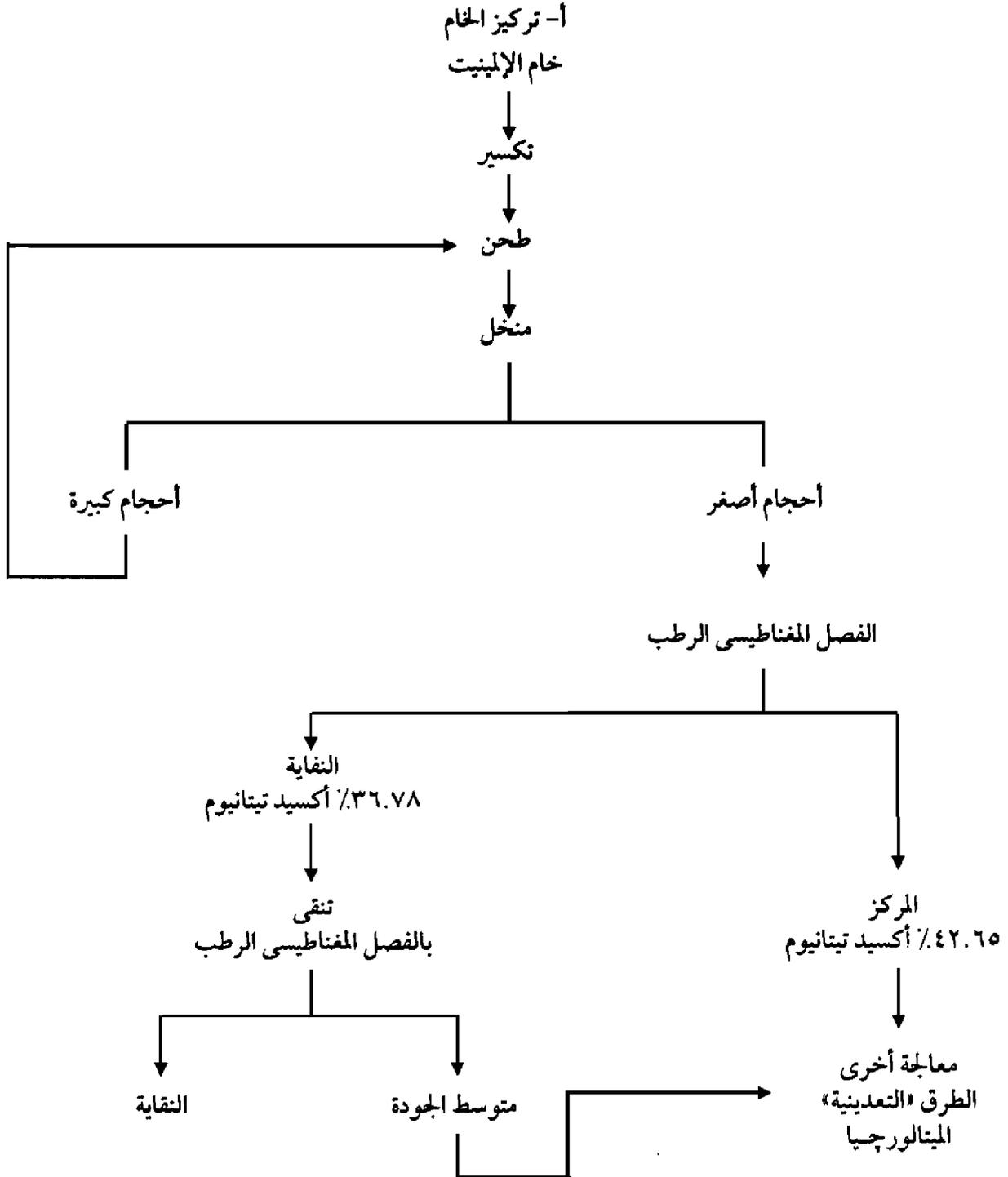
(٢) لم يكن هناك إنتاج لفحم الكوك في مصر وقت تنفيذ هذه الدراسة.

يمكن تلخيص فوائد هذه الطريقة الجديدة المتطورة ١- انخفاض تكلفة الطاقة بنسبة تتراوح بين ١٥-٢٠٪.

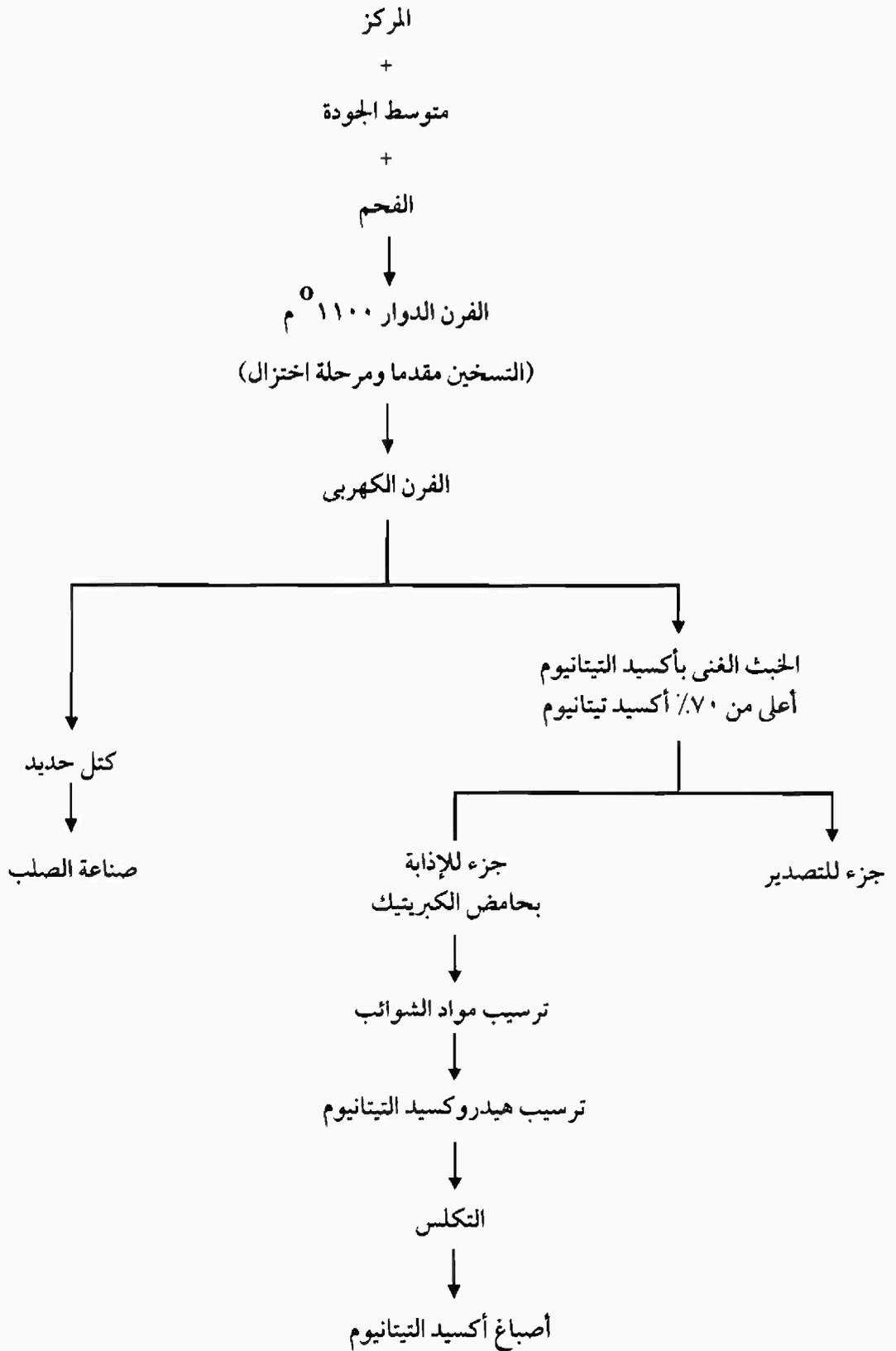
٢- إمكانية استخدام الفحم المصرى بمنجم المغارة.

فيما يلي:

طريقة معالجة الخام (عيد-١٩٦٢)



ب- طريقة الانصهار



ج- حديد وسط الصحراء الشرقية:

الغربي من موقع ميناء القصير القديم على بقايا فرن صغير لصهر الحديد وكومة من جليخ الصهر، مما يدل على سابق صناعة حديدية صغيرة في هذا المرفأ. وخلال وادي النخيل - غرب القصير - عثرت على آثار رومانية لتعدين الحديد وغيره، وهذه أول إشارة إلى استغلال واستخراج خام حديد الصحراء الشرقية.

- وفي سنة ١٨٩١، سجل فلوير مشاهدته لخام الحديد في جبل السباعي جنوب القصير. وربما يقصد وادي الدباح، يقول فلوير أن قبائل البجة تصهر هذا الخام وتستخلص منه الحديد الذي تصنع منه الرماح.

- خلال الاحتلال الإنجليزي لمصر ١٨٨٢ إلى ١٩٥٤، قام د. ليونز بدراسة جيولوجية عن المنظمة الواقعة جنوب شرقي كورسكو، وهو الذي سجل وجود خامات حديد قرب حلفا.

الحديد الشرائطي 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 الكوارتزي في الرسوبيات المتحولة القديمة، يوجد نموذج لها بلوحة أبو مروان شكل - ١٠.

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

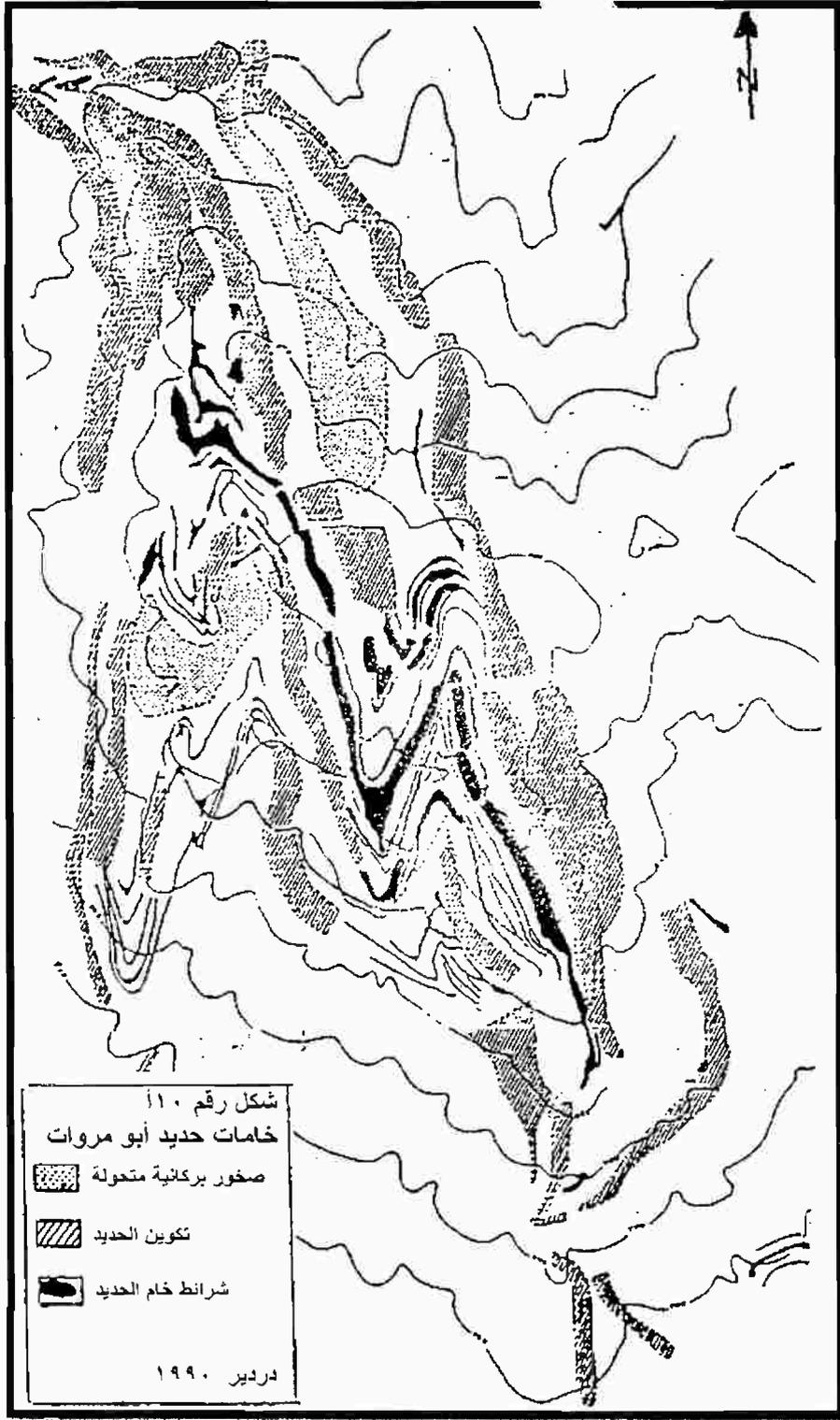
في أوائل القرن التاسع عشر، وبالأخص خلال حكم محمد علي لمصر نشط الاستكشاف الجيولوجي بدرجة كبيرة فقد اهتم محمد علي بالتنقيب عن الخامات المعدنية، فأوفد البعثات - من علماء من بروسيا وفرنسا والنمسا والمجر وإيطاليا - تجوب الصحراء المصرية.

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

- في سنة ١٨٢٣، وصف بروشي «Brocchi» نتائج رحلته في جبال الصحراء الشرقية، فزار وادي أم قرية حيث وجد كميانه من أكاسيد الحديد الميكائيتية، وظن أن هذه الأكاسيد هي هدف التعدين القديم، ولم يعلم أن المنجم كان لتعدين الذهب. ثم زار مدحم الفواخير للذهب ولاحظ وفرة الجالينا في عروق الكوارتز، وظن أنها كانت هدف التعدين أيضًا، ثم مرَّ بـ وادي الدب وسجل وجود أكاسيد الحديد، والتي سبق أن سجل بيرتون مشاهدته لها.

- في سنة ١٨٢٦، سير ويلكنسن «Wikinson» على ميناء القصير القديم، الذي أطلق عليه اسم فلتيرا «Philtira» أخت بطليموس فيلاديلوس، ويقع على بعد ٤ كم شمال ميناء القصير الحالي.

- وفي سنة ١٩٧٨-١٩٧٩، عثر فريق من العلماء الأمريكيين بموقع الميناء القديم على أقمشة وقطع زجاج وفخار وورق بردي وغيرها مما استدلوا على بنائه في المرحلة الأولى من الحكم الروماني في سنوات ما قبل الميلاد، واستمر تشغيله حتى القرن الرابع الميلادي. كما عثرت البعثة في الجزء الشمالي



ومن الناحية التصنيفية فإن خام الحديد الشرائطى يتم تصنيفه إلى نوع الألوما «Algoma type» وذلك لكونه ذا أصل بركانى ومحاط بصخور بركانية، حيث إن التركيب المعدنى له ينحصر فى معادن الماجنييت - 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٪

سيليكات 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/سم^٣، وأيضًا الانخفاض الشديد فى محتوى أكسيد المنجنيز والكلور.

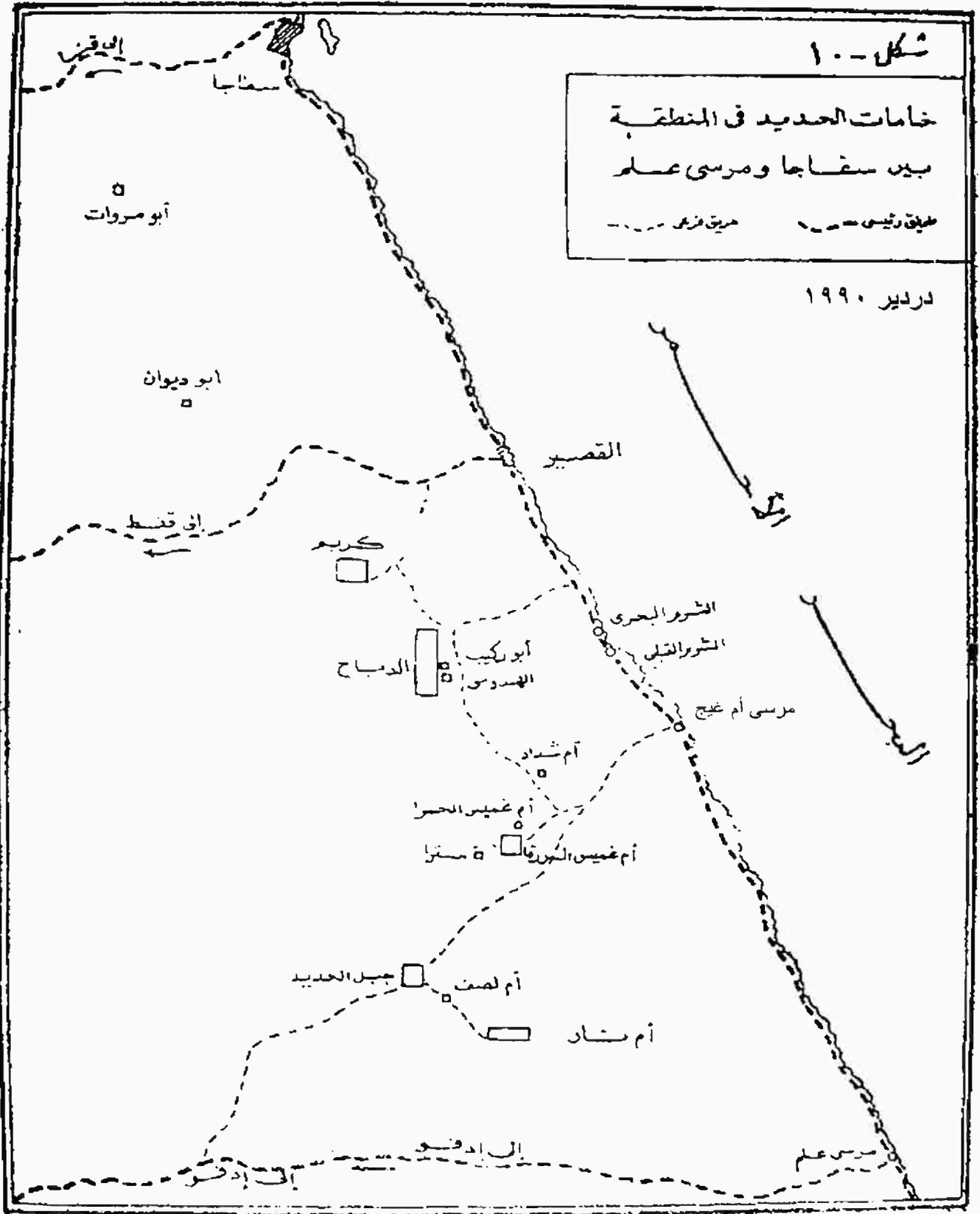
ثم توالى بعثات المساحة الجيولوجية حيث تمكنت من اكتشاف خمسة عشر موقعا لهذه النوعية من خامات الحديد فيما بين خطى عرض ٢٥° - ٢٧° بوسط الصحراء الشرقية.

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

أما تواجد هذه 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 (الماجنييت 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.



- في وسط الصحراء الغربية: منطقة الواحات البحرية.
- في أقصى الجنوب الغربي من الصحراء الغربية: منطقة الجلف الكبير - العينات.

ويعتبر خام حديد الواحات البحرية هو الأعلى نوعًا والأكثر كميًا، لذلك سنبداً بعرض منطقة الواحات البحرية.

أ- منطقة الواحات البحرية:

موقع وطبوغرافية الواحات البحرية: شكل - ١٤

تقع الواحات البحرية في الجنوب الغربي من القاهرة، في الصحراء الغربية، على بعد ٢٧٠ كم، وحوالي ١٩٠ كم غرب سمالوط على النيل، وتنحصر بين خطى عرض ٢٧° ٤٦' و ٢٨° ٣٠' شمالاً، وبين خطى طول ٢٨° ٣٠' و ٢٩° ١٥' شرقاً. والواحات البحرية منخفضة طبيعي كبير، مثلها مثل منخفضات الصحراء الغربية، ولكنها تختلف عنها في كونها محاطة بحافة مرتفعة من جميع الجهات ووجود عدد كبير من التلال المنعزلة في وسط المنخفض. يتميز الحائط المحيط بالمنخفض في الواحات البحرية بكونه متعرجاً وبصفة خاصة الجانب الغربي منه. وشكلها العام يضاوى - بمثل قلب الصحراء الغربية النابض - يمتد محورها الأكبر شمال شرق، مع امتداد ضيق عند طرفيه. يبلغ طول محورها الأكبر الممتد شمال شرق - جنوب غرب حوالي ٩٤ كم، وعرضها الأكبر عمودى على طولها يبلغ حوالي ٤٢ كم، ويغطى المنخفض مساحة قدرها ١٨٠٠ كم^٢. الفرق بين منسوب سطح الواحة البحرية من المستوى العام للهضبة المحيطة بها أقل من ١٠٠ متر.

وفي الدراسات الحديثة أثبتت التحاليل الكيميائية أن نسبة الحديد الكلى في هذا الخام تتراوح ما بين ٥٩.٧% (وادي كريم) إلى ٣٢.٧% (وادي الدباح)، أما نسبة السيليكا فإنها تتراوح ما بين ١٢.١% (وادي كريم) إلى ٣٥.٥% (وادي الدباح). أما نسبة الفوسفور فإنها تتراوح ما بين ٠.١٦% (وادي كريم) إلى ١.١٨% (أبو مروان). ولقد قدرت الاحتياطات المؤكدة لهذا الخام في هذه الدراسة بحوالى ٥٣.١ مليون طن (أحمد عاطف ١٩٩٠).

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

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

ثانياً: رواسب خام الحديد بالصحراء الغربية:

يوجد الحديد في مناطق متفرقة بالصحراء الغربية، حيث يوجد:

- في شمال الصحراء الغربية: جبل حديد، غرب وادي النظرون

توجد أقل نقطة ارتفاعاً في أرضية الواحات بجوار «القصر»؛ حيث يصل ارتفاع منسوبها إلى حوالي ١١٣ متراً فوق منسوب سطح البحر، بينما مستوى «عين الحيز» في الاتجاه الجنوبي يبلغ حوالي ١٥٦ متراً فوق منسوب سطح البحر.

جيولوجية الواحات البحرية:

لقد ارتداد الواحات البحرية كثير من الرواد الأوائل، ذكرنا بعضهم على الصفحات السابقة تحت عنوان «مواقع استكشافات خامات الحديد في مصر»، إلا أن أول دراسة تفصيلية عن طوبوغرافية و جيولوجية الواحات البحرية قام بها جون بول وبيتل (١٩٠٣)، شترومر (١٩١٤)، ليلينج (١٩١٩). ثم تلا ذلك دراسات لمناطق متفرقة من الواحات البحرية أشارت كثيراً للمعلومات عن سمات طبقات الحجر الجيري والحفريات بهذه الواحات، منها ما نشر في المجلات العلمية والدوريات المحلية والأجنبية، ومنها ما لم ينشر أو نشر كتقارير داخلية.

أخيراً تناول العديد من الباحثين دراسات عن خام الحديد و جيولوجية الواحات البحرية مثل: هيرم (١٩٠٩)، مركجراف (١٩١١-١٩١٢)، وبليز (١٩٣٠)، لوروى (١٩٥٣)، فارس وفرج وغيث (١٩٥٦)، غيث (١٩٥٩)، الساذي (١٩٦٢)، سعيد (١٩٦٢)، سعيد وعيسى (١٩٦٤)، بطا وعامر (١٩٦٩)، البيسوني (١٩٧٨، ١٩٨٠، ٢٠٠٠)، خليفة (١٩٧٧) والعارف والشردوي وخنيل (١٩٩٩).

وفيما يلي وحدات الصخور الظرهية والتي يمكن جيولوجية الواحات البحرية من الأحدث إلى الأقدم (شكل ١١).

عند أقصى الطرف الشمالي للواحة، يوجد امتداد ضيق شبه دائري قطره حوالي ٥, ٤ كم، يحتوي على جبل أسود عند قمته، ويسمى جبل غرابي. الحائط المحيط لهذا الامتداد من المنخفض أقل انخفاضاً بل وأقل انحداراً من امتداد الحائط جنوباً، حيث ترتفع أرض الواحة باتجاه جبل غرابي. لذلك معظم الطرق التي تربط الواحة بالقاهرة تستخدم هذا الميل السهل. من هذا الامتداد شبه الدائري يتباعد حائط المنخفض، الحائط الغربي يتجه ٣٠° بشكل عام جنوب الغرب لمسافة حوالي ٢٠ كم، بعدها يتجه لمسافة حوالي ٥ كم مكوناً لساناً بارزاً من الهضبة يبلغ حوالي ٥, ٢ كم شمال غرب «القصر». لسان الهضبة هذا يعتبر الجزء الأشد انحداراً من كل حائط الواحة، حيث يبلغ ارتفاعه ١٧٥ متراً عن المستوى الأقل انخفاضاً في أرض المنخفض.

من أهم الظواهر الغربية في طوبوغرافية الواحات البحرية وجود العدد الكبير من التلال في أرضية المنخفض، مما أعطى الواحة مظهرًا مختلفًا تمامًا عن صفات المنخفضات الأخرى، بعضها يوجد به طبقات من الحجر الرملي الحديدي الذي أعطى لبعض الجبال والتلال بالمنخفض لونها الداكن. من بين مجموعة هذه التلال، جبل الهفوف، وهو عبارة عن تل من الحجر الجيري، مستطيل ضيق، أسود المظهر عند جانبه الشمالي المتكون من طفح البازلت (دوليريت). أما التلال الأخرى والمغطاة قممها بالحجر الجيري البني ترتفع إلى ١٣٠ متراً عن مستوى قرية «القصر». كما توجد تلال من الصخر الرملي تشغل مساحة كبيرة قرب الحائط الشرقي للمنخفض. جبل المعصرة وجبل منديشة ذو القسم السوداء المكونة من طفح البازلت تقسم الأراضي الزراعية في الواحات.

١١- ترسيبات وديانية ورمال سفياء وغرود رمال بعضر الحديث

١٠- بازلت

أوليغوسين	Qatrany Form.	٩- تكوين قطراني
برايايونيان	Qasr el Sagha Form.	٨- تكوين قصر الصاغة
بارتونيان	Birkit Qarun Form	٧- تكوين بركة قارون
إيوسين أوسط	Qazzun Form.	٦- تكوين القزون
إيوسين اسفل	Naqb Form.	٥- تكوين الثقب
مستريختيان	Khoman Form.	٤- تكوين خومان
كامبينيان	Hefhuf Form.	٣- تكوين الهفوف
سينومائي أعلى	Heiz Form.	٢- تكوين الحيز
سينومائي أسفل وأعلى	Bahariya Form.	١- تكوين البحرية

كل ما يهنا منها، التكاوين التي يظهر مكشفها في مناطق الحرة والجديدة وجبل غرابي، حيث سيتم دراستها بالتفصيل فيما بعد.

شكل (١١): القطاع المركب للوحدات البحرية

وصف الصخر	السمك م	تكوين	عمر	حقبة/ عصر
طبقات النهرية: Fluvio marine beds صخر رملي خشن حديدي، كوارتزيت، وطبقات صخر رملي مع سيلت	٤٠-١	قطراني		اليغوسين
طبقات كاروليا: Carolia beds طبقات حجر جيرى وقليل من التداخلات الفتاتية، بها: <i>Ostrea clot-bey, Carolia placunoides, Turritella lessepsi, Nummulites sp., Ostrea multicastrata, and Gisortia sp.</i>	٦٣-١٧	قصر الصاغة	برايايونيان	إيوسين أعلى
حجر جيرى أبيض، طباشيرى، طينى عند القمة بها: <i>Nummulites cf. Beaumonti, N. champollioni, Ostrea sp., lusina pharaonum, Natica oweni, Voluta cf. sannorensis, Casis nilotica, Echinolampas pharaonum, Bahariya teetonumensis</i> ElBassyony.	٣٢-٦	بركة قارون	بارتونيان	إيوسين أوسط
حجر جيرى، طباشيرى، سيليسى ودولوميتى، به جيوب وعدسات من الكالسيت: <i>N. cailliaudi, N. subramondi, N. praecursor, N. gizeheusis?</i>	٣٢	قزون	آخر يثريزيان	إيوسين أسفل

وصف الصخر	السماك	تكوين	عمر	حقبة/ عصر
حجر جيرى، فرمزي وقليل من المارل وتداخلات من الحجر الطينى، مع غطاء دولوميتى: <i>N. sp., Alveolina sp., Velates schmiedel, Corbis lamellose, Gisortia depressa, Lucina sp., Cardium sp., N. atacicus?</i>	٦٨ - ٦	نقب	يبريزيان	إيوسين أسفل
حجر جيرى مع صخر رملى وتداخلات من حجر الطين الرملى يحتوى على: <i>Picnodonta vesicularis lamark, Ostrea. Sp.</i> غنى بمجموعة حيوانات اللاقاريات (الرخويات).	١٢٣-٢	هفوف	كامبينيان	الطباشير الأعلى
طباشير أبيض كالثلج إلى حجر طباشيرى، مع رقع من الحجر الجيرى السيليسى الصلد جداً.	٢٤-١٧	خومان	مسترختيان	
طبقات من الصخر الرملى تتبادل مع صخور الطين والطفلة. يتميز بوجود أحزمة من الصخر الرملى الحديدى وحصوات متحجرة <i>Ostrea Africana, O. olisiponensis, O. flabellate, O. mermeti, Neolobites vibrayenus, Bacculites sp., O. conica, O. isidis, O. deleirei, O. rouvillei</i>	٣١١-٤٥	بحرية	سينومانى	
حجر جيرى مع صخر رملى وتداخلات من حجر الطين الرملى يحتوى على: <i>Heterodiadema libyca, Hemiaster fourneli, Dosinia deletrei and Ostrea sp.</i>	٣٠-١	الحيز	آخر	باكر
بقايا الدينوصورات				

التركيب الجيولوجى للوحدات البحرية

على امتداد هذا الطىّ المقعر. لقد وقعا في تقريرهما رسومات تخطيطية لبعض التركيبات السجولوجية (شكل ١٢)، وكذلك سجل المؤلف تركيبات سجولوجية أخرى باتجاه غرب البويطى (عاصمة البحرية) على امتداد طريق البحرية - سيوه (شكل ١٣).

هرمينا وآخرين (١٩٥٧) أعدوا خريطة كتورية تركيبية للوحدات البحرية، مستخدمين الحد الفاصل بين تكوينى الحيز والبحرية كمستوى مرجعى، مع حساب المسافة الصحيحة لوضعية هذا الحد الفاصل في المنطقة الشمالية الشرقية، حيث يختفى تكوين الحيز من وجهة نظرهم - ووجود الإيوسين - بعدم تطابق - فوق طبقات البحرية. لقد أعطى هرمينا وآخرون (١٩٥٧) أسماء لمجموعة الطيات التى وصفها بول وبيدتل ذو اتجاه عام شمال شرق - جنوب غرب وشرق - غرب.

كان ج ليونز أول من قام بدراسة عن تركيب الوحدات البحرية في (١٨٩٤)، حيث توقع عدم التطابق بين صخور الإيوسين في البحرية وصخور العصر الطباشيرى أسفلها. وأيضاً استنتج وجود البحرية والفرافة على محور محذب واحد عمودى على محور الخارجة - الداخلة.

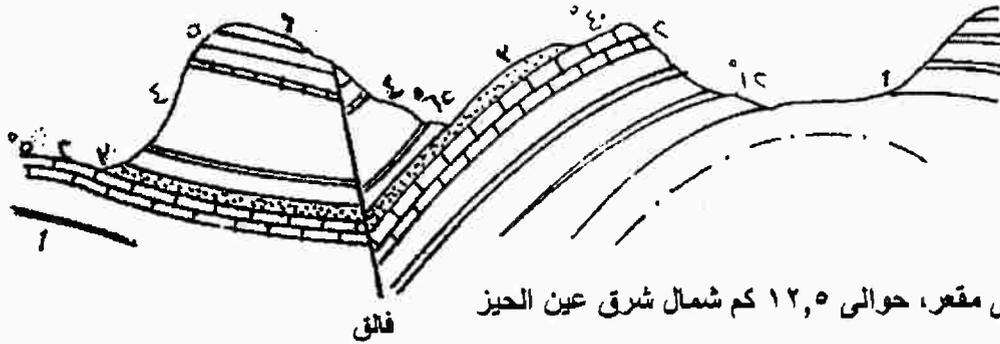
بول وبيدتل (١٩٠٣)، ناقشا تركيب الوحدات البحرية ووصفا بالأخص طياً مقعراً مميزاً يبدأ من الحافة القريبة للوحدة عند خط عرض ٧٠° ٢٨ شمال، ماراً عبر المنخفض باتجاه ٣٠° شمال الشرق، حتى الحافة الشرقية وبالتحديد عند البروز الرأسى للصخور الرملية عند خط عرض ٣٢° ٢٨ شمال، هذا الطىّ المقعر حاد على نحو لافت للنظر، ويعتبر جبل الهفوف الجزء الأكثر لفتاً للنظر

أما سعيد (١٩٦٢)، فقد أعطى تقييماً لتركيب البحرية مما دعاه إلى اعتبار موقع البحرية على الخط الفاصل بين الرف القارى المستقر والرف القارى غير المستقر.

وتمثل الواحات البحرية من الناحية التركيبية طبيًا محدبًا بسيطاً يعتبر جزءاً من طيات القوس السورى والذى يمتد من الفرافرة عبر البحرية إلى أبو رواش. محدب البحرية عبارة عن طى بضاوى، ويمثل محدباً طويلاً وضيقاً وهو ما يطلق عليه بالتعبير الروسى «Brachy Anticline»؛ وهو يتكون من محدبين عظيمين، واحد في الشمال ويسمى محدب البحرية^(١) الأكثر ارتفاعاً، والثانى في الجنوب الغربى، ويسمى محدب خومان - حيز، ويقع على نفس محور محدب البحرية ذى الاتجاه شمال شرق - جنوب غرب. بين هذين المحدبين الرئيسيين مجموعة من التلال تقع على نفس المحور وتعتبر امتداد المحذب الجنوبي نحو الشمال الشرقى. هذه الطيات ربما تكون جزءاً من تركيب مرتفع لاراميد العظيم «Laramide high»، والذى بدأ في العصر الطباشيرى الأعلى وامتد في الباليوجين. هذه المجموعة من الطيات ذات الاتجاه شمال شرق - جنوب غرب يعتقد أنها الأقدم في هذا الحوض. أخيراً فيما بعد الإيوسين حدث التواء في اتجاه شمال ٦٠° شرق والذى ينتمى إليه مقعر الهفوف في وسط الواحة، واحتمال أيضاً محدب التلال الرملية في شرق وسط الواحة. لذلك نجد منخفض الواحات البحرية له مظهر التركيب المحذب المعرى «Breached domal anticline»، أى تركيب محدب أثرت عليه عوامل التعرية بشدة في الوسط، وبالتالي نجد

الهضاب المحيطة تطل على لب التركيب المحذب. صحبت الصدوع كلا من حُقبتى الطى. من معالم التراكيب الرئيسية داخل منخفض البحرية وجود نطاق فالق ذى الاتجاه شمال شرق - جنوب غرب يمر عبر وسط المنخفض ويفصل بين اثنين من مظاهر طبيعة المنخفض مختلفين تماماً. عدد من الالتواءات المقعرة لصخور الحيز والهفوف حفظت على طول امتداد هذا الخط. تم رفع نطاق هذا الفالق على خرائط مختلفة بمرمى نحو الجنوب الشرقى بينما ميل الطبقات المتاخمة له يُوضح رفع البلوك الجنوبي الشرقى، ولكن يتضح من التابع الطبقي وجود حركة على كلا الجانبين لنطاق الفالق في أحقاب مختلفة. من الممكن الاقتراح بأن الحركة الجانبية كانت المسئولة عن مظاهر المقعر المنضغط؛ حيث يحتوى لب مقعر الهفوف على حجر جيرى طباشيرى للعمر الطباشيرى الأعلى - المستريختيان، موضحة الحركة التى أدت إلى مظاهر الانضغاط كانت فيما بعد عصر الطباشيرى الأعلى وقبل الإيوسين الأسفل. المؤلف (١٩٧٨) وقع سلسلة فوالق للطباشير الأعلى المبكر، وهو ما يوضح نشاط نطاق الفالق المستعرض لوسط المنخفض منذ نهاية السينومانى. توجد مجموعة أخرى من الفوالق ذات الاتجاه شمال غرب - جنوب شرق، كما توضح وجود حركة رفع فيما بعد التورونيان - قبل الكامبينيان في الجزء الأوسط للمنخفض على امتداد محور شمال غرب - جنوب شرق. كما توجد مجموعة ثالثة من الفوالق ذات الاتجاه شرق - غرب، هذه المجموعة الأخيرة من الفوالق (بلايوسين الآخر) قد تتفق وتكتونية البحر المتوسط.

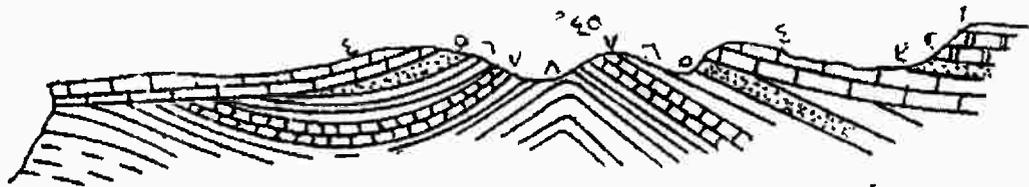
(١) اطلق عليه «محدب غرابى» في الأبحاث السابقة، حيث تم وضع غاطسه نحو الشمال خلال جبل غرابى. تم تصحيح هذا التركيب الشمالى للبحرية (المؤلف ١٩٧٨) وأصبح اتجاه غاطس هذا المحذب الشمالى للبحرية نحو الشمال الشرقى بين منطقة الحرة وجبل غرابى (شكل - ١٤، ٣٠).



[Fig-1] قطاع في مقعر، حوالي ١٢,٥ كم شمال شرق عين الحيز

١- طفلة و صخر رملي به: *Neolobite vibrayenus etc., Cacullarea, Exogyra, Arca*
 ٢- حجر جيري متبلور صلد به فلنت. ٣- حجر رملي يتغير إلى كوارتزيت صلد. ٤- حجر رملي مرقش
 به شرائط من الحجر الجيري الرملي. ٥- حجر جيري متبلور سيليسي صلد، بني داكن. ٦- صخر رملي
 خشن جيري (طبقة العظم) يتحول في بعض الأجزاء إلى صخر رملي، يغطيه حجر جيري متبلور صلد
 به حفريات.

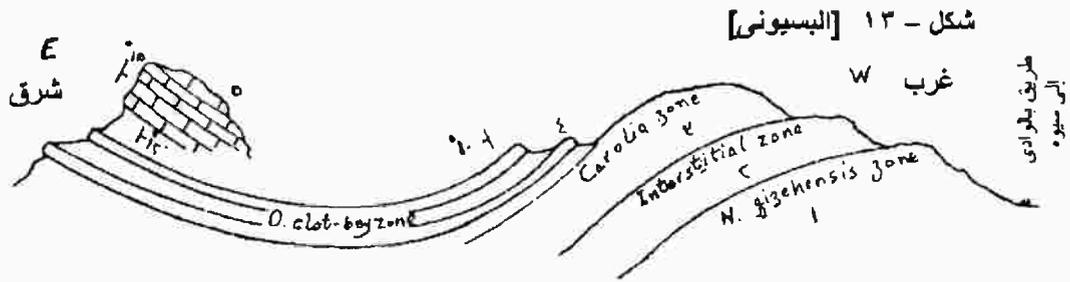
شكل - ١٢ (بول و بيدنل ١٩٠٣ - Fig-1, Fig-2)



[Fig-2] رسم يوضح العلاقة المحتملة للعصر الإيوسيني والعصر الطباشيري في محذب ١١,٥ كم شمال غرب القصر

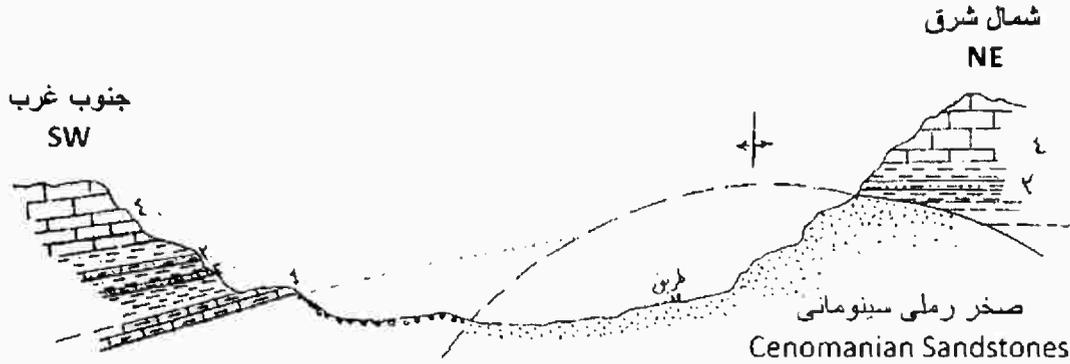
إيوسين: ١- حجر جيري رمادي. ٢- حجر جيري طباشيري رملي أبيض صلد. ٣- حجر رملي جيري رمادي. ٤-
 حجر جيري به نيموليت و أبيركيولينا.

طباشيري أعلى: ٥- رملي جيري. ٦- حجر رملي أبيض. ٧- حجر جيري متبلور. ٨- طين و حجر رملي
 سينوماتي به : *Exogyra flabellata, E. mermeti & E. olisoponensis, etc.*



II W - قطاع في مقعر كالطبق العميق - حوالي ٥٠ كم شمال غرب نقب التليفون (شمال غرب البويطي).

- ١- نطاق جيزاهنز: حجر جيرى، رملى، بنى محمر، به حفريات كبيرة من النيموليت جيزاهنز، مع قليل من *small N. Atacicus*.
- ٢- نطاق إنتقالى ذو ظلال حمراء به: نيموليت جيزاهنز صغيره (?) و كاروليا بلاكيونويدز صغيرة، مع فسيلا ديبديتا.
- ٣- نطاق الكاروليا: حجر جيرى أبيض به: *Large Carolia placunoids, accomp. with Tellina, Cytheria, Trochus, rare O. clot-bey showing its beginning.*
- ٤- نطاق أسترا كلوت بك: كثير الحفريات من *Ostrea clot-bey* تصحبها *Ostrea multicostata*.
- ٥- حجر جيرى طبقي (banded) سيليسى وشيرتد، إيوسين أعلى يميل ٥١٥ نحو المقعر.



III W - قطاع في محذب ٧٠ كم شمال غرب نقب التليفون يوضح لأول مرة الإيوسين الأعلى يعلو الصخر الرملى للعمر السينوماني بالوحدات البحرية.

- ١- نطاق كاروليا: حجر جيرى صلصالى، طفلى به: *Large Carolia placunoids*.
- ٢- حجر رملى طينى: صلصالى، به: *Ostrea clot-bey with Carolia*.
- ٣- حجر رملى طينى: صلصالى إلى أسفل، به قليل من الكاروليا الصغيرة و الأستريا كلوت بك الصغيرة (نطاق إنتقالى)
- ٤- حجر جيرى أبيض به: *Tellina, Cytheria parisiensis, Trochus*

الأوليوسين، ذكر هيوم آراء كل عالم زار الواحات البحرية والمناطق المحيطة للدراسة. سنورد بعض العبارات التي تهمننا وتساعدنا في رسم الخريطة الجيولوجية للهضبة المحيطة بالبحرية، أما المنخفض نفسه والحائط المحيط بها فقد تمت دراسته بواسطة شركات البترول والأبحاث الأكاديمية للعاملين في مجال الجيولوجيا:

كوفيه:

ص ٣١^(١): لقد اعتبر بكل وضوح أن (غزو البحر في عصر الإيوسين) قد تم برهنته حيثما وجدت حفريات النيوليت في الطبقات، والتي لا تنتمي إلى تلك الأنواع القديمة مثل: N. fraasi, N. deserti، والتي توجد في الفرافرة. كوفيه لم يتفق مع جهودات بوساك «Boussac's effort» لإقصاء الإيوسين الأسفل من التتابع الاستراتيجي في مصر.

بلانكنهورن:

ص ٣٩: كما جاء أولاً في تقرير زيتل، قرر بلانكنهورن أن الليبيان الأسفل والليبيان الأعلى يكافئان الإيوسين الأسفل الأوروبي «Londenian or Ypsian»، ومقطع أسفل يكافئ إيوسين أوسط؛ ومقطع أعلى قد يكافئ الإيوسين الأعلى.

ص ٤٠: من أنواع الحفريات التي تميز هذه المرحلة من الإيوسين الأسفل، ولم تمتد إلى مرحلة المقطم التي تعلوه هي *Alveolinae*، الألفولينا تحتل المكانة الأولى، لذلك اقترح بلانكنهورن أنه يمكن تسميتها «Alveolina stage».

● الصفات الإجمالية لمرحلة الليبيان في مصر تشير إلى تكافئها مع مرحلة *Nummulites planulatus*

علاقة صخور إيوسين البحرية مع صخور عصر الطباشير أسفلها هي علاقة عدم تطابق. في الأجزاء الشمالية للواحات البحرية يعلو الإيوسين صخور السينوماني (أشكال -١٢، ١٣) في أقصى الجنوب نفس الصخور تعلو صخور الطباشير الأبيض للعمر المستريختيان، وفيما بينهما يعلو الأيوسين الطبقات الوسطى. لقد غمر بحر الإيوسين الأسفل منطقة البحرية، حيث استقبلت المنطقة صخور الهضبة الجيرية «Plateau limestone material».

الغياب الكامل للحطاميات في صخور القزون وكذلك غياب عدم التوافق البسيط أثناء الترسب أو أي دليل على توقف الترسب يدل على أنه في أعقاب ترسب تكوين النقب على قاع البحر المذبذب، ظهرت فترة من الهدوء نوعاً ما في تركيب البحرية المحذب.

الخريطة التركيبية الجيولوجية للواحات البحرية

(شكل - ١٤)

من خلال القراءات لكثير من الباحثين الأوائل في جيولوجية مصر وبصفة خاصة أواخر العصر الطباشيري وأوائل العصر الثلاثي، وبسبب وضع جيولوجية للواحات البحرية تعبر عن شغل الأوائل المتناثر بين صفحات التقارير والمقالات المختلفة وخصوصاً وقد اختلفت الخريطة الجيولوجية للواحات البحرية من تقرير بول وبيدندل - ١٩٠٣ بمكتبة هيئة المساحة الجيولوجية، والتي تم رفعها بمعرفة بول - ١٩٠٢، بالإضافة إلى الحالة المزرية لصور اللوحات المرفقة بدلا من الأصل.

في كتاب جيولوجية مصر لهيوم (مجلد III، جزء II) ١٩٦٥ من نهاية العصر الطباشيري إلى نهاية

(١) ص ٣١: الصفحات المذكورة هي أرقام صفحات في كتاب هيوم.

مكونا *Nummulites, Operculina, & flat Lucina* الطبقات التى تغطى صخور العمر الكريتاسى الأعلى. قليل من الحفريات وجدت فى الحدود الشمالية لمنخفض البحرية، وفى الأجزاء العليا لحافة الهضبة وفى التلال بين غرود غرابسى لأشيرزون المحتوية على الأفيولينا بالإضافة إلى مجموعة الحفريات التى جمعها هيوم *Gisopygus bahariensis, Pseudopygaulus aegyptiacus, Heterospatangus lefebvrei & Hebertia sp.*

هذه الحفريات توضح العمر الليبيان الأعلى (late phase of L. Eoc., Ypresian)

ص ١٤٣: جمع هيوم حفرية *Hebertia sp.* من جرف شمال الواحات البحرية ممثلة للإيوسين الأسفل.

ص ١٥٣: *Pseudopygaulus aegyptiacus* Fourtau-1909 تم الحصول على هذه العينة بمعرفة هيوم من جرف شمال الواحات البحرية، وكانت أول تسجيل لوجود هذا الجنس فى مصر، من الإيوسين الأسفل.

ص ١٩٨: فى الجزائر - مقاطعة Oranand Satif، نيموليت جيزاهنزز توجد بصحبتها نيموليت أناسيكس تم تعريفها مثل ما هو موجود أيضًا فى العصر الثلاثى بمصر.

فى مراكش نيموليت أناسيكس وحدها تسمح للبحث عن اللوتيزيان مع وجود الصفات العامة لمرحلة اللوتيزيان بالمناطق الشرقية؛ هذا النوع *N. atacicus* ليس محدد بحوض البحر المتوسط، فإنه لا يمكن أن يستخدم للمقارنة ما لم يتزامن مع أنواع أكثر تميزا وخصوصا مثل نيموليت جيزاهنزز ذات انتشار جغرافى محدد وذات تعريف واضح.

Lam. التى تنتمى إلى *بيريزيان* أو *لندينيان*، والتى حاليًا تكون الإيوسين الأسفل كما تم تعريفه الآن.

● مرحلة الإيوسين الأسفل (L. Libyan stage) تظهر جيدًا فى المناطق المرتفعة حول منخفض الواحة البحرية، وكذلك على التلال المعزولة. وتشتمل على: *Lithothamnium, Alveolina, Operculina*

● من بين الحفريات المميزة، فى المكان الأول احتلت الحفرية *Operculina libyca* Schwag. من الأفيولينا يوجد فقط النوع الكروى (*A. decipiens & A. paticillata* Schwag) "spherical form". النيموليت ممثلة بالأنواع الآتية: *N. fraasi, N. solitaria* and *N. deserti* *N. biarritzensis var. praecursor de lattarpe, N. ramondi* Defr. & *N. variolaria* Lam.

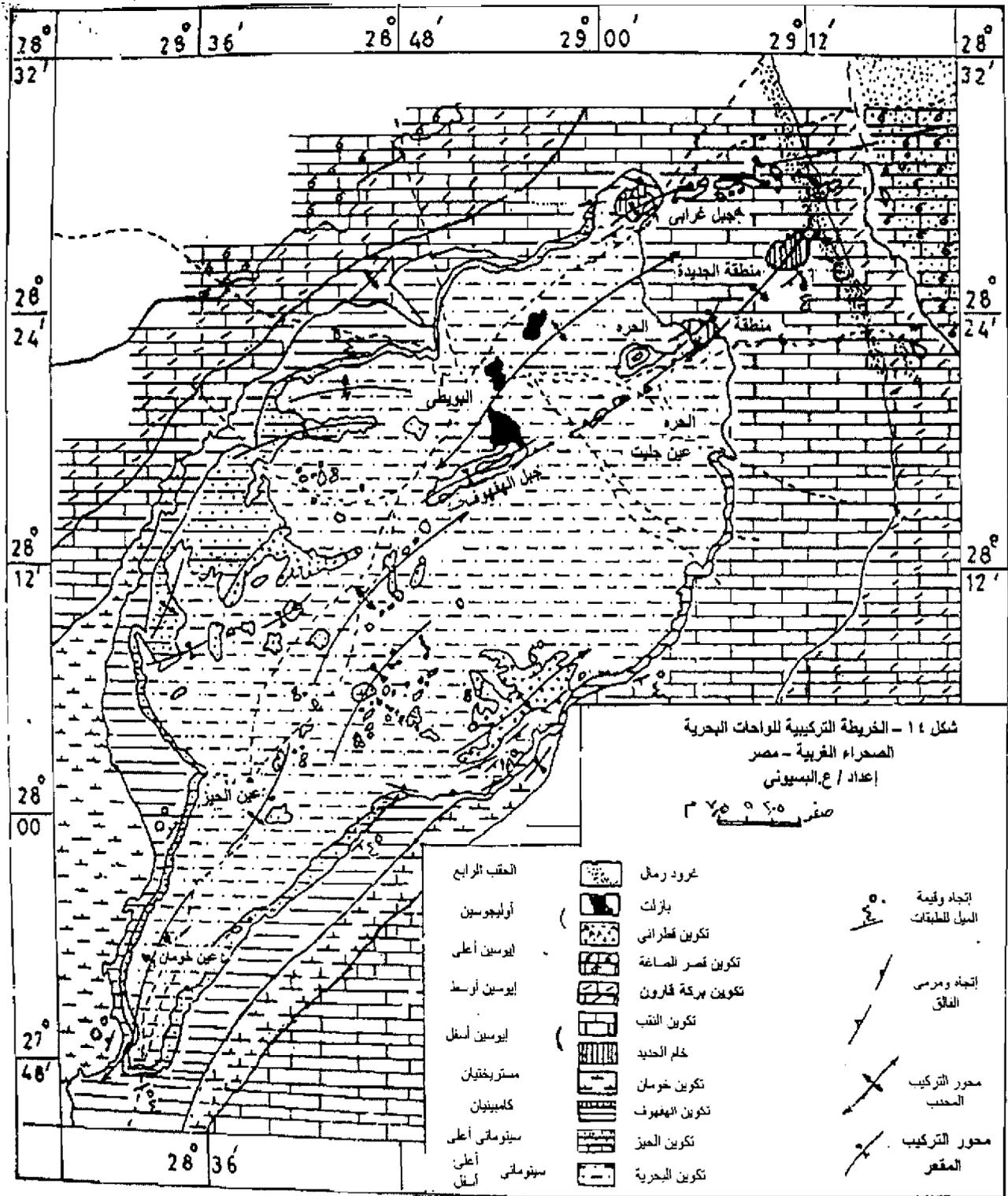
ص ١٥٨: عرف الإيوسين الأسفل من منخفض البحرية؛ حيث يبدأ بحفرية *Alveolinae* التى وجدها أشيرزون فى صخور الحجر الجيرى (أزرق - رمادى) بين غرود غرابسى، وكذلك وافقه هيوم على ذلك بناءً على الحفريات التى جمعها هيوم وعرفها فورتنو كإيوسين أسفل:

- من حافة الهضبة شمال الواحات البحرية

Hebertia sp. Pseudopygaulus aegyptecus

هيوم (١٩٦٥) «نشر بعد وفاته فى ١٩٤٩»

ص ٨٣: مرحلة الليبيان الأعلى تمتد من الفرافرة لتكون الحدود الشرقية والشمالية والغربية للواحات البحرية؛ حيث يحتوى الحجر الجيرى على



١٩٦٤، البسيوني - ١٩٧٠، ١٩٧٨) إلى إيوسين أسفل
(بخارى - أوائل الثمانينيات من القرن الماضي).

وبذلك تم رسم الخريطة الجيولوجية للوحدات
البحرية المرفقة (شكل - ١٤) بمعرفة المؤلف.

خام حديد منطقة الواحات البحرية:

إذا اتخذ الإنسان مهنة الجيولوجيا (أو أى مهنة)
هوايته، فلا بد وأن يكون له نصيب من النجاح فيها...
فالإنسان الذى يبنى الجيولوجيا مهنة - وأقصد هنا
جيولوجيا الحقل (أى دراسة الجيولوجيا في
مواقعها وليس من الكتب) - لابد وأن تكون الطبيعة
هوايته، إلا أن محبى الطبيعة هنا ليسوا كمحبى الطبيعة
حول جداول الأنهار؛ حيث يتغنى الشعراء والفنانون
بجمال ألوانها وزهورها المختلفة الألوان وتغريد
العصافير... وإنما هنا أقصد الطبيعة الصامتة في جلال،
الشاخنة في مهابة... تخرج عليها الشمس بحرارتها
فتمدد وتشقق محدثة قعقة الطبول الثقيلة، ويأتى
عليها الليل بغلائله فتكشم وتتساقط حبيبات الرمل
على سطحها بأحجامها المختلفة محدثة زقزقة العصافير
أو كأنها التساييح في جوف الليل، إنها الطبيعة الصامتة
الطاهرة تحنو على من يعرف قدرها وتبتلع من يتجرأ
عليها.

الرحلة إلى الواحات البحرية:

في جميع البعثات التى عملت بها كنت ألتحق بها
بعد أن يكون قد تم إقامة معسكر البعثة في المكان
المناسب بالمنطقة، إلا بعثة أبحاث الحديد بالواحات
البحرية، حيث تحرك الركب من القاهرة بالعربات
السجيب والبيك أب واللورى حتى دخلنا في أول
طريق الفيوم - في نوفمبر ١٩٦٠ - وبعد المرور من

من وصف الطريق من الفشن إلى البحرية وكذلك
طريق العودة من جنوب البحرية إلى المنيا، ونتيجة
لوصف بول وييدنل والخريطة الجيولوجية المرفقة
بتقريرهما، ومن المناقشة على صفحات كتاب هيوم (مجلد
III، جزء II) صفحات ٢١٢-٢١٩، فإن الإيوسين
الأسفل (L.Eoc) يعلو طبقات السينومانى في شمال،
شمال شرق، وشمال غرب جبل غرابى. نحو الجنوب
يعلو الإيوسين الأسفل طبقات الطباشير البيضاء، وعلى
كلا جانبي المنخفض للعمر المسترخيان. بينما يعلو
الإيوسين الطبقات البنية للعصر الطباشيرى الأعلى ما
بين السينومانى والمسترخيان من الشمال إلى الجنوب.

من الحفريات التى ذكرها بول وييدنل في
الإيوسين الأسفل (U.Libyan series):
Nummulites, Operculina, Lucina, Echinids

في الشمال الشرقى لمنخفض البحرية - شرق غرد
القرون (شرق منطقة منجم حديد الجديدة) جمع المؤلف
حفريات تدل على وجود الإيوسين الأوسط
(Bartonian) والتي تكرم وعرفها دكتور جلال عوض:
Echinolampas pharaonum, Natica oweni,
Voluta sannurensis, Casis nilotica, Mitra
turriculata, Lucina pharaonum بالإضافة إلى:
Bahariya teetotumensis n.gen. n. sp
بمعرفة المؤلف (٢٠٠٥) من نفس المنطقة، وكانت أول
تسجيل لوجود جنس ونوع جديدين في العصر الثلاثى
بمصر.

هذا بالإضافة إلى الدراسات الحديثة والتي تم فيها
تصحيح عمر الصخور الجيرية المحيطة بشمال منخفض
البحرية من الإيوسين الأوسط (سعيد وعيسوى -

أماننا. وكانت الشمس قد مالت نحو المغيب، وكان الصحراء تنادينا إلى خدرها خلف غرد رمال أبو محرك. وبعد كفاح ونضال من السائقين ذوى الخبرة في مثل هذه الظروف - أصبحنا غرب غرد أبو محرك حتى اتجهنا جنوبا وجنوب غرب قليلاً إلى منخفض الواحات البحرية. لم يكن الطريق إلى الواحات البحرية سهلاً، ولكن هناك عند الكيلو ٦٥ (من الواحات البحرية) توجد منطقة فرشات رمال سافية تغوص فيها السيارات الثقيلة أحياناً، وهذا يتوقف على خبرة السائق... حتى وصلنا إلى حافة الهضبة المحيطة بمنخفض الواحات البحرية من الشمال، وكان الليل قد أسدل ستائره على المكان فلا نرى شيئاً من حولنا، وهنا قررنا المبيت.

ولقد أعددت سريرى المطوى وفرشت بطانية أسفل وثلاثة بطاطين فوقى، ورحت في سبات عميق بعد طول يوم سفر شاق بالسيارة وهى تُخَضِّصُنَا طوال الطريق بمطباته. لقد أستيقظت في الصباح الباكر وأزحت البطاطين عن وجهى آتخس ما حولى، وإذا بقطرات الماء تتساقط على وجهى، فمددت رأسى فلم تكن السماء تمطر ولكنى شاهدت الندى الكثيف متكتفا بغزارة على البطانية العليا حيث تنساب المياه خلال شعيراتها على الجوانب... ورأيت لأول مرة البرَدَ فوق رمال الصحراء... فانزلت مرة أخرى تحت البطاطين لحين بروز الشمس من خدرها ترسل أشعتها الذهبية تراقص على سطح الصحراء فتبعث فيها الدفء والنماء لتعيد سيرتها الأولى من جديد.

وهنا تكشفت لنا الطبيعة رأينا جبل غرابى ونزلنا عبر «نقب غرابى»^(٢) إلى منخفض الواحة؛ حيث اتجهنا

نقطة مرور الكيلو ٤ بطريق الفيوم بقليل، ندخل الصحراء يمينا في اتجاه الشمال الغربى، وبعد السير لمدة حوالى ساعة أو أقل في أرض صحراوية رخوة^(١) أحياناً حتى نشاهد على بعد كوالتى «النهدين» هما جبلين صغيرين، فنتجه شمال غرب بحيث نترك «النهدين» خلف الأذن اليسرى حتى تصل إلى «جارة حامد» - وهى كولة «جبل» مخروطية الشكل من الصخور الرملية الحديدية «Ferruginous sandstone» - عندها قد نتوقف قليلاً لتبريد موتور السيارات اللورى وتزويدها بمياه التبريد إذا لزم الأمر بعد مشقة السير في مناطق الغرز (الأرض الرخوة). عند «جارة حامد» يستمر السير غربا مع العروج قليلاً نحو الشمال الغربى ثم الغرب الجنوبى، حيث الصحراء منبسطة مترامية الأطراف على طول امتداد البصر، حيث يلتقى الأفق بسطح الصحراء. هناك يعلو الأفق ويهبط مع سطح الصحراء وكأنه يحننا على السير إليه.

كنت أتلفت يمينا وشمالاً أتمتع بألوان سطح الصحراء المنبسطة، فمنها ما أراه وكأنه مكسو «بالسواد» وبعضها تكسوه الحمرة، وأحياناً تكون الأرض رخوة تمسك بسرعة السيارة قليلاً، وكأنها تهدهدها، وأحياناً تركها تنطلق على أرض صلبة حصوية - بألوانها المختلفة.. وهكذا تمتد هبوطاً وصعوداً وكل الركب صامت، كل يفكر فيما يعنيه... وقد مالت الشمس نحو الغرب... حتى وصلنا «فم البحر» - والبحر هنا منخفض به رمال سافية ومنه يتزود ويمتد غرد رمال أبو محرك. وهنا وقف الركب للراحة والتزود بالطعام... استعداداً للكفاح والنضال بالسيارات لعبور بحر الرمال السفياء هذا، والدوران إلى الجانب الغربى للغرد الشامخ

(١) تحتل مدينة ٦ أكتوبر هذه المنطقة حالياً.

(٢) كلمة نقب هى مصدر لكلمة «نَقَبَ» الجبل؛ أى حفر الجبل للوصول إلى الهضبة، وهو ما يسمى باللغة الدارجة «مطلع» إلى قمة الجبل أو الهضبة.

إلى شمال التلال المبعثرة^(١) بشمال جبل غرابى حيث اخترنا مكاناً مناسباً لإقامة المعسكر تحت الهضبة الشمالية التى تدور حول جبل غرابى إلى الغرب منه.

الدراسات السابقة لخام حديد الواحات البحرية:

أول من سجل وجود خام الحديد البيزوليتى بجبل غرابى - شمال منخفض الواحات البحرية - هما بول وبيدندل (١٩٠٣)، كما ذكرا فى تقريرهما وجود صخور الرمال الحديدية فى جنوب البحرية (منطقة الحيز)، وكذلك وجود طبقة حديد الليمونيت فى مرمى الفالق المتوسط للمنخفض - شمال جبل الحرة (ص ٦٧ - ١٩٠٣). لقد اعتقدا أن خام حديد جبل غرابى قد تكون بالترسيب فى بحيرة ضحلة خلال عصر الأوليجوسين، كما أشارا لوجود الحديد فوق صخور السينومانى. تقرير بول وبيدندل (١٩٠٣) بحث أساسا فى طبوغرافية وجيولوجية البحرية، لذلك لم يعطيا أية بيانات عن مساحة الخام، وبالتالى لم يتم تقدير كمية الخام. أعطى هيوم فى تقريره عن توزيع رواسب خام الحديد فى مصر (١٩٠٩) بيانات أولية عن متوسط سمك خام الحديد بجبل غرابى، وكذلك نسبة الحديد على أساس نتائج تحليل عيتين. لقد جاء فى التقرير أن متوسط سمك الحديد حوالى ٤ أمتار، وأن نسبة الحديد تتراوح بين ٣٦.١٨٪ إلى ٤٦.٨٨٪. لقد قدر هيوم رواسب خام حديد جبل غرابى تقديراً تقريبياً ٩ ملايين متر مكعب. كما أشار لوضعية الخام الواعدة، وبالتالى أوصى بإجراء دراسات استكشافية أخرى.

فى عام ١٩٥٢، تم الحصول على معلومات إضافية من خلال تقرير عافية ونسيم كنتيجة لعمل البعثة

المكونة من: رشيد، مراد، عافية ونسيم. لقد رسموا خريطة لوسط وجنوب جبل غرابى بمقياس ١ : ١٠٠٠٠ موضحين عليها حدود وسمك الخام الظاهر، والمواقع التى تم أخذ العينات منها وعددها ١٩، لقد تم تقدير كمية الخام فى منطقة البحث ٢٢.٢ مليون طن. لقد قدروا متوسط نسبة الحديد ٤٣.٦ (من ٢٢.٧٪ إلى ٥٩.٦٪)، سيليكاً ١٣.١٣٪، أكسيد كالسيوم ٢.٦٪، وكبريت ٠.٨٦٪، وفاقد الحريق ١٢.٧٪. قدم غيث (١٩٥٥) فكرة الإحلال لأصل تكوين حديد غرابى، تحديداً خلال فاصل رسوبيات الطباشير الأعلى والمستويات السفلى للإوسين، كما أعطى موجزاً للمعدن الخام. ثم أضاف غيث: إذا كان تقدير كمية الخام هيوم صحيحاً، فإن خام البحرية يعتبر - من وجهة نظره - أحد أكبر الرواسب ذات أصل الإحلال.

فى عام ١٩٥٦، تمت دراسة خام حديد البحرية، حيث أرسلت المساحة الجيولوجية بعثتين برئاسة كل من السجىولوجى صلاح الدين العقاد والجيولوجى محمود زعوط لدراسة منطقتى غرابى والحرة (كان من أعضائها الجيولوجى محمد عبدالحميد والجيولوجى محمد البهى عيسوى)، قاما بأبحاث سطحية، وجمع ٢٠٠ عينة من مكاشف الخام، وتم توقيع أماكنها على خرائط بمقياس ١ : ١٠٠٠٠، وكذلك تم توقيع حدود خام الحديد وامتداداته. لقد قدرنا المساحة الكلية للخام فى جبل غرابى ومنطقة الحرة فى مساحة ٥ كم مربع ومتوسط السمك ٢.٦٩ متراً (من ١ - ١٤ متراً)، كما تم المسح الإقليمى لشمال شرق وشمال البحرية للبحث عن وجود امتدادات خامات الحديد فى مناطق أخرى خلاف المنطقتين المذكورتين

(١) سميت التلال المبعثرة على الخرائط الطبوغرافية، وتم تغيير الاسم إلى «تلال ناصر» فى تقارير دراسة مشروع حديد الواحات البحرية.

أن طبقات خام الحديد في وضع أفقى عمومًا، وقد أثرت فيها الفوالق السلمية «step faults»؛ كما أضاف بعض الحقائق الجديدة مؤداها أن عملية الإحلال قد أخذت جزءًا في تكوين خام الحديد، كما جاء في تقريره الصفات المعدنية للخم، ووجود الجبس والباريت في الشقوق والفجوات.

أشار الشاذلى (١٩٥٦) في تقريره عن خريطة مصر التعدينية إلى أن خام حديد غرابى قد تكون بالتحاد عملية الترسيب والإحلال، (انظر ص ٦، الشاذلى ١٩٦٢)، لقد لخص الشاذلى البيانات الأكثر وضوحًا في تقرير زعطوط (١٩٥٨) كما في الجدول رقم (١٩).

حيث سجلنا فقط امتداد حديد غرابى شرقًا بهضبة الجدافى وشمالًا بالتلال المبعثرة.

انتهى محمود زعطوط في تقريره (١٩٥٨) إلى أن احتياطى الخام يبلغ ٤٥,٥ مليون طن، ومتوسط نسبة الحديد ٤٧,٨٧٪، كما وقع حدود صخور الحجر الرملى الحديدى «low grade ores» بمنطقة الحيز في جنوب الواحات البحرية على خرائط بمقياس رسم ١ : ١٠٠٠٠٠، حيث قدر تقريبًا احتياطى خام الحديد المنخفض النسبة حوالى ١٦٣ مليون طن - يتراوح نسبته من ١٧٪ إلى ٤٨,٦٪ بمتوسط ٢٨,١٩٪.

في ١٩٥٦-١٩٥٧، جمع زعطوط بيانات إضافية عن جيولوجية جبل غرابى ومكونات الخام: أشار إلى

جدول رقم (١٩) ملخص بيانات خام حديد المناطق: الحره، جبل غرابى والتلال المبعثرة

المجموع طن	ح % نسبة الحديد	تقدير الخام طن	متوسط الكثافة النوعية	متوسط السمك م	المساحة م ^٢	المنطقة
٣٦,٢٥١٣١٤	-	-	-	-	-	رواسب خام الحديد منطقة جبل غرابى
	٤٩,١٣(٦٥)+	٢٣٤٣٩١٥٤	٣,٥٧	٣,٨٦	٢١٩٣٠٠٠	جبل غرابى
	٥٢,١٣(١٢)+	١٢٠٣١٢٠	٣,٦٠	١,٤٠	٢٦٨٧٥٠	التلال المبعثرة
	٤٥,٣١(١١)+	٢٢٢٩٠٤٠	٣,٤٠	١,٣٥	٥٩١٥٠٠	سبى جدافى
	٤٥,١١(٣٨)+	٩٣٨٠٠٠٠	٣,٣٥	٢,٦٩	١٣٠٠٠٠٠	منطقة الحره
> ١٠٠٠٠٠٠٠٠	-	-	-	-	-	صخور الرمل الحديدية (خام منخفض النسبة)
	١٦,٩١(٦١)+	-	-	-	-	منطقة الحيز

* عدد العينات القناوية التى تم تحليلها موضحة بين قوسين (الشاذلى - ١٩٦٢).

وفي عام ١٩٥٩، سجل الشاذلى في تقريره الداخلى وصفًا دقيقًا شاملًا عن الوضع الاستراتيجى، التركيب، المكونات المعدنية والكيميائية لخام حديد البحرية على أساس البيانات التى تم الحصول عليها من

وفي عام ١٩٥٨، بدأت عمليات الحفر فى خام حديد البحرية بواسطة ماكينات الحفر الآلى من النوع بوسيروس 20W، وتم إعداد تقرير عنها بمعرفة الشاذلى والسعدى.

حفر عشرة آبار ميكانيكية بجبل غرابى خلال أبريل ومايو ١٩٥٨ (شكل - ٢٩).

في تقريره ١٩٥٩، اعتبر الشاذلى العينات المحتوية على أكثر من ٣٠٪ «ح» كخام، أما العينات الأقل من ٣٠٪ «ح» اعتبرها كصخر رملى حديدي « low grade deposits ».

كما سبق يتضح أن أول دراسة تفصيلية أولية لخام حديد البحرية قامت بها المساحة الجيولوجية في عام ١٩٥٢، حيث انحصرت في منطقة غرابى بفريق عمل مكون من: رشيد، مراد، عافية ونسيم. ثم تلا ذلك في ١٩٥٦، حيث أرسلت المساحة الجيولوجية بعثتين: أولاهما برئاسة جيولوجى صلاح الدين العقاد والثانية برئاسة جيولوجى محمود زعطوط لدراسة منطقتى غرابى والحرة. وقد قامت البعثة الأولى بمسح إقليمى لشمال شرق وشمال البحرية للبحث عن وجود خام حديد في أماكن جديدة بمنطقة الواحات البحرية، ولكن للأسف لم تعثر على شىء.

وبناء على تقرير زعطوط ١٩٥٨، وتقرير الشاذلى ١٩٥٩ - والذي نشر فيما بعد في ١٩٦٢.

أوفدت المساحة الجيولوجية بعثتين في نوفمبر (١٩٦٠) حتى يونيو ١٩٦٢ إلى الواحات البحرية: الأولى لجبل غرابى برئاسة الجيولوجى محمد البهى عيسوى والثانية لمنطقة الحرة برئاسة الجيولوجى عبده عبده البسيونى؛ لدراسة وتقييم خام حديد المنطقتين تحت إشراف الجيولوجى محمود زعطوط والجيولوجى صلاح الدين العقاد.

وفي إطار التعاون المصرى - الروسى، لخص أربعة خبراء روس الدراسات السابقة لخام حديد البحرية بناء على العقد رقم ٥٨ بتاريخ ٢٩/٩/١٩٥٩، وقدموا

توصياتهم بخصوص الأبحاث الجيولوجية لمناطق جبل غرابى والحرة والحيز، ومشروع إنشاء السكة الحديد بين الجيزة والبحرية في مذكرة بتاريخ فبراير ١٩٦٠.

أى إنه حتى عام ١٩٦٠، لم يأت ذكر مناطق جديدة لرواسب حديدية بالواحات البحرية غير تلك المناطق التى جاءت في تقرير بول وبيدندل (١٩٠٣) والتى تم توقيعها على خريطة التقرير « Bahariya Osis, Its topography and Geology » - بلون أصفر وهى: جار الحمره جنوب درب المسعودى بحوالى ١-٢ كم، جبل غرابى، الحيز، وصخور الحجر الرملى شرق وسط منخفض البحرية، ما عدا منطقة الحرة فلم تلون لعدم وجود مكشف لها، يوقع على خريطة التقرير بمقياس رسم ١: ٢٥٠٠٠٠، وإنما جاء ذكر حديدها في التقرير ص ٦٧.

وفىما يلي موجز لما تم من دراسات عن مناطق وجود خام الحديد الاقتصادى بالواحات البحرية:

١- منطقة الجديدة:

قصة اكتشاف خام حديد منجم الجديدة:

بعد أن تم إقامة المعسكر شمال التلال المبعثرة، وهى تلال مستطيلة في مرمى فالق بشمال جبل غرابى، وتم إعداد الورشة الميكانيكية ومكان للحدادة ومخزن الديناميت، بدأ العمل بتوقيع شبكة لتحديد مواقع لحفر آبار كل ٤٠٠ متر في مناطق العمل: جبل غرابى ومنطقة الحرة.

لقد كان في شرق المعسكر مباشرة «نقب غرابى» القديم، حيث أغلقه امتداد رمال غرد غرابى وتم عمل نقب آخر بمعرفة أهالى الواحة جنوب النقب القديم على

وتجاه الشمال الغربى بمقدار ٢^٥ مكونة تركيباً محددًا صغيراً ومستطيلاً يأخذ الاتجاه شمال شرق.

أخذت عينة من هذا التركيب المحذب الصغير ممثلة لخام الحديد به بسلك ٥٠ سم، وأرسلتها للتحليل بمعامل الهيئة المركزية بالقاهرة ضمن العينات المستخرجة من الحفر بمنطقة الحرة، وجاءت نسبة الحديد فيها ٢٨٪ «ح»، وهذه النسبة تعتبر أعلى عما هو في الحجر الجيري الحديدى القرمزى، وأقل من الحديد الاقتصادى بحفر الحرة. وبدأ لى أنه لو كان هذا التحذب كبيراً مثل تحذب جبل غرابى لزادت نسبة الحديد فيه إلى النسبة الاقتصادية (مع وجود نفس التراكيب السجولوجية).

وقررت متابعة هذا الاتجاه الشمالى الشرقى لعل وعسى أجد تركيباً محذباً كبيراً. وفي الصباح الباكر من يوم ١٣/٩/١٩٦١، تبعت هذا المحور الشمالى الشرقى لمسافة ١٢ كم من نقطة الانطلاق بمنطقة الحرة^(١)، وهبطت بعدها إلى منخفض طبوغرافى، يحيط بهضبة في وسطه يعلوها تلال قممها سوداء وعلى قمة إحداها نقطة مثلثات مساحة ٢٥٤ متراً بلوحة أسبوط (صورة - ٣). وقد عثرت على كتلة من الحديد الغنى في الركن الجنوبى الغربى تماثل ما هو في جبل غرابى والحرة. ثم اتجهت إلى الهضبة الوسطى لهذا المنخفض الطبوغرافى فوجدت مكشف طبقة خام الحديد في الجنوب بسلك حوالى واحد متراً، يزداد السمك شمالاً عند الفالق الممتد شرق - غرب حيث يصل السمك ١٦ متراً صورة - ٤)، وفي الشرق سمك مكشف الحديد ٣, ١٤ متراً، وفي الغرب وصل السمك ١٢ متراً.

(١) كان برفقتى السائق أحمد شحوت ورئيس العمال عايد مريف سالم.

امتداد حافة «الجوابى». ونظرًا لقلّة حركة السيارات - وقتذاك - من وإلى الواحات البحرية والقاهرة فكانت الرمال السفياء تملأ هذا النقب، الذى سوف تستخدمه سيارات بعثة الحرة كل يوم وكذلك سيارات المشروع من وإلى القاهرة. وأثناء رفع الرمال وتسوية النقب، لاحظت وجود طبقة سوداء اللون في منتصف الحجر الجيرى للهضبة شددت كل انتباهى. توقفت عند هذه الطبقة حيث تبينت بخبرتى أن الهضبة السمراء هذه هي من خام الحديد، والتي تعتبر امتداداً لحديد غرابى إلى الشرق، كما وأن حديد التلال المبعثرة امتداداً لحديد جبل غرابى إلى الشمال. وبدأ التفكير بعمق في هذا اللغز؟

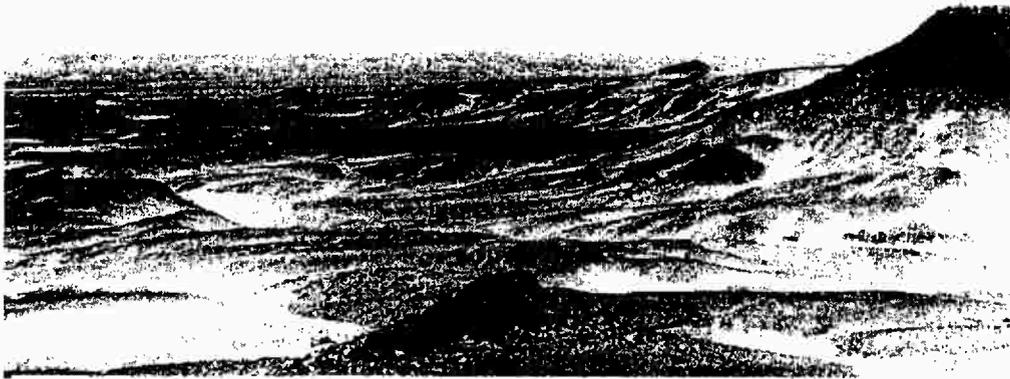
وبدأت العمل في منطقة الحرة، وخلال ذهابى وإيابى لها من معسكر المشروع، الذى يقع على مسافة ١٤ كم، عرجت يمينا إلى حافة الجدافى، وإذا بى أجد فالقين وطبقات الطفلة بينهما ارتفعت وبقي على الجانبين الحجر الجيرى غير الحفرى (تكوين الحيز) وتحت الطفلة مكونا «نتق» «Horst»، بينما طبقة الحديد غطت كل هذا بعد تسويتها تمامًا بعوامل التعرية، كما يتضح من الصورة - ٩ (على ص ١٤٧).

ومن خلال دراستى لمنطقة الحرة اكتشفت وجود خام الحديد بها في منخفض تركيبى «Trough» على عكس ما هو موجود في تحذب جبل غرابى - وفي شمال منطقة الحرة، لاحظت امتداد الحجر الجيرى القرمزى اللون شمالاً، ويبدو اللون غامقاً وملفتاً للنظر شمال شرق خريطة الحرة، حيث تزداد نسبة الحديد في الحجر الجيرى هناك مكونة جيوباً وعدسات من خام الحديد. هذه الطبقة من الحجر الجيرى الحديدى والطبقات التى تعلوها تحتوى على حفريات النيموليت، وتميل هذه الطبقات تجاه الجنوب الشرقى بمقدار خمس درجات

جار الحمرة
Gar - El Hamra



صورة ٣- : منطقة الجديدة - الهضبة الوسطى تظهر عليها التلال
المخروطية بقممها السوداء من الصخور الرملية،
الكرواثرية الحديدية.
جار الحمرة ترى باتجاه الشمال في أفق الصورة



صورة ٤- : منطقة الجديدة - توضح الفالق الشمالى للهضبة الوسطى
باتجاه شرق - غرب. مرمى الفالق نحو الشمال بينما
ترتفع الهضبة الوسطى جنوبا.
للتلال المخروطية ذات القمم السوداء تعلق عضو خام حديد الجديدة

بذلك تم اكتشافاً لمنطقة خام حديد جديدة - وهو الاكتشاف الوحيد لخام الحديد الذى تم بمعرفة جيولوجى مصرى منذ بدايات عمليات البحث عن المعادن فى مصر، وتم التحقق من كمية هذا الخام عندما شاركنى عمال منطقة الحرة فرحة هذا الاكتشاف، وقرروا القيام بحفر خمسة آبار رأسية لتقدير كمية الخام بالهضبة الوسطى دون إنقاص معدل الحفر بمنطقة الحرة. وقد تم قياس سمك الحديد بالحفر الخمس، وجمعت عيناتها للتحليل على الوجه التالى:

توجد صخور الحجر الرملى أسفل خام الحديد مكونة انحداراً متوسط الارتفاع عند حدود الهضبة الوسطى الجنوبية - حيث تم الصعود إلى الهضبة من هذا الجانب - تميل هذه الصخور الرملية شمالاً مكونة تركيباً محددًا بغاطس شمال شرقى. ويوجد خام الحديد ممتداً بين طبقات الهضبة المحيطة بالمنخفض وبصفة خاصة نحو الشمال، ولكن بنسبة حديد تقل كلما بعدنا عن خام الحديد بالهضبة الوسطى. وقد أوردت عبارة فى آخر تقريرى الشهرى لسبتمبر ١٩٦١ عن وجود خام الحديد فى هذه المنطقة.

جدول رقم ٢٠: نتائج تحاليل أول خمس حفر بمنطقة الجديدة.

رقم الحفرة	سمك الحديد متر	عدد العينات عمق كل حفرة	متوسط التحليل	
			%SiO ₂	%Fe
P1	١٤,٩٠	٧	١,٠٢	٥٨,٦
P2	١٤,٣٠	٧	٠,٩٧-	٦١,٩١
P3	١٢, -	٦	١,٠٤	٦٠,٨١
P4	١١,٢٠	٦	٥,٥٩	٥٦,٣٨
P5	١٤,٨٠	٧	١,٧٧	٦١,٦٤

أوائل ١٩٦٢ «مع خطاب لفت النظر لقيامى بأعمال خارج المشروع - وهو اكتشاف الحديد بالجديدة - وبعد أن تم حفر جميع الحفر بمنطقة الحرة، وأمرت بتسليم نوتة الحقل بما فيها من وصف الخام بالحفر.

وقد أظهرت هذه النتائج ارتفاعاً فى نسبة الحديد عموماً بمنطقة الجديدة وانخفاض نسبة السيليكا بدرجة ملحوظة على وجه العموم، عما هو عليه فى منطقة جبل غرابى والتلال المبعثرة ومنطقة الحرة.

لقد كان ضمن بنود العقد بين هيئة السنوات الخمس - صاحبة المشروع وقتذاك - وهيئة المساحة الجيولوجية، إعارة كل من رئيسى بعثتى المشروع لمدة ستة بعد انتهاء الدراسات المنصوص عليها فى العقد. وبناء عليه عدت إلى مشروع الحديد ورفضت الجيولوجى البهى عيسوى تنفيذ الإعارة.

لقد كان تقريرى الشهرى لأكتوبر ١٩٦١ بعنوان: «تقرير مبدئى عن اكتشاف حديث لرواسب خام الحديد بمنطقة الجديدة^(١) - الواحات البحرية». وتم تسجيل هذا التقرير بوثائق هيئة المساحة الجيولوجية تحت رقم ١٩٦١/٣٤ وبناء عليه تم سحبى من المشروع فى

(١) دار جدل طويل بينى وبين الزملاء بالمشروع لتسمية المنطقة... وأثرت تسميتها «الجديدة» نسبة لاسم «قرية الجديدة» بالواحات الداخلة، حيث دخلت حدائقها فوجدت جنة ذات فواكه شتى.

المنصوص عنها في العقد بين الشركة السويدية «ستاب» وهيئة مشروعات السنوات الخمس لاستخراج خام الحديد بمنطقة الجديدة بمعدات سويدية في مقابل تصدير خام حديد إلى شركة ستاب السويدية بدلا من القيمة النقدية للمعدات والخبرة الفنية، وأصبحت منطقة الجديدة فقط موضوع التعاقد.

لقد تم حساب كمية الخام على أساس مساحة الهضبة الوسطى = ٢.٥ كم مربع، ومتوسط السمك من الحفر الخمسة = ١٣.٤٤ مترا - كالتالي:

$$2.5 \times 1000 \times 1000 \times 13.44 \times 3 \text{ الثقل النوعي للخام} = 100.800 \text{ مليون طن}$$

$$2.5 \times 33600000 \text{ الثقل النوعي للخام} = 84.00 \text{ مليون طن}$$

وانتهت سنة الإعارة والتحتت بمشروع فوسفات وادى النيل. وتوالت على منطقة الجديدة دراسات مكثفة لتقدير كمية ونوعية خام الحديد بمنجم الجديدة، وكان أولها الدراسة التي قام بها خبراء سوفيت مع هيئة المساحة الجيولوجية، وكذلك التقرير الداخلى لمحجوب وعامر (١٩٦٤). لقد ثبت حتى عام ١٩٧٠ وجود احتياطي مؤكد بمنطقة الجديدة، يصل إلى ١٣٤ مليون طنا بنسبة حديد، تصل إلى ٥٤.٧٦% «Fe»، وقد بدأ الإنتاج من هذه المنطقة عام ١٩٧٣ بمعدل ١.٢ مليون طن ثم ٢.٥ مليون طن سنويا... ثم ازداد الإنتاج في السنوات الأخيرة بطاقة ٣ ملايين طن سنويا. ومازالت منطقة الجديدة تمد مصانع الحديد والصلب بالتين - جنوب حلوان - بخام الحديد، واحتمال استمرار الإنتاج من المنجم حتى خمسة عشر عامًا أخرى على وجه التقريب؛ حيث أثبتت عمليات الكشف والاستخراج ازدياد سمك الحديد في الوادى الغربى

وجاء الخبر السويدي د. هانز سراب « Hanz Sarab » - من المساحة الجيولوجية السويدية سابقًا، ومهندس مناجم سويدي - من شركة ستاب السويدية، للتحقق من كمية الخام المتفق عليها في التعاقد مع هيئة السنوات الخمس (٨٠ مليون طن) لاستخراج خام الحديد بمعدات سويدية وتدريب العاملين عليها. وبعد دراسة الخبيرين لخام الحديد بالمنطقتين غرابى والحره، وزياره منطقة الجديدة من حين لآخر - فقد ترك مهندس المناجم الموقع بعد أسبوع متوجها لبلاده - واستمر د. هانز سراب معى بالموقع حوالى شهر تمت خلاله مناقشات عدة عن خام الحديد، واطلع د. هانز سراب على خرائط منطقتى الحره والجديدة، والتي تمت بمعرفتى (بمقياس رسم ١ : ١٠٠٠٠) وبعد أن تم عمل مقارنة بين منطقة الجديدة ومنطقتى الحره وجبل غرابى، من حيث متوسط نسبة الحديد فى الجديدة = ٥٩.٨٧% Fe وهى أعلى عما هو عليه فى منطقتى الحره وجبل غرابى، وكذلك كمية خام الحديد فى الهضبة الوسطى، والتي تم تنفيذ خمسة حفر بها وكان متوسط السمك فيها ١٣.٤٤ مترا (انظر الجدول السابق) فكان حساب خام الحديد فى الهضبة الوسطى فقط حوالى ٨٤-١٠٠ مليون طن - وهى كمية تزيد عن الكمية المنصوص عليها بالعقد (٨٠ مليون طن). هذا بخلاف كميات خام الحديد فى مرمى الفالق بشمال الهضبة الوسطى وخام الحديد فى الوادى الغربى والشرقى، بالإضافة إلى سهولة تنجيم الخام بمنطقة الجديدة وعدم وجود غطاء فوق خام الحديد بالهضبة الوسطى، إلا القليل من التلال المخروطية فوقها (شكل - ١٥).

وبناء عليه طلبت من د. هانز سراب أن يلحق منطقة الجديدة بمشروع استغلال حديد الواحات البحرية. وفعلا تم إلغاء منطقتى الحره وجبل غرابى

الجنوبية والغربية أكثر انحدارًا عن الحافة الشرقية، وترتفع بحوالى ٥٠ - ٦٢ مترًا عن أقل نقطة ارتفاعا في المنخفض. فقط خلال الوديان التى تنزح مياه الهضبة الجيرية في منخفض الجديدة، فإن الميل فيها يكون سهل التدرج بحيث يعطى ممرًا سهلاً لسطح الهضبة الجيرية المحيطة بالمنخفض. الهضبة الوسطى عبارة عن هضبة شبه مستوية، تقطعها وديان واضحة عند حوافها، تعلوها خمسة تلال مخروطية قممها سوداء، أعلاها نقطة مثلثات تل ليونز ٦, ٢٥٤ مترًا فوق سطح البحر وتتوسط تقريبًا الهضبة الوسطى - أطلق المهندس خلف مرسى مهندس المساحة على المنطقة اسم «قورليونز»^(١) على خرائط «مداخل الواحات البحرية» - مصلحة المساحة المصرية - بمقياس رسم ١ : ١٠٠٠٠٠.

تتكون هذه التلال المخروطية فوق الهضبة الوسطى جزئيًا من عضو حديد الجديدة في جزئها الأسفل والمكون لكل الهضبة الوسطى، وطبقات تكوين رضوان التى تعلو خام الحديد بعدم تطابق. متوسط فرق المنسوب بين التلال المخروطية والهضبة الوسطى أسفلها حوالى ٣٠ - ٤٥ مترًا، بينما فرق المنسوب بين سطح الهضبة الوسطى والمنطقة المنخفضة المحيطة لها حوالى ٣٠ مترًا (صورة - ٣).

المنطقة المنخفضة يمكن اعتبارها واديًا عريضًا يحيط الهضبة الوسطى من جميع الجهات، كما يحيط هذه المنطقة المنخفضة، هضبة الحجر الجيرى من الشمال الغربى، الغرب، الجنوب، والجنوب الشرقى. سطح هذه المنطقة المنخفضة منبسطة أو متموج قليلاً ومغطى بالحصى والرمال السقياء مع وجود أدغال وشجيرات خفيفة في

للمنطقة (٢٤ ، ٣٠ مترًا) عما كان مقدراً من قبل تتخلله عدد من عدسات الطين والطين الرملى، بينما وصل أقصى سمك بدون تداخلات حوالى ١, ٢٧ مترًا في الهضبة الوسطى.

موقع وطبوغرافية منطقة الجديدة

تقع منطقة الجديدة على الهضبة الشمالية الشرقية للواحات البحرية، بين خطى طول ١٠° ٢٩ و ١٢° ٢٩ شرق، وخطى عرض ٢٦° ٢٨ و ٢٩° ٢٨ شمال. توجد نقطة مثلثات الجديدة (٢٥٥ مترًا) على بعد ١١ كم شمال ٥٠ شرق من نقطة مثلثات جبل الحره (٢٦٨ مترًا).

طبوغرافيا، توجد منطقة الجديدة على هيئة منخفض طبيعى يضاوى الشكل على الهضبة الشمالية الشرقية للواحات البحرية؛ وتتميز بثلاثة أجزاء: (شكل ١٥ -

١- الهضبة الوسطى - وهى المنطقة المرتفعة في وسط منخفض الجديدة.

٢- المنطقة المنخفضة - ممثلة في الوديان المحيطة بالهضبة الوسطى.

٣- الهضبة الجيرية - وهى الامتداد الطبيعى للهضبة الشمالية للواحات البحرية.

غير أن هذا المنخفض الطبيعى مفتوح في حدوده الشمالية الشرقية حيث تلتقى الوديان المحيطة في اتجاه أقل منسوب ارتفاعاً (١٦٦ مترًا) في منطقة الجديدة، ثم يرتفع المنسوب تدريجيًا إلى أن يتداخل في المنسوب العام للهضبة الجيرية، ويعتبر ممرًا جيدًا لسوادي النيل. الحافة

(١) حديث شخصى مع المهندس خلف مرسى، أثناء قيامه بمعسكر البحرية حوالى شهر؛ لمراجعة شبكة المثلثات في الحره وجبل غرابى والإشراف على بعثى المساحة بالمنطقة.

١- تكوين قطرانى؛

توجد تلال مخروطية الشكل، سمك من ٥ - ٣٠ مترا، فوق الهضبة الوسطى، تتكون من صخور الرمل والطينة الرملية؛ قممها سوداء من الصخر الرملى الحديدى ذى الحبيبات الخشنة والكوارتزيت، ذات اللون البنى الغامق إلى الأسود، بسبب احتوائها على نسبة من أكسيد الحديد ونسبة قليلة من أكسيد المنجنيز. تنتشر هذه التلال المخروطية لتكوين قطرانى باتجاه جنوب شرق وشمال شرق الجديدة حتى جوار الحمرة لبول وييدنل (١٩٣٠ - ١ - ٢ كم جنوب دزب المسعودى) (صورة - ٣). لقد أعطى بول وييدنل العمر أوليجوسين لهذا التتابع من الطبقات على افتراض التشابه الليثولوجى - مع غياب الحفريات - لمثل هذه الترسبات بجبل الأحمر بالقرب من القاهرة، وفي أجزاء بمنطقة الفيوم.

هذا التكوين يعلو عضو خام الحديد، مع طبقة كونجلوميرات سمك ٠.٥ مترا بينها. طبقة الكونجلوميرات التى تعلو خام الحديد فى الهضبة الوسطى تتكون من حصوات حديد مسننة ونصف مسننة، وقليل من حصوات الحجر الجيرى. فى المنطقة المنخفضة حول الهضبة الوسطى، يتراوح سمك تكوين قطرانى من مترين إلى + ١٣ مترا تشتمل على تداخلات صخر الرمل الأصفر وطينة رملية خضراء اللون جلوكوتينية، ناعمة ومسامية، عموماً هذا التكوين يحتوى على أكسيد الحديد نحو القاع، مع تداخلات من طبقات رقيقة من الحديد معاد ترسيبها، تنتشر الأملاح فى جميع القطاع، كما يوجد الجبس فى الشقوق.

الجزء الشمالى الشرقى. الوديان الغربية والشرقية تلتقى مع بعضها تجاه الشمال الشرقى مكونة واديا عريضا يسيل ماءه تجاه المنطقة الأكثر انخفاصاً - ١٦٦ متراً فوق منسوب سطح البحر - حيث توجد الأعشاب ونخيل منخفض.

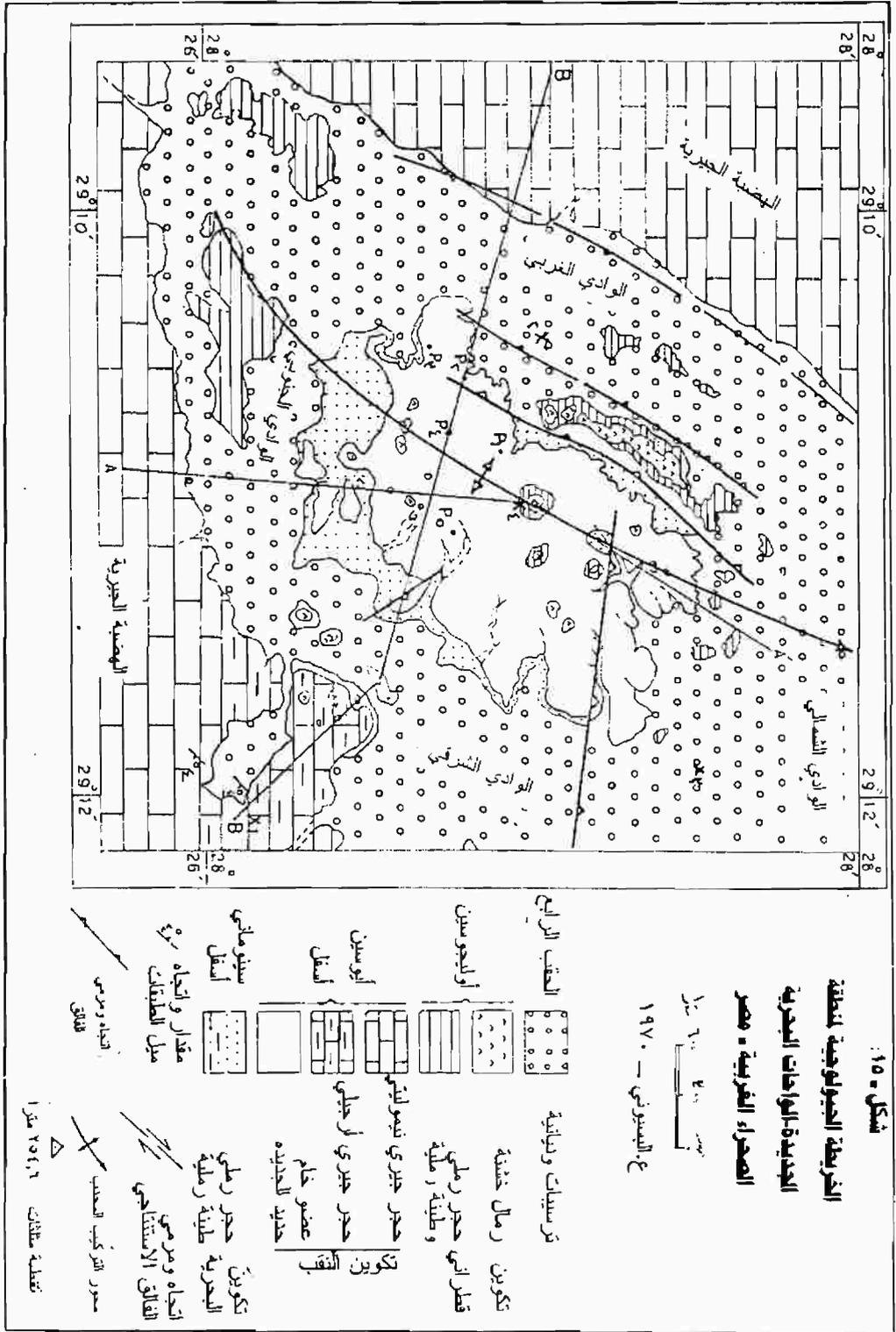
أول خريطة جيولوجية تركيبية للمنطقة تمت بمعرفة المؤلف فى ١٩٦١/١١/٣٠ بمقياس رسم ١ : ١٠٠٠٠، تغطى مساحة حوالى ٢٠ كم مربع، حيث تم توقيع مكاشف خام الحديد والهضبة الجيرية المحيطة والتراكيب الجيولوجية السطحية على الخريطة الجيولوجية؛ كما تم توقيع مناسب البروفيلات المتعامدة للمنطقة (شكل - ١٦)، وقد استخدمت اللوحة المستوية «Plane Table» وجهازى تيودوليت وأليداد كيرن Kern نوع «Self reducing» مختزل المسافة أفقياً.

القطاعات الجيولوجية تم قياسها باستخدام جهاز منوأة المساح «Abney level» (جهاز قياس التفاوت فى الارتفاع بين نقطتين)، بينما العينات اللبية للحفر الآلى أعطت معلومات عما هو تحت السطح.

جيولوجية منطقة الجديدة

نورد فيما يلى مكاشف الصخور المثلثة فى منطقة الجديدة من الأحداث إلى الأقدم كما يلى: (البسيونى - ١٩٦١، شكل - ١٥):

- ١- تكوين قطرانى: أوليجوسين.
 - ٢- تكوين الثقب: الإيوسين الأسفل - بيريديان.
 - ٣- تكوين البحرية: الطباشيرى الأعلى - سينومانى.
- وفى يلى وصف موجز لصخور هذه التكوينات:



غرب. لب هذه الطية المحدبة يتكون من صخور الرمل لتكوين البحرية يتبعها - بعدم تطابق - عضو خام حديد الجديدة الإيوسيني. يمتد محذب الجديدة ٥ كيلو مترات، متوسط العرض ٣ كيلو مترات وقمته بارتفاع ٢٥٥ متراً فوق منسوب سطح البحر. وهو يمثل نهاية محور الطيات عبر الهضبة الشمالية الشرقية للوحدات البحرية. فمحاور تحذب كل من الحديدية والحرّة يقع على امتداد خط واحد ويمثل «Periclinal fold» ذو الاتجاه شمال شرق - جنوب غرب، وقد يمتد شمال شرق حتى جاز الحمرة. مجموعة التحذب هذه احتمال حدوثها نتيجة للحركة التي حدثت في ما بعد السينوماني - وقبل الكامبينيان وتعتبر جزءاً من مرتفع لاراميد «Larmide high» الممتد من البحرية إلى أبورواش (بالقرب من القاهرة).

غياب أى من التداخلات الحطامية في قطاع ٣٠ متراً من صخور الرمل لتكوين البحرية على الحدود الجنوبية للهضبة الوسطى جعل من الصعب تسجيل درجة الميل، ونفس الشيء بالنسبة لخام الحديد الذى يعلوه بعدم توافق. فقط عند السطح الفاصل، فإنه يظهر ميلاً عاماً تجاه الشمال الشرقى؛ بينما فى الجنوب نلاحظ ميل السطح الفاصل حاد حيث يميل خام الحديد حتى قاع الوادى الجنوبى (بروفيل ١، شكل - ١٦). بعيداً عن لب التركيب عند الركن الجنوبى الشرقى للمنطقة نجد طبقات تكوين الثقب تميل ٤° جنوب شرق (شكل - ١٥، الموقع X ١).

من قياسات ارتفاعات قاع خام الحديد فى الهضبة الوسطى يتضح أن صخور تكوين النقب ومكافؤه من رسوبيات خام الحديد قد ترسبت فوق سطح غير مستوي لصخور عصر الطباشيرى الأعلى، ساعد ذلك وجود فوالق فى الحجر الرملى لتكوين البحرية أثناء تشكيل

هذا التكوين يعلو تكوين البحرية ويتكون من طبقات الحجر الجيرى النيموليتى مع تداخلات من المارل والطين، ويمثل أولى طبقات بحر الإيوسين الذى غمر المنطقة فى عصر الإيوسين المبكر، وتعتبر هذه الطبقات الامتداد الطبيعى نحو الشمال الشرقى لهضبة الحجر الجيرى «Plateau limestone» التى تحيط بمنخفض الواحة. تتخلل طبقات خام الحديد هذا التكوين على جانبي التركيب المحذب للجديدة، ونظراً لكون خام الحديد بالهضبة الوسطى نيموليتى وبه حفرىات الجوفمعاوية - وخاصة شرق الحفرة «P5» (شكل - ١٥)، لذلك يعتبر خام الحديد الامتداد الطبيعى لطبقة الحجر الجيرى المحيط بمنخفض الجديدة - أى إن خام الحديد فى الهضبة الوسطى يماثل الجزء الأسفل من صخور الحجر الجيرى النيموليتى بالهضبة الجيرية المحيطة لمنخفض الجديدة. تكوين النقب يعلو - بعدم تطابق - تكوين البحرية.

٢- تكوين البحرية:

صخور هذا التكوين تمثل أقدم الطبقات فى المنطقة، وتتكون من صخور رملية ممثلة فى التركيب المحذب كما توضحه البروفيلات (شكل - ١٦)، بينما على الجوانب تتداخل طبقات الطينة الرملية مع صخور الرمل. هذه الصخور الرملية غير حفرية، ولكن بمناظرتها مع تكوين البحرية فى منطقة الحره يمكن اعتبارها من العمر السينوماني.

التركيب الجيولوجى لمنطقة الجديدة (شكل - ١٥)

لقد وصف المؤلف منطقة الجديدة كطية محدبة فى ١٩٦١، حيث تحتل الهضبة الوسطى لب محذب الجديدة، محورها يأخذ الاتجاه شمال شرق، جنوب

هذه الفوالق حدثت في ما بعد الأوليجوسين - نتيجة تجديد نشاط حركة لاراميد - حيث أثرت على صخور الكوارتزيت وصخور الرمل الحديدية لعصر الأوليجوسين؛ إلا أن الفوالق ذات الاتجاه شرق - غرب يماثل اتجاهها البحر المتوسط (شرق - غرب)، وقد يرجع تاريخ نشأة هذه الفوالق إلى عصر البلايوسين المتأخر.

الوضع الجيولوجي لخام الحديد بمنطقة الجديدة

يوجد خام الحديد على هيئة طبقة واحدة فوق الهضبة الوسطى - دون أية تداخلات - بمكشف سمك ١ مترًا في الجنوب إلى ١٦ مترًا في الشمال عند مرمى الفالق العلوى «upthrown side» للفالق شرق - غرب (صورة - ٤). كما أظهرت الحفّر والحفر الآلى وجود خام الحديد في المنطقة المنخفضة بالوديان المحيطة للهضبة الوسطى.

إن وصف الوضع الاستراتيجرافى لخام الحديد سيفى بالغرض المقصود به من حيث الوضع الجيولوجى للخام فى الحقل. وهنا يجب التأكد على أنه حينما نصف الوضع الاستراتيجرافى لتكوين خام الحديد، فإننا نتعامل - على نحو تام - مع الوضع الجيولوجى القائم كما أراه حاليًا للخام فى الحقل وليس العمر لعملية التمدن.

لقد أطلق المؤلف (١٩٦١) اسم «منطقة الجديدة» على اكتشافه خام الحديد بشمال شرق منطقة الحرة بحوالى ١١ كم، حيث أعطى هذا الاسم لرواسب خام الحديد الحفرى بالبحرية عمومًا ذو العمر إيوسين أسفل - أى عضو خام حديد الجديدة، يضاف إليها طبقات الحديد أسفلها من الكونجلوميرات أو غيرها، والتي تم إحلالها بعنصر الحديد.

المحذب. قد يمتثل وجود أخدود فى الوادى الغربى بين فالقين شمال شرق - جنوب غرب هما امتدادًا (للفوالق) بالحائط الغربى لمنطقة الحرة، والذى نتج عنهما أخدود مقعر الحرة الذى ترسبت فيه رسوبيات تكوين الهفوف للعصر الكامبنيان. لقد نشطت هذه الفوالق فى ما بعد الإيوسين - أوليجوسين.

الفوالق

تجدد نشاط حركة لاراميد فى ما بعد الإيوسين - أوليجوسين، بدرجة معينة أثرت على رسوبيات تكوين النقب ورسوبيات الأوليجوسين - تكوين قطرانى - نتج عنها:

- فوالق شمال شرق - جنوب غرب أثرت على خام الحديد ورسوبيات الأوليجوسين بإزاحة حوالى ٢٠ مترًا تجاه شمال غرب. لقد أثبتت عمليات التنقيب عن خام الحديد عن وجود مثل هذه الفوالق تحت السطح بالوادى الغربى، الأمر الذى أثرت على خام الحديد والهضبة الجيرية الغربية نتج عنها أخدود الوادى الغربى، وحفظ أكبر سمك لخام الحديد بمنطقة الجديدة. هذا الأخدود احتمال تكوينه فيما بعد ترسيب تكوين البحرية السينومانى وقبل أن تغمر مياه بحر الكامبنيان منطقة الحرة - الجديدة.

- فوالق مفصلية شرق - غرب أثرت على خام الحديد شمال الهضبة الوسطى بإزاحة حوالى ٢٠ مترًا نحو الشمال. (صورة - ٤).

- فوالق مفصلية ذات الاتجاه شمال غرب - جنوب شرق، أثرت على الحدود الجنوبية الشرقية لمكشف خام الحديد.

الهضبة الوسطى

في هذه الهضبة يوجد خام الحديد على هيئة طبقة واحدة تختلف في السمك من ١ متراً عند مكشفيها الجنوبي و١٦ متراً عند مكشفيها الشمالي؛ إلا أنه يوجد السمك الأكبر للخام بالهضبة الوسطى محفوظاً تحت التلال المنتشرة فوقها حيث يصل السمك حوالى ١٨,٥ متراً تحت «تل ليونز» - وفيما يلي وصف التتابع في الحفرة X4 (شكل - ١٥).

من الملاحظ أن جميع الجيولوجيين الذين درسوا استراتيجرافية خام حديد الجديدة، وضعوا الخام تحت العمر إيوسين أسفل^(١) بالرغم من عدم ذكرهم أى حفريات بالخام تنتسب لتكوين النقب.

فيما يلي يظهر خام الحديد على أنه وحدة طباقية حفزية، والتي يمكن أن ترتبط مع تكوين النقب بالهضبة المحيطة لمنخفض الجديدة:

السمك - متر

٣,٠٠	..... صخر رمل ذو حبيبات خشنة «grits»، صلد، سيليسى، بنى غامق، به جيوب مغرة
٦-٧	صخر رمل؛ حديدى، صلد إلى سهل التفتيت، بنى غامق، به بعض البقع الحمراء أو الصفراء من المغرة خاصة عند القاع، فى بعض الأماكن تبدو وكأنه أعيد ترسيبها - كونجلوميرتية - تحتوى على شظايا فلنت وفى بعض الأماكن جيسى
١٥,٥٠	طبقات ٦ و٧ تنتمى لتكوين رضوان = ٢٢,٥ متراً
٣,٥٠	٥- خام مصمت صلد؛ هيماتيت أحمر «hard massive ore»
٤-٤	خام طبقي ذو فجوات «banded cavernous ore»، جيوتيت، هيماتيتى به بللورات باريت، بنى، أصفر ومصمت
١٢,٢٠	٣- خام سهل التفتيت «soft ore»؛ هيماتيت، بنى غامق، فى المتر الأول تنشر جلاميد فلنت كونجلوميرات ..
٢,٨٠	طبقات ٣, ٤, ٥ عضو حديد الجديدة = ١٨,٥ متراً
٢-٣٠	٢- حزام الباريت؛ رمال صفراء سائبة معها بللورات باريت صغيرة مكتملة الشكل
١,٠٠+	١- صخر رمل؛ أصفر، متوسط الحبيبات، تكوين البحرية

فى مواقع التلال المنتشرة عليها، فإن الخام يعلوه طينة خضراء رملية جلوكونيتيك، كوارتزيت، وصخور رمل حديدى ذو حبيبات خشنة «grits» لتكوين قطرانى، يفصلها طبقة من الكونجلوميرات سمك ٥٠- متراً فى

يلاحظ عدم وجود تداخلات من الطينة الرملية والصخر الرملى فى الهضبة الوسطى للخام. يغطى الخام فى الهضبة الوسطى طبقة رقيقة من الرمال وحصى الحديد يتراوح سمكها من ٢٠- إلى ٥٠- متراً، بينما

(١) فى الأبحاث السابقة كان العمر إيوسين أوسط، لتشابه تكوين المينيا (سعيد ١٩٦٠) وتكوين النقب، ولكن بخارى وعبدالملك (١٩٨٣) صححا فى دراستها الحديثة عمر تكوين المينيا خلال أواخر زمن الإيوسين الأسفل.

سهل التفتيت لتكوين البحرية . كما يوجد في الحفرة -P₃ كونجلوميرات بسلك ١.٢ متر بقاع الحديد عبارة عن رمال مخضرة ومصفرة وحصى صلد من الكوارتز الأصفر.

- توجد بللورات الباريت في جميع الحفر، ولكنه قد يندم وجوده في بعضها (مثل الحفرة -P₅)، يتركز الباريت في أسفل طبقة الحديد بالحفر عموماً كما ينتشر في كل سمك الخام خلال الشقوق، قد يتركز في حزام بسلك واحد متراً بوسط الخام، كما يتكثف أحياناً في الشقوق بالأجزاء العليا من الخام.

- من الملاحظ وجود خام مسامي « cellular structure » في الحفر P₁, P₅، كما في منطقة الحرة.

- تزداد نسبة المنجنيز نحو القاع ولكنها أقل عما هو موجود في الحرة والتلال المبعثرة شمال غرابي.

يمكن تقسيم خام الحديد بالهضبة الوسطى في الحقل إلى ثلاثة أنواع تختلف عن بعضها من حيث التكوين المعدني والصفات الطبيعية كالآتي:

١- خام مصمت صلد «Hard massive ore»: يتكون أساساً من الهيماتيت الحفري مع بعض الجوتيت. ويتميز باللون البني الغامق إلى الأسود، ذو لمعان معدني، ويكون غطاء صلدًا يوجد في الأجزاء العليا للخام. كما توجد جيوب من الحجر الجيري السيليسي الكوارتزي.

٢- خام طبقي ذو فجوات «Banded cavernous ore»: يتكون من تداخلات الهيماتيت والجوتيت مع جيوب طينية تحتوى على المغر. يتميز باللون الأحمر، بني محمر أو أسود. متوسط الصلابة، طبقي عموماً، ذو فجوات، كما يتميز بالتركيب المسامي «cellular structure» خفيف الوزن، مع منجنيز

جنوب الهضبة الوسطى، وإلى الشمال يكون الفاصل واضحاً بعدم تطابق. يلي خام حديد الهضبة الوسطى إلى أسفل تكوين البحرية بفاصل واضح غير منتظم، ويتميز بكونجلوميرات عدم تطابق وحزام من الباريت. كل من الكونجلوميرات وبللورات الباريت قد توجد في الخام لبضعة أمتار فوق الفاصل الحقيقي للخام وقد تظهر إحصالاً جزئياً بواسطة معادن الحديد. المتر أو المترين من قمة صخور الرمل أسفل الكونجلوميرات تم إحصالها عموماً بشدة بواسطة خام الحديد من نوع جيتيت، هيماتيت، وليمونيت، نتيجة لذلك تكون خام بني غامق ذو نسبة عالية قليلاً عن الخام الرئيسي الذي يعلوه، وهو ما يسمى عضو حديد الحرة (البسيوني - ١٩٧٠). وفي أماكن أخرى - بدلاً من الكونجلوميرات - توجد طبقة رقيقة من كتل متحجرة من الهيماتيت المائي معها حصوات كوارتزية وكونجلوميرات صخر رملي.

وفيما يلي موجز لوصف خام الحديد في الهضبة الوسطى، من خلال خمس حفر، تم حفرها خلال أكتوبر - ١٩٦١:

- يتراوح غطاء سطح خام الحديد من ١٥ سم إلى ٥٠ سم، عبارة عن رمال وحصى حديد.

- سمك خام الحديد في الحفر الخمس يتراوح بين ١١.٢ متراً و١٤.٩ متراً، ويزداد السمك شمالاً.

- تتراوح نسبة الحديد في الحفر الخمس بين ٥٦.٦% و٦١.٩١%، بمتوسط ٥٩.٢٥%.

- الفاصل بين تكوين البحرية وخام الحديد هو حد فاصل واضح غير منتظم، كما يوجد طبقة كونجلوميرات بسلك ١.٣ متراً (الحفرة -P₄) تتكون من كسر الصخر الرملي والحديد، تتخلله صخور الرمل، يليها إلى أسفل ٢٠ سم صخر رملي

الجديدة نفس الوضع الاستراتيجى للحجر الجيري
القرمزي لتكوين النقب.

تتشر معادن المنجنيز مع خام الجوتيت، بينما
تداخلات الهيماتيت قد تكون منجنيزية في بعض
الأماكن، وبصفة خاصة بالقرب من القاع، وتتميز
باللون الأسود المائل إلى الزرقة «bluish black». كما
يوجد الباريت بكميات وأشكال مختلفة، ويوجد عموماً
في قاع خام الحديد، كما يوجد الباريت بكثرة في الأجزاء
الغربية بينما يقل في الأجزاء الشرقية.

المنطقة المنخفضة أو منطقة الوديان المحيطة :

خام الحديد في المنطقة المنخفضة سهل التفتيت
يمكن اعتباره النوع الرابع لخام الحديد بمنطقة الجديدة
حيث يتحدد وجوده في الوديان المحيطة للهضبة
الوسطى.

٤ - خام سهل التفتيت «Friable ore»: يتكون أساساً
من الجوتيت مخلوطاً مع بعض من الهيماتيت. يتميز
باللون البنى إلى البنى الغامق أو الأسود، ويرجع
ذلك لوفرة في المنجنيز أحياناً مع لون أزرق أو
بنفسجى فاتح. خام الجوتيت يكون ضعيف
الصلابة سهل التفتيت بينما خام الهيماتيت يكون
متوسط الصلابة. هذا النوع من الخام يكون
منجنيزياً عادةً، بل غنى بهذا المعدن عن ما هو
موجود في الأنواع الثلاثة بالهضبة الوسطى. في
المنطقة المنخفضة يوجد الخام في حالة كتلية
«fragmented» ذات فجوات. على عكس ما هو
في الهضبة الوسطى، فإن طبقة خام الحديد في المنطقة
المنخفضة يحتوى على تداخلات من الطين، الطين
الرملى والرمل. (شكل -١٦).

أسود ومغرة صفراء تملأ الفجوات. يلى أسفل النوع
الأول.

٣ - خام بيزوليتى (بازلثى) «Pisolitic ore»: أصفر
إلى بنى مصفر، وذو تركيب بيضى إلى بازلثى.
يوجد قرب قاع الخام في جنوب وشرق الهضبة
الوسطى، يوجد أيضاً عند قمة مكشف الخام
الحفرى بالحافة الشرقية للهضبة الوسطى شمال
شرق الحفرة - P5، شكل البيزوليت كروى إلى
منبسط، يختلف كثيراً في الحجم، وقد يصل إلى
حجم كبير (حوالى ١ سم).

توجد الحفريات أساساً في طبقة الهيماتيت وخاصة
في الأجزاء العليا للخام، وفي جيوب الحجر الجيري
السيليسى. ففي هضبة الحجر الجيري الشرقية - جنوب
الوادى الشرقى - في نهاية البروفيل - ٢ (شكل - ١٦)
بالموقع X₁ (شكل - ١٥)، يتداخل الحديد على هيئة
تداخلات إصبعية «interfingering contact» خلال
قطاع من حجر جيري حفرى أرجوانى اللون (سمك
٨, ٤ مترًا) به بللورات كبيرة من الكالسيت، يليه إلى
أسفل طبقة جيرية (سمك ٢, ٣ مترًا) يتخللها خام
الحديد. قد تزداد نسبة الحديد في الحجر الجيري إلى خام
حديد، وهو ما يمكن اعتباره «خام» محتملاً. الحفريات
التي عرفت من الطبقة العليا هي: *Nummulites*
ataicus, Alviolina sp., small size, Operculina
sp كما توجد حفريات كبيرة من قواقع «Gisortia?» تم
إحلالها بالكامل بالحديد في شمال شرق الحفرة - P5. في
الهضبة المحيطة لمنخفض الجديدة نجد نفس الحفريات في
طبقات الحجر الجيري لتكوين النقب؛ أى إنه يمكن
اعتبار الحجر الجيري القرمزي لتكوين النقب الامتداد
الطبيعى لطبقة خام الحديد، مع نقصان نسبة الحديد كلما
بعدنا عن كتلة الخام الرئيسى. وبذلك يأخذ حديد

الخضراء القابلة للانشاطار التي تنتمي لتكوين البحرية
أيضًا في المنطقة المنخفضة.

وفيما يلي قطاع حفرة بالوادي الغربى بالموقع X₂
(شكل - ١٥):

يوجد غطاء أكثر سمكا في المنطقة المنخفضة، حيث
يتراوح السمك من ٢ متر إلى ١٣ مترا. بينما خام الحديد
- في منطقة الجديدة - يعلو صخور الرمل لتكوين
البحرية في الهضبة الوسطى، فإننا نجد يعلو الطينة

السمك - متر

قمة القطاع

١.٨	٨- رواسب وديانية: رمال وحصى
١.٥	٧- طين: أخضر مائل إلى أصفر باهت، ضعيف الصلابة، سهل التفتت ومسامي؛ حديدي عند القاع مع عقد من المنجنيز وأملاح
١٩.٠٠	٦- خام حديد: جيوتيت مع تداخلات مع الهيماتيت، بني غامق إلى أسود، رمل مع مغرة مسامية: توجد بللورات الكالسيت. الهيماتيت صلد وحفرى به <i>Nummulites sp.</i> كوارتزى جزئيا في الجزء العلوى،
١.١٠	٥- صخر رمل: أصفر مع تداخلات طينة رملية
٣.٠٠	٤- خام حديد: تبادلات من الهيماتيت والجوتيت به <i>Nummulites sp.</i> صلد، أحر غامق إلى أصفر، طفلى في الوسط، رمل مع جبس، طفلى وكونجلوميرات قرب القاع
-٣.٠	٣- كونجلوميرات: تتكون من حصوات رمل في مادة السيلت
١.٩٠	٢- خام حديد: تبادلات مع الهيماتيت والجوتيت، صلد، أصفر إلى أحر غامق، رمل، جيسى وكونجلوميراتى قرب القاع
	١- القاع طين؛ تكوين البحرية؟

حديد الحرة بتكوين الهفوف). في هذه الحالة فإن طين
القاع في الحفرة X₂ - الموضح عاليه - قد ينتمى إلى
تكوين الهفوف في جزئه الأعلى. بالإضافة إلى أن طبقة
الكونجلوميرات هنا تختلف تمامًا عن نوع
الكونجلوميرات الذى نجده أسفل تكوين الثقب،
حيث إن الكونجلوميرات أسفل تكوين الثقب تتكون
من حصوات الحجر الجيري مسننة ونصف مسننة في
مادة جيرية.

وفيما يلي وصف تتابع الطبقات في بئر حفر آل
بالموقع X₃ بشمال الوادي الشرقى: (شكل - ١٥)

تداخلات الهيماتيت والجوتيت فوق كونجلوميرات
عدم التطابق، بها حفريات *Nummulites sp.* تؤكد
انتماءها إلى عضو حديد الجديدة الإيوسينى (تكوين
النقب)، بينما خام الحديد بالطبقة - ٢ أسفل
الكونجلوميرات غير حفرى، وبالتالي يمكن أن يتبع قمة
تكوين البحرية. وبمنظرة إقليمية، يمكن اعتبار خام
الحديد بالطبقة - ٢ أسفل الكونجلوميرات منتميا
لتكوين الهفوف مثل ماهو في منطقة الحرة. لقد ثبت غمر
الأرض في هذا الجزء من الهضبة الشمالية الشرقية بمياه
بحر الكامبيينان من خلال دراسة منطقة الحرة (عضو

السلك - متر

قمة القطاع

٢,٠	..... ١٢- رواسب وديانية: رمال سفياء، وكسر صخر وحصى
٧,٥٠	..... ١١- طينة رملية: جلوكونيتيك خضراء. بها جيوب هيمايت تحتوى على مغرة خاصة إلى أسفل ذات اللون البنى المصفر والبنى الطبقة - ١١ تنتمي لتكوين رضوان
١٠,٣٠	..... ١٠- هيمايت: أصفر، بنى غامق
٢,٥٥	..... ٩- ليمونيت: أصفر، رمل مع أوليت وبيزوليت
٠,٩٥	..... ٨- طينة رملية: سهل التفتيت، بيضاء، رمادى، صفراء، متبادلة مع طبقات رقيقة بها جيوب الهيمايت البنية
٤,٦٥	..... ٧- هيمايت: بنى غامق مع مغرة صفراء، يوجد غالبًا طبقات رقيقة من الطينة الرملية مع جيس
١,١٠	..... ٦- ليمونيت: أصفر سهل التفتيت
٠,٤٥	..... ٥- طينة: سهلة التفتيت، مرقشة اللون - بيضاء، صفراء، حمراء
٤,٧٥	..... ٤- هيمايت: بنى غامق بها جيوب مغرة صفراء، جامدة الطبقات من ٤ - ١٠ تعتبر تكوين خام الحديد شاملاً: عضو حديد الجديدة: طبقات ٨ - ١٠ بسلك ١٣,٨٠ مترا عضو حديد الحزرة: طبقات ٤ - ٧ بسلك ١٠,٩٥ مترا، كما فى منطقة الحزرة
١,٢٠	..... ٣- صخر رمل وطينة رملية: رمادى، أصفر، مع طبقات رقيقة من طينة كربونية سوداء
٢٠,٢٠	..... ٢- طينة رملية وصخر رمل: رمادى إلى رمادى غامق مع طبقات رقيقة من الصخر الرمل سهل التفتيت. بقع من الفحم الأسود توجد عند مستويات مختلفة
٩٥,٨٥	..... ١- صخر رمل: رمادى، يتغير من مصمت به باريت منتشر إلى طبقات رقيقة من الطينة الرملية ضعيفة الصلابة، سهلة التفتيت بها مواد كربونية سوداء ثانوية الطبقات من ١ - ٣ تمثل تكوين البحرية بسلك ٨١,٢٥ مترا

وفىما يلى نتائج الدراسة الميكروسكوبية لأنواع خام الحديد بمنطقة الجديدة: (بسطا وعامر - ١٩٦٩)
أظهرت الدراسات الميكروسكوبية أن المعادن غير الشفافة «opaque» تتكون أساساً من هيمايت، جويت، وليمونيت، بيزولوميلين، بيزولوزيت، ماجنيتيت وليبدو كروسيات موجودة فى بعض الأماكن ولكن بكميات ثانوية، بيزيت وكالكوبيريت توجد على هيئة فردية دقيقة جداً. أما الشوائب المعدنية فهى:

كما سبق يمكن اعتبار الوادى الغربى مقعراً تركيبياً «Trough» بين فالقى مثل ما هو عليه مقعر الحزرة.

التركيب المعدنى لخام حديد الجديدة

لقد أوضحت الدراسة المعدنية لأنواع الخام المشار إليها عاليه أنها تختلف ليست فى وضعها الجيولوجى وصفاتها الطبيعية فقط بل أيضاً تختلف فى تركيبها المعدنى والكيميائى.

باريت، كوارتز، جلوكونيت، كالسيت، جبس، ملح وكلوريت.

١- الخام المصمت الصلب The Hard Massive Ore

هذا النوع نسبيا صلد، متبلور ومصمت، ذو لون بني داكن محمر وذو لمعان معدني مطفى. يتكون هذا النوع من الخام أساسًا من الهيماتيت (حوالي ٨٠٪) مع كميات قليلة من الجوتيت والليمونيت وقليل من لبيدوكروسييت. يوجد الهيماتيت والجوتيت عمومًا في حالة بللورية جيدة؛ الهيماتيت يكوّن بللورات صفحية، منشورية، ميال للتقشر على شكل رقائق (قطر ٠.١ إلى ٠.٢٤ مم) بعضها يظهر بللورات توأمية. توجد عادة النطاقات الثانوية في الهيماتيت، كالنطاقات المتابعة المضيفة والمظلمة، ربما تمثل المراحل المتتالية لإزالة الماء من مركب الجوتيت الموجود مسبقًا. النسيج - بين البللورات كاملة التكوين - ربما يسلك نموًا متداخلًا من الهيماتيت والجوتيت، والتي تكونت أيضًا نتيجة لإزالة الماء جزئيًا.

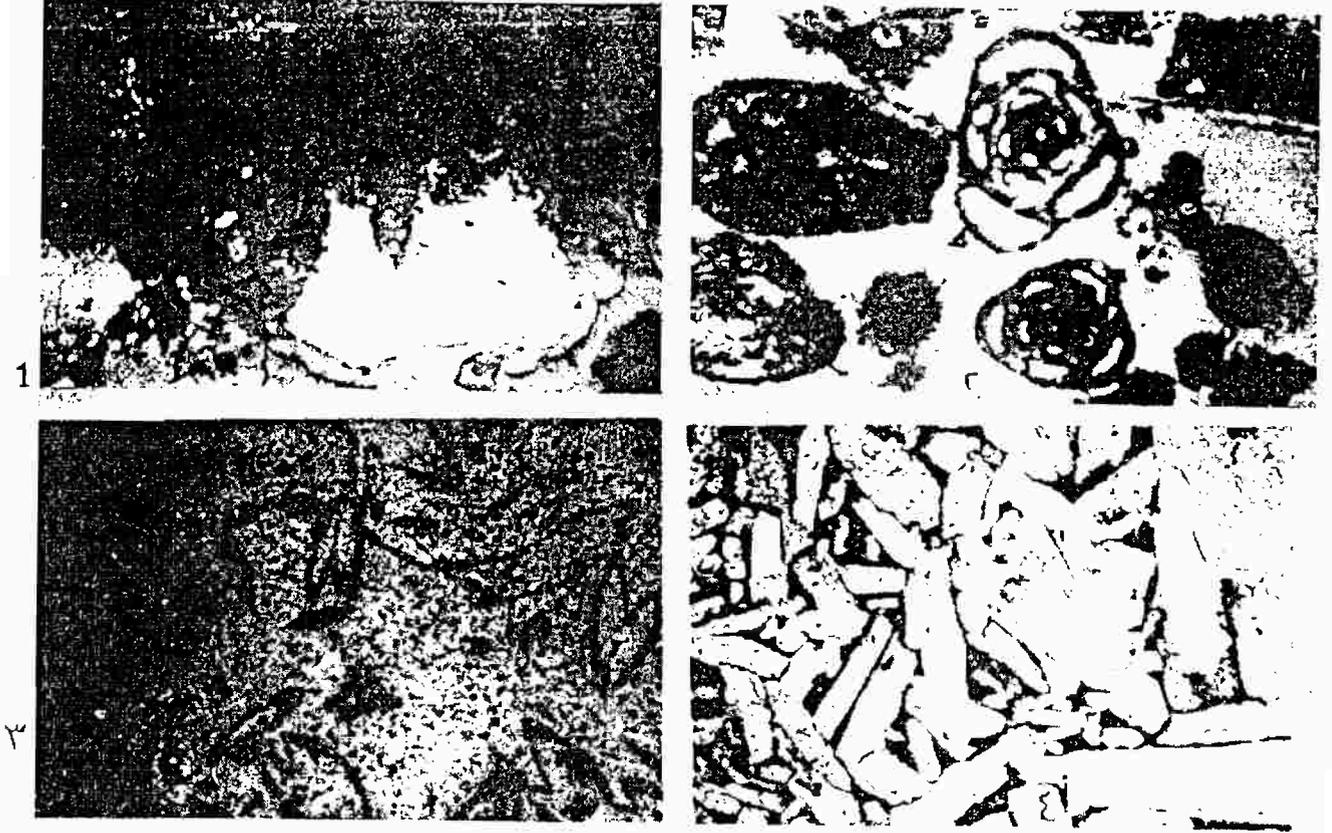
الليمونيت عندما يوجد يكون كتبطين للفتحات الصغيرة وعلى سطوح الشقوق حيثما تكونت بواسطة التميؤ للهيماتيت السابق وجوده، تشاهد بقاياها في الشكل (صورة ١-٥). الحفريات الدقيقة والكبيرة والتي تم إحلالها بالهيماتيت (أو الجوتيت) توجد عادة في هذا النوع من الخام. التركيب الداخلى الأصيل للحفريات التي تم إحلالها قد تحفظ جزئيًا (صورة ٥ - ٢) ولكن على وجه العموم فإنها طمست تمامًا، والشكل الخارجى فقط هو المحدد بإطار رفيع من الليمونيت (صورة ٥-٣). الحفريات الموجودة عمومًا هي: أنواع

ألفيولينا وأنواع مختلفة من النيموليت؛ مع ندرة الجوفمعاوية والمحار.

معادن المنجنيز (أساسًا بزيلوميلين) نادرًا ما توجد في هذا النوع من الخام. بيريت وكالكوبيريت توجد في حالة حصوات دقيقة غير منتظمة، وتميل للزيادة في الخام إلى أسفل، وبصفة خاصة في العينات التي تم جمعها من قاع خام الحديد فوق الصخر الرملى لتكوين البحرية مباشرة. هذه الكبريتيدات توجد عمومًا مصاحبة للجوتيت، ولكن يمكن أن توجد أيضًا متضمنة في الباريت.

الباريت هو أحد الشوائب المعدنية الأكثر شيوعًا وهو يوجد في حالة بللورات مكسرة (قطر ٠.٢ إلى ١.١ مم)، والتي توجد عمومًا محاطة بالهيماتيت وجزئيًا يغزوها الهيماتيت. يوجد أيضًا الباريت المكسر كنطاق مستمر أسفل كتلة الخام. في محيط الفوالق، وبصفة خاصة أينما ينكشف تكوين البحرية على السطح، توجد قشرة رفيعة من حطاميات بللورات الباريت المنشورية الكبيرة (صورة ٥-٤) (طول حوالى ٨ مم)، والتي احتمال تكوينها غالبًا بالتبلور من المحاليل الصاعدة. لذلك فهي تختلف في الأصل عن الباريت المكسر المنتشر بسبب التعرية الميكانيكية. وعلى كل حال، فإن النوعين لهما نفس الثوابت البصرية، وتحديد معامل الانكسار أعطى قيمة متوسطة 1.635 ± 0.002 . نموذج أشعة أكس لهذين النوعين متشابه أيضًا، وكلاهما أقدم من خام الحديد. معادن خام الحديد تلحم بللورات الباريت، تتخلل سطوح شقوقها، وتحت أو تُعَرَى وتحل جزئيًا محل جدرانها. عروق الهيماتيت الصغيرة تقطع بعض بللورات الباريت المنحنية والمكسرة جدًا بسبب ذلك.

صورة - ٥ : منطقة الجديدة



- ١- خام مصمت صلد - ليمونيت غرواني (رمادى) تكون بالتحية للهيماتيت (أبيض). ضوء منعكس، غمر فى الزيت. $50 \times$.
- ٢- الجزء السفلى للخام المصمت الصلد - يُظهر الحفظ الجيد لحفرية "جلوبوروتاليا؟"، فجوات الحفرية مملوءة بالكوارتز بينما جدرانها حل محلها خام الحديد. نسيج العينة من الكوارتز يحتوى على بقع سوداء من الهيماتيت. ضوء منفذ، nicols partially crossed. $120 \times$.
- ٣- محار الأفيولينا تم احلالها بالهيماتيت (رمادى، حوافها من الليمونيت (أسود)). ضوء منعكس، غمر فى الزيت. $150 \times$.
- ٤- للسورات بارايت منشورية متكاملة النمو جمعت من سطح الخام، ملتحمة بمعادن الحديد. ضوء منفذ. $50 \times$.

والهيماتيت تنمو معاً نمواً متداخلاً في صورة بقع وفي بعض الحالات قد يظهر في نسيج طبقي مكون من طبقات متبادلة من هيماتيت مضغوط وجوتيت مسامي. هذا التركيب الطبقي قد ينسب أو يعزى إلى التصفح الموجود سابقاً في الحجر الجيري (الأم) الأصلي مطابقاً للتغير الإيقاعي في النسيج أو التركيب. التغير في درجة المسامية بين أحزمة الهيماتيت والجوتيت قد يكون ذا أصل أولي، أو قد يكون بسبب التضغط بإزالة الماء. لقد تلاحظ تكرار وجود أحزمة النسيج الذي تم إحلاله والمتكونة بالإزالة المستمرة لماء الجوتيت، وبقايا النسيج في هيئة جوتيت معيني كاذب بعد الكربونات (صورة ٦-١).

بللورات الجوتيت الدقيقة جداً والليمونيت غير المتبلور ذو أصل عروى قد تلاحظ وجودها تملأ الشقوق أو الفجوات، وتوضح النسيج الغروي (صورة ٦-٢)؛ ألياف الجوتيت المتشعبة قد تمتد خلال أكثر من حزام متحد المركز، ولكنها ليست ذات أبعاد طويلة (٠.٢٥ إلى ٠.٦ مم طولاً).

معادن المنجنيز توجد عموماً أكثر عما هو عليه في النوع السابق، وبصفة خاصة في العينات التي جمعت من الحزام الأعلى عند حد التلامس مع القشرة الملحية. وتتكون معادن المنجنيز أساساً من بزيلوميلين مع كمية ثانوية من البيرولولوزيت والمانجانيت «manganite». هذه المعادن المنجنيزية تملأ غالباً الشقوق والفجوات حيث تظهر غالباً على هيئة نسيج غروي. الأحزمة المتحدة المركز الدقيقة والخشنة توجد عادة محاطة بطبقات خارجية رقيقة من البيرولولوزيت والمانجانيت. الأحزمة الخشنة تكون عادة أعرض، وتتكون من خيوط بللورية لا أيزوتروبيك وبيلوكروبيك بزيلوميلين «anisotropic and pleochroic»؛ الخيوط المتشعبة

الكوارتز هو ثاني الشوائب المعدنية الشائعة. وهو يوجد على هيئة بللورات كاملة تُبطن فجوات صغيرة أو على هيئة مكوّن أساساً لكسرات خشنة من الحجر الجيري المسيليسي (أقطار ٠.٥ إلى ٤.٠ سم) مدفونة خلال الخام وبصفة خاصة بالقرب من الحد الفاصل مع تكوين البحرية. عملية السليكة «silicification» تسبق عملية التمدن؛ كسرات الحجر الجيري السيليسي تأكلت واجتاحتها الهيماتيت والتي يمكن أن تحتوى على بقايا من الكربونات الأصلية وحفريات الألفيولينا والنيموليت السيليسية والتي تم إحلها جزئياً بالهيماتيت. الكوارتز المبطن أو المائي للفجوات الصغيرة يتكون من بللورات منشورية مزدوجة الشكل الهرمي ذات القطر حوالى ٠.٢٥ إلى ١.٨ مم والتي تحتوى عادة على قطع صغيرة من المسكوفيت والسيريسيت «sericite». هذه المحتويات الميكائنة يمكن أن توجد بكمية محددة من التبطين، والتي يمكن أن تقاوم الإحلال بجانب حصوات الكوارتز. على سطح الخام المصمت الصلد قد نلاحظ عادة قشرة سميكة من الأملاح (قطرها قد يصل ١٢ سم). توجد أيضاً الأملاح تملأ سطوح الشقوق وتكون عادة مصاحبة للجبس.

٢- خام طبقي ذو فجوات

The Banded Coverneous Ore

هذا النوع من الخام ذو لون بني أو بني مصفر، متوسط الصلابة، وعموماً يكون طبقي ذا فجوات؛ الفجوات قد تكون مملوءة بالمغرة الحمراء أو الصفراء أو قد تكون مملوءة بالمسحوق المنجنيزي الأسود. هذا الخام يتكون أساساً من الجوتيت والهيماتيت بنسبة متساوية تقريباً مع قليل من الليمونيت غير المتبلور، وكمية ثانوية - ولكن يمكن تقديرها - من معادن المنجنيز. الجوتيت

وهي عموماً تتحد مع الليمونيت. عموماً، كمية صغيرة من الكالسيت نلاحظ ملئها الفجوات المقوسة في العينات التي جمعت من المستوى الأعلى لكتلة الخام. كسور الحجر الجيري الحفري السيليسي توجد في هيئة بريشيا؛ هذه الكسور احتمال حدوثها بواسطة الحركة خلال عملية تمعدن الحديد وتؤدي كقنوات لبدء إحلال العروق لكسور الحجر الجيري والإحلال الجزئي للحفريات التي تحتويها.

٢- خام سهل التفتيت The Friable Ore

هذا النوع من الخام عادة ما يكون أصفر لامعاً ولكنه قد يتدرج إلى البني الداكن أو حتى أسود (نتيجة الإثراء مكانياً من المنجنيز) مع أحياناً مسحة من اللون الأزرق أو البنفسجي. الخام ناعم، سهل التفتيت ذو لمعان ترابي. معادن هذا الخام تتكون أساساً من الجوتيت والليمونيت مع كميات صغيرة من الهيماتيت، وبعض معادن المنجنيز في بعض الأماكن. يعتبر الجوتيت المكون السائد (٥٠ إلى ٨٠٪ من الخام) وينسب مع الهيماتيت شبكة رقيقة مسافتها الداخلية مملوءة بالليمونيت. الصفات الضوئية واللون للليمونيت تختلف كنتيجة لتغيرات محتوى الماء وحجم الحبيبات (كوك ١٩٣٦). الطبيعة غير المتبلورة للليمونيت قد تحققت من اختبارات أشعة أكس.

معادن المنجنيز، عندما توجد، غالباً ما تكون مسحوقاً أسود ترابياً يملأ الفجوات. نظراً لصعوبة تحضير مصقول جيد من هذا الخام السهل التفتيت، فمعادن المنجنيز يمكن فقط تعريفها من خلال اختبارات أشعة أكس و D.T.A. أما معادن الكبريتيدات فهي أساساً بيريت، والتي يمكن أن تكون حصوات كبيرة منتشرة. معدن الجلوكونيت هو الأكثر شيوعاً كمعدن شوائب، ونتج عن ذلك ازدياد قليل في نسبة

تتراوح في الطول من ٢, ٠ إلى ٣٥, ٠ مم (صورة ٦-٣). أحزمة الحبيبات الدقيقة تتكون غالباً من أيزوتروبيك غروي أو بزيلوميلين غير متبلور. جدران الفجوات تتكون من ليمونيت غير متبلور تم إحلاله جزئياً بالجوتيت: يأخذ الجانب المحذب لطبقات الليمونيت الغروي اتجاه معادن المنجنيز. بزيلوميلين يبدو وكأنه المعدن الأول الذي يترسب من مادة المنجنيز الهلامي، ثم أخيراً يفقد ماءه ويتبلور كبيرولولوزيت، أو نادراً جداً كمانجانيات. هذا المعدن الأخير إذا وجد يتغير جزئياً إلى بيرولولوزيت والتي تتكون على هيئة بللورات منشورية أو على شكل مغزلي (قطره ٤٥, ٠ مم) بشقوق مميزة عرضية؛ في مرحلة متوسطة من التغيير قد يبدو ذا لون متوسط بين لون بيرولولوزيت ولون المانجانيات. بزيلوميلين وبيرولولوزيت يمكن أيضاً أن يحل محل جوتيت على محيط الحبيبة أو البللورية؛ في مرحلة متقدمة من الإحلال مجموعات مستديرة من الجوتيت (أو الليمونيت) تبقى مدفونة في حقل أوسع من معادن المنجنيز.

معادن الكبريتيدات (كالكوبريت والبيريت) توجد على هيئة حبيبات دقيقة خلال الليمونيت أو في مركز كتلة الجوتيت الشبه كروية. الحدود المشتركة المتعرجة والتزامن الجوهري لكبريتيدات الحديد مع الليمونيت قد توضح العلاقة الجينية. في جانب هذا الفرض، وجود الغنى النسبي من الكبريتيدات بالقرب من الجزء السفلي من تكوين الخام عند اتصاله بالصخر الرملي لتكوين البحرية وهو المعروف باحتوائه على كثير من البيريت الذي يكون النسيج بين حبيبات الكوارتز.

الباريت والكوارتز مازالا الشوائب المعدنية الأساسية، وتوجد بنفس الطريقة كما في الخام المصمت الصلد. المواد الطينية يبدأ ظهورها في هذا النوع من الخام

الجلوكوتيت أو الكوارتز في أغلفة الجوتيت - ليمونيت. الأوليت الأصفر يتكون كلية من الجوتيت مع حافة خارجية من الليمونيت. ومن ناحية أخرى يتكون قليل من الأوليت كلية من الليمونيت. نواة الأوليت أو البيزوليت تكون من الكوارتز أو الجوتيت. مادة التماسك تتكون أساسًا من الكوارتز الحبيبي مع قليل من الجوتيت وبعض الهيماتيت.

في المستوى الأعلى لكتلة الخام عند اتصاله مع تكوين قطراني، يوجد البيزوليت أكثر تفلطحًا، ولخدا مشوه أو مقوس. عروق الهيماتيت والجوتيت تقطع خلال البيزوليت (صورة ٧-٢) أو تغزو بللورات الكوارتز مكونة كوبري بين البتزلوليت المتجاورة. بقع من الكالكوبيريت توجد غالبًا في حائط البيزوليت والأوليت.

التركيب الكيميائي لخام حديد الجديدة

الجدول التالي يوضح نتائج تحاليل العينات التكنولوجية التي جمعت ممثلة متوسط مكونات الأنواع الثلاث الرئيسية المكونة لخام الحديد بمنطقة الجديدة. من هذه التحاليل وأكثر من ١٧٠ تحاليل أخرى جمعت من حفر نظام ٢٠٠ متر مسافات بينية (محجوب وفوزي عامر - ١٩٦٤) بالإضافة إلى تحاليل عيتي للخام البيزوليتي (بسطا وحمزة عامر - ١٩٦٩)، أمكن الوصول إلى النتائج التالية:

أكسيد الألومنيوم في هذا الخام. وهو أيضًا المكون الأساسي للغطاء الطيني في الوديان والمتداخلات. الكوارتز يوجد إما على هيئة بللورات صغيرة في بقع الحديد أو مثل تجمع بللورات دقيقة جدًا مستديرة، والتي قد تظهر إلى حد ما في طبقات سداسية متحدة المركز من خام الحديد. لقد تلاحظ وجود كميات قليلة جدًا من السيديريت «siderite» وقطع دقيقة من السيريسيت «sericite».

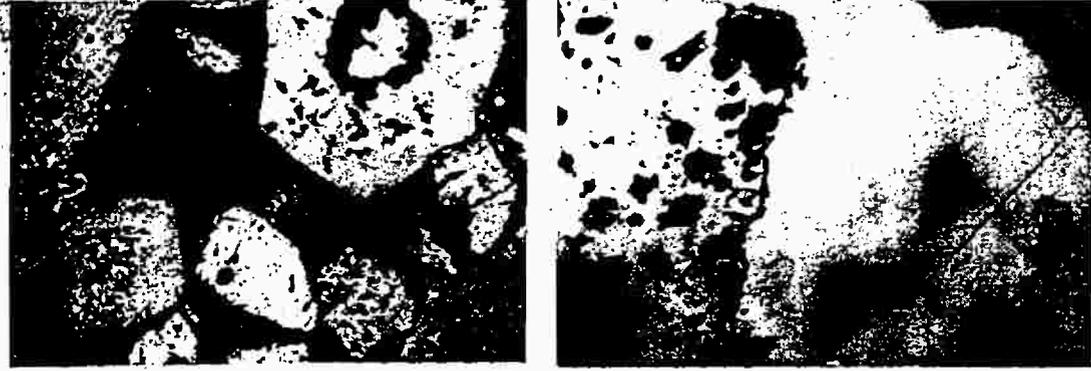
٤- خام بيذوليتي (بازلاني) The Pisolitic Ore

هذا الخام يحتوي على ٤٩ إلى ٥٠٪ حديد، ذو لون أصفر إلى بني مصفر، وذو نسيج أوليتي إلى بيذوليتي. يتراوح قطر الأوليتي من ٠.٤ إلى ١.٥ مم بينما يتغير البيزوليت كثيرًا في الحجم من ٢ إلى ١٤ مم. يتكون هذا الخام أساسًا من جوتيت، ليمونيت والكوارتز. الهيماتيت، الجلوكونيت والكلوريت الغنية بالحديد توجد بكميات صغيرة جدًا بينما معادن المنجنيز غائبة تمامًا. الأوليت والبيزوليت يتكونان على هيئة كروية، بيضاوية، أو مفلطحة، وأيضًا يتغيران في تكوينهما. تم ملاحظة نوعين أساسيين:

النوع الأول يتكون من تبادلات طبقات متركمة حول نواة من الجوتيت والليمونيت غير المتبلور (صورة ٧-١).

بينما النوع الآخر يتكون بالإضافة، من أغلفة رقيقة من الهيماتيت واحتمال احتوائها على تداخلات من

صورة - ٦ : منطقة الجديدة

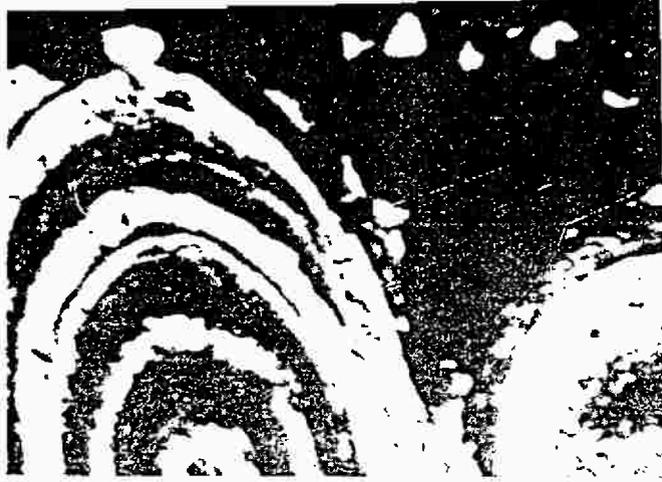


- ١- خام طبقى ذو فجوات: متكورات مستديرة (تقريباً) كاذبة من النمو المتداخل للجويت والهيمايت؛ تلاحظ وجود البلورات المعنى فى المسافات البيئية. ضوء منعكس، غمر فى الزيت. $50 \times$.
- ٢- ليبسندو كروسيت (رمادى فاتح) يكسو تجويفات صغيرة داخلية عند سطح التلامس مع الهيمايت (ابيض ومنقر)؛ حزام رفيع جدا من الجويت (رمادى داكن) يفصل المعدنين. ضوء منعكس، غمر فى الزيت. $150 \times$.



- ٣- نسيج غروى (يتكون من خطوط أو شرائط رقيقة) بمعادن المنجنيز؛ المنطقة الوسطى للشرائط الطويلة المشعة تتكون من البزليوميلين؛ المنطقة الخارجية تتكون من بيزولوزيت (أبيض) شكل كاذب بعد المانجنيت (رمادى داكن). ضوء منعكس، غمر فى الزيت. $50 \times$.

صورة - ٧ : منطقة الجديدة



١- عينة من الجزء العلوى للخام، جوتيت (ابيض) يكون اللب وكذلك الطبقات المتبادلة بالإضافة إلى الليمونيت فى جدران البيزوليت. بعض حبات الهيماتيت تظهر فى نسيج الكوارتز. ضوء منعكس، غمر فى الزيت. X ٥٠.



٢- عينة من الجزء الأعلى للخام؛ البيزوليت المشوه، عروق الجوتيت تقطع خلاله وتحل محل جدرانه جزئيا. ضوء منعكس، غمر فى الزيت. X ٥٠.

جدول رقم (٢١): تحاليل وتقسيم أنواع خام الحديد الجديدة - بسطا وعامر (١٩٦٩).

خام مصمت صلد عينة تكنولوجية من G11 (محبوب وعامر)	خام طبقات ذو فجوات عينة تكنولوجية من I13 (محبوب وعامر)	خام سهل التفتيت عينة تكنولوجية من E2 (محبوب وعامر)	خام بيزوليتي عينة من بئر الحفر K6 (بسطا وحمزة عامر)	خام بيزوليتي عينة من بئر الحفر I6 (بسطا وحمزة عامر)	
٠,٣٠	٠,٦٠	٢,٠٠	٠,٣٧	٠,٢٦	H ₂ O ⁻
١,٤٢	٢,٢٦	٦,٢٨	٧,٢٨	١٩,٥٤	Si O ₂
٦١,٢٧	٥٨,٧٤	٥٠,٠٠	٥٥,٨٦	٤٩,٠٠	Fe
٠,٩٧	١,٥٨	٢,٢٥	٠,٣٦	٠,٠٧	Mn
٥,٤٠	٩,٨٠	١٢,٣٠	١٠,٥٩	٩,٤٤	L.O.Ig.
٠,٥٢	٠,٤٨	٠,٨٣	n.d.	n.d.	Cl ⁻
٠,٢٠	٠,١٦	٠,٢١	n.d.	n.d.	P
٠,٦٥	٠,٤٤	١,٣٥	n.d.	n.d.	S
٤,٢٠	٨,٥٠	٩,٤٠	n.d.	n.d.	H ₂ O ⁺
n.d.	n.d.	n.d.	Trace	Trace	Al ₂ O ₃
n.d.	n.d.	n.d.	٠,٣٦	٠,٢٩	Ca O
n.d.	n.d.	n.d.	Trace	Trace	Mg O
n.d.	n.d.	n.d.	Trace	Trace	Ti O ₂

التوالى) أعلى قليلاً عما هي عليه في الخامات الطبقية ذو فجوات ولكنها أقل قليلاً عما هي في الخام سهل التفتيت.

٢- الخام الطبقي ذو فجوات يمكن اعتباره خاماً عاليًا إلى متوسط الجودة، تتراوح نسبة الحديد فيه بين ٥٠ إلى ٥٩,٧٪ (بمتوسط حوالى ٥٨٪ حديد) ولهذا السبب فهو يقع في الوسط بين الخام المصمت الصلد والخام سهل التفتيت. محتوياته من السيليكا (٢-٥٪ حديد) ولهذا السبب فهو يقع في الوسط بين الخام المصمت الصلد والخام سهل التفتيت.

١- الخام المصمت الصلد يمثل أعلى نسبة خام يحتوى على نسبة حديد يتراوح من ٥٩,٥ إلى ٦٤٪ (حوالى ٦١٪ في المتوسط). هذا النوع يحتوى على أقل من السيليكا (١-٢٪)، منجنيز (٧,٠-٢٪) وماء (٤-٦٪). الزيادة في نسبة الحديد بالمقارنة بأنواع الخام الأخرى والتقص الاستثنائي في كمية الماء تفسر حقيقة غالبية وجود الهيماتيت (بدلاً من الجوتيت أو الليمونيت) كمعدن خام حديد. نسبة الكلورين والكبريت (بالنسبة للملح والبريت على

إلى وجودها في البيزوليت نفسه. الفاقد بالحرق مرتفع نسبياً (حوالي ١٠٪ في المتوسط)، ونسبة الحديد تتراوح من ٤٩ إلى ٥٠٪. معادن الخام عبارة عن جوتيت، ليمونيت وكمية ثانوية من الهيماتيت. العناصر الأخرى (شاملاً المنجنيز) توجد إما بكميات ثانوية صغيرة جداً أو آثار.

منطقة الحره

موقع وطبوغرافية منطقة الحره

تمثل منطقة الحره جزءاً من الهضبة الشمالية الشرقية لمنخفض البحرية، وتقع بين خطى عرض 20° 28° و 27° 28° وخطى طول 02° 29° و 10° 29° (شكل - ١٧).

المنطقة مستوية عموماً فيما عدا جبل الحره البارز الارتفاع ٢٦٨.٩٣ متراً فوق منسوب سطح البحر، والمطل على منخفض البحرية. الجزء الجنوبي للمنطقة جنوب جبل الحره يعتبر الامتداد الطبيعي لمنخفض البحرية نحو الشمال الشرقى. الامتداد الشمالى لمنطقة الحره أعلى نسبياً من الجزء الأوسط. الحائط الشمالى الشرقى لمنخفض البحرية فى منطقة الحره يمتد بشكل منتظم ما عدا خلجان الحره، وهى الوادى الشرقى والوادى الغربى وأخايدها. يخترق الجزء الأوسط للمنطقة وادى كثير التفرع ممتداً من الغرب على سطح هضبة الحره متجهاً شرقاً حيث يزداد عمقا - حوالى ٢٥ متراً - حيث يصب ماءه فى الأخدود الشرقى (شكل - ١٧). كما توجد منطقة مستوية من ترسيبات الطمى «mud pan» شمال شرق الوادى المتوسط للمنطقة، يحدها شرقاً الهضبة الجيرية ذات طبوغرافية غير مستوية، تتميز بوجود عدد من التلال المخروطية حتى خط طول منطقة الحديد.

محتوياته من السيليكا (٢-٥٪)، ألومنيوم (٠.٤ - ٠.٥٪)، منجنيز (٠.٨ - ٤.٦٪) والماء (٤ - ٨.٥٪) نجدتها أعلى قليلاً عما هى عليه فى النوع السابق، بينما محتويات الكلورين والكبريت أقل نسبياً. حقيقة أن هذا النوع من الخام ثرى بالجوتيت كثيراً عن الخام المصمت الصلد يفسر الانخفاض القليل فى محتواه من الحديد والزيادة فى محتواه من الماء. النسبة المرتفعة إلى حد ما فى السيليكا والألومنيوم بالإضافة إلى المنجنيز يمكن أن ينسب ذلك لوجود فجوات صغيرة فى هذا الخام، مملوءة بالطين المغرّى ومعادن المنجنيز.

٣- الخام سهل التفتيت ذو تركيب كيميائى يختلف بوضوح عن النوعين السابقين. نسبة الحديد فى هذا الخام أقل كثيراً (يتراوح من ٤٥ إلى ٥٥٪) والمكونات الأخرى عموماً أعلى: أكسيد السيليكا (٥ - ١٢٪)، الماء المركب (٨ - ٩.٥٪)، الكبريت (٠.٤ - ٢.٤٪)، والمنجنيز (١ - ٤٪). نسبة الألومنيوم فى هذا النوع من الخام أعلى كثيراً أيضاً من أنواع الخام الأخرى تتراوح بين ٢.٠٠ و ٥.٠٠٪. يفسر ذلك بالدرجة الأولى لوجود المواد الطينية وبصفة خاصة الجلوكرنيت. حقيقة أن هذا الخام السهل التفتيت يتكون أساساً من الجوتيت والليمونيت غير المتبلور مع كميات صغيرة من معادن الطين واحتمال آثار من السيديريت تفسر ارتفاع الفاقد نسبياً عند الاشتعال والسيليكا المرتفعة، والانخفاض المنطقى فى نسبة الحديد.

٤- خام البيزوليت، تركيبه الكيميائى يظهر فى الجدول (العمودين الأخيرين). تركيب الخامات البيزوليتية يتميز بنسبة عالية من السيليكا على نحو استثنائى تصل ١٩.٥٪. يرجع هذا أساساً إلى وجود الكوارتز فى مادة النسيج بين البيزوليتات بالإضافة

استراتيجية مكاشف وحدات الصخور

السمك - مترا		
٢٥ - ٢٦.٥	أوليوسين	٥ - تكوين قطرانى
٣٧.٥	إيوسين أسفل	٤ - تكوين النقب (شاملا عضو حديد الجديدة)
٧.٥	طباشير أعلى	٣ - تكوين الهفوف (شاملا عضو حديد الحره)
٣٠٣.٨٧		٢ - تكوين الحيز
		١ - تكوين البحرية

مَيْكِيَّة، والطين عادة ما يكون مِلْحِيًّا وأحيانًا جِنْسِيًّا.

هذه الطبقات لا يوجد بها حفريات عمومًا، ولكن توجد بعض البقايا العضوية ممثلة في طبقات معينة وخاصة في طبقات الصخر الرملى الحديدى ذى اللون البنى الداكن.

القطاع النموذجى لتكوين البحرية يوجد بجبل الدست بجوار الحائط الغربى للواحة فى جزئها الشمالى، حيث تم قياسه بمعرفة كل من بول وبيدلى (١٩٠٣) وشترومر (١٩١٤)، وحيث يوجد مكشف أكبر سمك لتكوين البحرية حوالى ١٧٠ مترا (شكل - ١٨).

فى الجزء الشمالى الشرقى للواحة، تعلو هضبة الحجر الجيرى لعصر الإيوسين - بعدم تطابق - تكوين البحرية؛ فى الجنوب، وعلى امتداد الحائط الغربى حتى جنوب غرب منطقة جبل غرابى يوجد تكوين البحرية أسفل صخور تكوين الحيز. بينما يعلو فى الحائط الشرقى تكوين الهفوف حتى نقب جليت «Glit» (شكل - ١٤).

فما يلى موجز وصف هذه التكاوين لتتبع استراتيجية المنطقة وعلاقتها بالوضع الاستراتيجى لخام الحديد:

١- تكوين البحرية:

صخور هذا التكوين تمثل أقدم الرسوبيات فى الواحات البحرية. فهى تكون أرض منخفضة البحرية ومعظم أجزاء حائط الهضبة المحيط بالواحة، فالاسم «Baharijestuff = تكوين البحرية» أعطى لأول مرة لهذه الرسوبيات بمعرفة شترومر (١٩١٤).

أول تسجيل لوجود صخور السينومانى فى الواحات البحرية كان بعد تعريف مجموعة الحفريات التى جمعها بيدلى من البحرية (١٨٩٧).

يشتمل تكوين البحرية على صخور رملية ورمال سهلة التفتت، ذات تطابق كاذب، متعددة الألوان «مرقشة = variegated»، حبيباتها تتراوح بين دقيق ومتوسط الحجم، تصحبها طبقات رقيقة حديدية جامدة ذات اللون البنى الغامق، وتتبادل مع طفلة رملية وطين، تنتمى عبر كثير من التدرج. بعض صخور الحجر الرملى

١- عضو الحجر الرملي الأسفل

Lower Sandstone Member

هذا العضو يكون أقدم الطبقات في تكوين البحرية، ويعلوه العضو المرقش الأسفل متعدد الألوان. يظهر مكشف هذا العضو بجبل الحره تحت نقطة المثلثات ٩٣، ٢٦٨، مترا، والتي تشغل قمة التركيب المحذب لجبل الحره.

الطبقات الطينية التي تعلو عضو الحجر الرملي تميل بعيدًا بحدية تجاه الغرب والجنوب والشرق على وجه الجزء السفلى من جبل الحره الرأسى؛ حتى تصل إلى مستوى أرض منخفض الواحات حيث تبدو للناظر من فوق جبل الحره، وكأنها حلقات تحيط بالجبل على هيئة مروحة جميلة بألوانها المرقشة على وجه هذا الجبل. بزواية تختلف من ٧° إلى ٣٠°، ولكن قد تصل ٦٠° في بعض الأماكن، (شكل - ١٧).

صخور هذا العضو لم توجد فيها حفريات، غير مكشوف قاعه، يصل سمكه في الأخدود الشرقى ٩٠ مترا، بينما سمكه على الوجه الجنوبي حوالى ١١٣ مترا.

يتكون عضو كتلة الحجر الرملي هذا من حجر رملي كاذب الطبقي، أصفر إلى رمادى، ذى حبيبات متوسطة، سهل التفتت، متقاطع الطبقات، ذو شقوق، الجزء العلوى منه ذو حبيبات متوسطة إلى خشنة، صلدة وكتلية. فى الوسط توجد عدسات ذات اللون الأصفر الليمونى من الحجر الرملي سهل التفتت، وكذلك عدسات الحجر الرملي الأرجوانى. كما توجد جيوب بيضاء من الباريت. مع ملاحظة أن طبقات الصخور الرملية والرمل الطينى الموجود على هيئة شكل المروحة على وجه الجبل تعتبر الطبقات الأحدث لهذا العضو. المظهر العام لتكوين وسحنة عضو كتلة الصخر الرملي يوحى بترسيب هذا العضو فى مصب الأنهار.

لقد تم تقدير العمر السينومانى لتكوين البحرية على أساس الحفريات، التى جمعت من طبقاته الرملية الحديدية وكذلك الفقاريات، التى تم تعريفها بمعرفة بلانكنهورن (١٩٠٣، شترومر (١٩١٤) وعضو (١٩٦٣).

رغم كون هذا التكوين غير حفري، إلا أنه توجد بعض البقايا العضوية فى طبقات حديدية وبصفة خاصة فى طبقات الحجر الرملي الحديدى على هيئة كتل متحجرة حديدية «ferruginous concretionary sandstone»، ومن أنواع الحفريات المعروفة «إكسوجايرا - Exogyra» والتى تكثر وتتجمع فى بعض الطبقات، كما توجد عظام وفقاريات الدينوصورات والسلفحفاة، أسنان الأسماك ونباتات فى مكشف صخور تكوين البحرية. وفيما يلى الحفريات التى تم تعريفها:

Ostrea conica, O. isidis, O. suborbitulata O. deletri, Plicatula sp. Niadina sp. Ostrea rouvillei, O. delgadoi, Corbula sp., Cyprena sp., Venus reynesi, Cardium sp. Isocardium sp., Ceretheum sp., Shark - teeth, Dinosaur-Vertebrae, and plant remains.

فى دراسة تفصيلية للمؤلف (١٩٧٠-٢٠٠٤) على منطقة الحره بالحائط الشمالى الشرقى للواحة، أمكن تقسيم تكوين البحرية إلى أربعة أعضاء، فيما يلى تتابعها من أسفل إلى أعلى (شكل - ١٨):

- ١- عضو الحجر الرملي الأسفل (سمكه = ١١٣ مترا).
- ٢- العضو المرقش الأسفل (سمكه = ٦٦, ١٤٣ مترا).
- ٣- عضو الحجر الرملي الأوسط (سمكه = ٢٥ مترا).
- ٤- العضو المرقش الأعلى (سمكه = ٢١, ٢٢ مترا).

وفما يلى موجز لصخور هذه الوحدات:

الطبقة السفلى عبارة عن رمال بيضاء. هذه الطبقة السفلى يمكن اعتبارها امتداداً للطبقات العليا من عضو الحجر الرملي نتيجة لتغيير بيئة الترسيب.

على امتداد الحائط الغربى نحو الشمال تنكشف الطبقات العليا لهذا العضو بسمك قليل حوالى ٦-٨ أمتار، بها حفرة *Ostrea conica* ونطاقات رقيقة بها عظام عند قاع الوادى.

خير مكشف للطبقات العليا لهذا العضو يوجد غرب نقب الحرة (X₁، شكل - ١٧). هذه الطبقات العليا تتكون من تبادلات طبقات الحجر الرملي والطين الرملي ذات الألوان المختلفة تتخله نطاقات من الحديد، والنطاقات الحديدية الحاملة للمحارات مثل: *Cardita* *sp. Ostrea isidis*, *O. suborbiculata*, *O. conica* وقطع من العظم، أسنان القرش، وحفريات أخرى غير جيدة الحفظ. فى الوسط تقريباً توجد طبقة طين، رمادية، سوداء على سطح التعرية ويوجد بها عصى سوداء وصفراء من بقايا النبات، أسفلها طبقة (٩٠ سم) بنية من الطين الحديدى، بها محارات غير جيدة الحفظ، ومدفون فيها فقرات؟ ديناصور؟ تم إرسال ستة فقرات منها متتالية للمتحف الجيولوجى بالقاهرة والباقي مازال بالطبقة بالقطاع X₁. هذه الطبقة العظمية احتمال تكافئ طبقة شترومر رقم «7L» فى قطاع الدست (انظر شترومر شكل - ١٨).

أسفل نقب الحرة يوجد تل منخفض به طبقتان ريفعتان تحتشد فيهما *Ostrea conica*. طبقة الكونيك، وهذه تميل بمقدار ٣° تجاه الغرب، وتوجد أيضاً بأرضية منخفض البحرى على امتداد الطريق إلى البويطى شرق فجة الحرة. السمك الكلى لهذا العضو يساوى ١٤٣.٦٦ متراً.

Lower Variegated Member

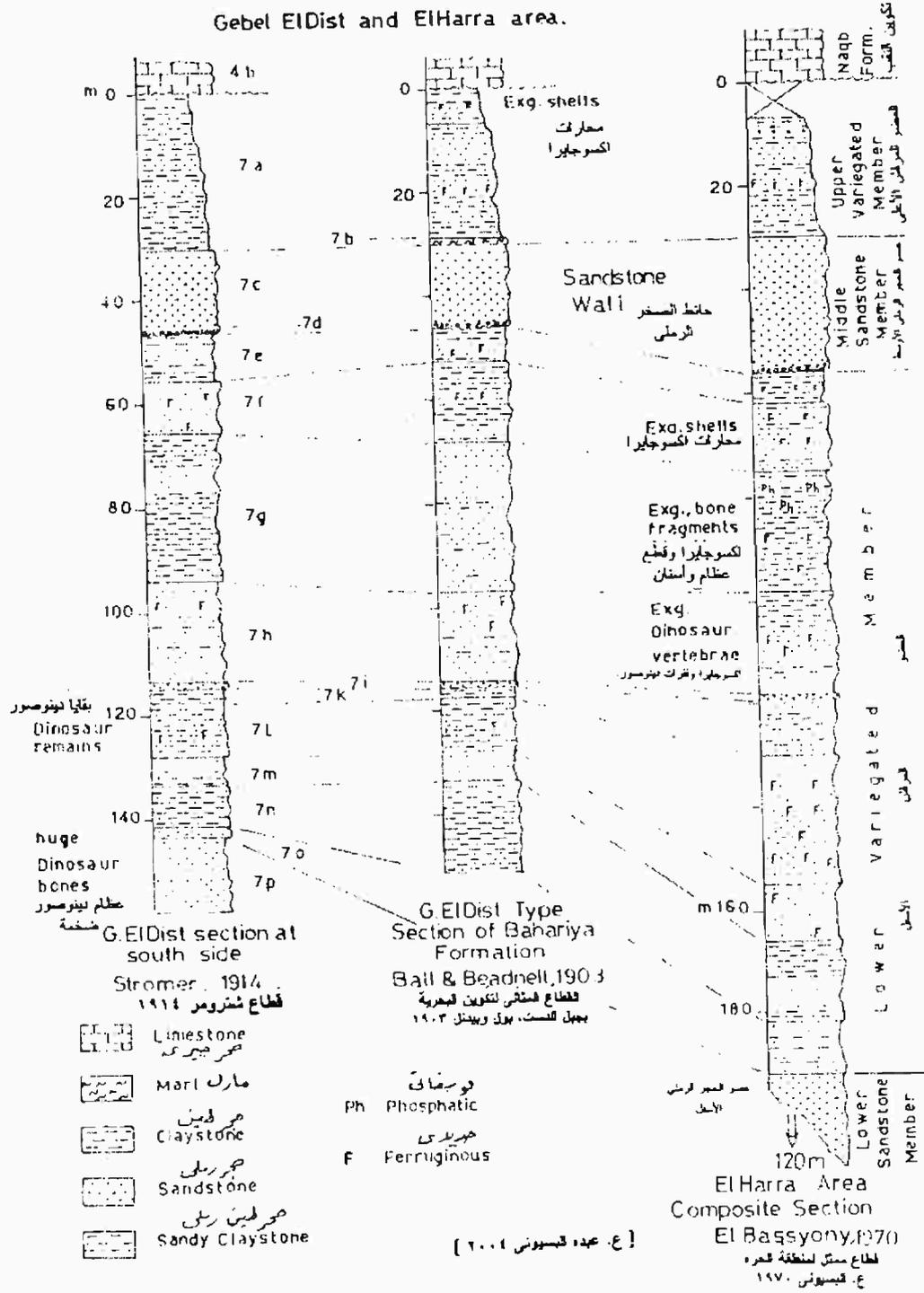
يعتبر هذا العضو أقدم طبقات حفريات الأوكسوجايرا «Exogyra» فى تكوين البحرى تظهر فى الواحات البحرى. حفريات الأوكسوجايرا تتجلى بكثرة فى طبقاتها الحد الفاصل بين هذا العضو وعضو الصخور الرملية أسفله استتاجى على خريطة الحرة (شكل - ١٧)، وذلك لتعرية الطبقات الفاصلة خلال الحور الشرقى وفى الجنوب، بينما على الجانب الغربى فإن طبقات هذا العضو قد تصدعت وقذفت فى مقابلة جبل الحرة. فقط خلال فرع للحور الشرقى توجد طبقات هذا العضو مستقرة على عضو الصخور الرملية أسفلها. لقد أشار هيوم إلى أن شترومر (١٩١٤) أول الرواد الذى جمع نوعين من المحار فى نطاقين من طبقاته «7H»، هما: *Ostrea aff. Delgadoi*, *Ostrea silica* Lam.

هذا العضو يتكون من مجموعة من الرمل والحجر الرملي الحديدى، الطفلة والطين الرملي. كما يلاحظ تكرار وجود النطاقات الحديدية الرفيعة ذات اللون الأحمر، أحمر بنى، وغامق. وهذه النطاقات غنية جداً بحفريات لا فقارية، وفى بعض الأجزاء تشتمل على بقايا فقارية. نحو قاع قطاع هذا العضو توجد الطينة كربونية أحياناً وتحتوى على بقايا نبات وأخشاب حفرة.

القطاع المثالى للطبقات السفلى لهذا العضو تنكشف عند نتوء الهضبة بالحور الشرقى بالموقع X₁₂ (شكل - ١٧). تتميز هذه الطبقات قرب الوسط بانتشار أجزاء من الخشب السيليسى وأوراق نبات، وكذلك بقايا نبات كربونية سوداء اللون، كما يوجد طابع النبات على صخور الرمل. الطبقة السفلى من هذا القطاع سمك ٩.٩٠ متراً عبارة عن تبادلات من الطين الرملي والحجر الرملي، بعض النطاقات الرملية دقيقة الحبيبات والأخرى خشنة وسهلة التفتت، والجزء العلوى من

شكل ١٨ : مقارنة تكوين البحرية علي امتداد جبل الدرست ومنطقة الحرة [ع. عبده السبوسني ٢٠٠٤]

Fig18 - Correlation chart of the Bahariya Formation along Gebel ElDist and ElHarra area.



منخفض البحرية ولكنه لا يوجد في جبل القصعة.
انتهى لبلنج (١٩١٩) إلى أن طبقة شترومر «7C»
ترسبت في مياه الأنهار حيث وجود التطابق الكاذب في
هذا العضو يشير إلى الترسيب في مياه جارية.

هذا العضو يعلو - بعدم تطابق - العضو المرقش
الأسفل. على وجه العموم، فإن الطبقات العليا للعضو
المرقش الأسفل تميل ٢° تجاه الشمال، بينما فاصل قاع
عضو الصخر الرملي الأوسط أفقيًا. في بعض الأماكن
زاوية ميل الطبقات العليا للعضو المرقش الأسفل تصل
٦° جنوب شرق، بينما فاصل قاع عضو الصخر الرملي
الأوسط يصل ٤° جنوب شرق، ولكن هذه نتيجة
لقربها من الفائق 'CC' في شمال الحافة الغربية لمنطقة
الحره. وعلى كل حال، فإن عدم التطابق الزاوي
'angular unconformity' يمكن تتبعه بوضوح شمال
حافة الهضبة الغربية لمنطقة الحره على امتداد جانبي خور
الموقع X2 (شكل - ١٧)، حيث يعلو العضو الأوسط
- بعدم تطابق - الطبقات المائلة للعضو المرقش
الأسفل.

بجانب عدم التطابق الزاوي، فإنه يوجد في بعض
الأماكن، طبقة رقيقة من الكونجلوميرات مكونة من
شظايا خام حديد عند قاع عضو الصخر الرملي الأوسط
بسمك يتراوح بين ٢٠ - ٥٠ سم، في طبقة صفراء
تحتوي على نسبة عالية من أكسيد الحديد ذي اللون البني
الغامق، ذات قاع متموج. في هذه المنطقة، توجد قضبان
رأسية جامدة من صخر الحديد قطرها ٥ سم، ذات
تركيب متحد المركز. هذه القضبان الحديدية تذكرنا
بتلك التي توجد في الجبل الأحمر بمدينة نصر - القاهرة،
تدعو للتفكير في هجرة الحديد مع محاليل المياه الحارة
ذات الأثر في تكوين المعادن «Hydrothermal
spolution». طبقة الكونجلوميرات هذه تنقسم إلى
طبقتين بينهما طبقة رقيقة من السيلت (صورة - ٨).

فيما يتعلق بوجود الفقاريات والنبات، والمحار، فإنه
يمكن القول بأن طبقات هذا العضو قد ترسبت في بيئة
نهرية بحرية «fluviomarine»، بينما طبقة المحار في
الجزء العلوي فإنها تشير إلى ترسيب بحري واضح.

٢- عضو الحجر الرملي الأوسط

Middle Sandstone Member

هذا العضو يتمثل في نطاق يتوسط النصف الشمالي
من حائط منخفض البحرية المحيط بها. وهو يتكون من
صخور رملية - لا توجد بها حفريات - أبيض إلى
رمادي، أصفر اللون على سطح التعرية، ناعم الحبيبات،
سهل التفتيت، متقاطع التطابق ومتشقق. قد توجد قطع
الطين الرقيقة. عند القاع - أحيانًا - توجد طبقة رقيقة من
الرمال الجلوكونيتية خضراء اللون إلى اللون الداكن سهلة
التفتيت إلى سفياء، بها عقد صغيرة من الكوارتزيت.

تتم عملية ترسيب السيليكا خلال الشقوق
والفواصل فتعطي الرمل الكوارتزيتي لون حرق الشمس
الأسود. تحدث عملية ترسيب الحديد خلال مستويات
طبقات التقاطع. عقد من أكسيد الحديد والمنجنيز توجد
منتشرة، وبصفة خاصة في المستوى الأوسط، وعند قمة
التلامس مع العضو الأعلى. فوق وتحت هذا المستوى
يظهر سطح التعرية محببًا نتيجة لوجود عقد الكوارتزيت
المقاومة لعوامل التعرية. هذه العقد تتراوح من صغيرة
الحجم إلى كُوْر كوارتزيت (نادرة)، قطرها ١ سم إلى ٦
سم. تملأ الأملاح الفجوات، والتي قد تذوب في بعض
الأماكن فتعطي سطحًا ذا فجوات لعضو الصخر الرملي
هذا.

هذا العضو يتراوح في السمك بين ٧ أمتار إلى ٢٥
مترًا. وهو في الحره يتساوى وطبقة شترومر رقم «7C»
بجبل الدست؛ حيث يصل سمكه ١٠-١٥ مترًا. هذا
الحائط الصخري يمكن رؤيته لمسافة كبيرة حول



صورة ٨- : طبقة كوينجرميرات عدد قاع عضو الصخر الرملي الأوسط لتكوين البحرية،
تقسم هنا إلى طبقتين بينهما سيلات وطين رملي، حصوات خام الحديد تظهر
في الطبقة الأسفل الرقيقة. الأضبان الراسبية لصخر الحديد (أنايب حديد)
ذات التركيب متحد المركز تظهر في الطبقة الأعلى.

الأوسط، حيث يتفق ميل طبقات هذا العضو وميل مستوى التلامس لقاع عضو الصخر الرملي الأوسط. توجد عادة كونجلوميرات متخللة الطبقات العليا لهذا العضو. هذه الكونجلوميرات توضح عدم الترسيب دون التغيير في البيئة الحيوانية والنباتية « diastem conglomerate » وبدون فجوة تعرية ذات قيمة.

ويمقارنة هذا العضو في منطقة الحره مع قطاعه المثلثي في جبل الدست، فإننا نلاحظ هنا الاختفاء الكامل في منطقة الحره للطبقات الحاملة للحفريات:

Ostrea Africana, O. flabellate, O. mermeti, Bacculites sp., Natica vibrayeanus.

ومعنى هذا - إما أن الطبقات العليا الحاملة للحفريات بهذا العضو تعرضت للرفع والتعرية في منطقة الحره بعد ترسيبها - أو أنها كانت متذبذبة بين الارتفاع والانخفاض وقت كانت ترسب في منطقة الدست باستقرار نوعا ما. وهذا يفسر وجود الكونجلوميرات متخللة الطبقات في المستوى الأعلى لهذا العضو في منطقة الحره.

سمك هذا العضو قليل نوعا ما، ويتراوح بين ٣ - ٢٢.٢١ مترا في القطاع X2 (شكل - ١٧). الطبقات السفلى لقطاع هذا العضو تبدو أكثر رملية نزولا إلى أسفل باتجاه عضو الصخر الرملي الأوسط، مع تداخلات من الطين الرملي، وبدون أن تظهر أى من الكونجلوميرات المتخللة للطبقات كما في المستوى الأعلى. ومعنى ذلك أن هذا العضو يتطابق مع العضو الرملي الأوسط أسفله.

في اتجاه الشمال الغربى من القطاع X2، نجد هذا العضو قد كشط بالتعرية ووصل السمك إلى حوالى ثلاثة أمتار في القطاع X9، حيث، يوجد على هيئة طفلة

في بعض الأماكن توجد طبقة الكونجلوميرات ذات شظايا الحديد في طبقة من السيلت البنى بسمك ٢٥ سم عند قاع الصخر الرملي الأوسط، تصحبها بقايا نبات وعظام. هذه الطبقة تكافئ طبقة شترومر «7d» في جبل الدست (شكل - ١٨). كونها ذات شظايا يؤكد فكرة وجود فجوة الترسيب. هذه الفجوة تفصل بيئة ترسيب النهر البحرى والتي فيها ترسب العضو المرقش الأسفل من بيئة الترسيب النهري لعضو الصخر الرملي الأوسط غير الحفرى.

٤- العضو المرقش العلوى

Upper Variegated Member

هذا العضو يمثل عضو القمة في تكوين البحرية، يعلوه الحجر الجيرى لتكوين الحيز بالجزء الشمالى. من حافة الهضبة الغربية لمنطقة الحره. وعلى امتداد حافة الهضبة باتجاه الغرب، نجد الطبقات العليا لهذا العضو وقد كشطت بعوامل تعرية ما قبل الإيوسين. لذلك نجد الحجر الجيرى للإيوسين يعلو - بعدم تطابق - الطبقات السفلى لهذا العضو، بل نجد عوامل التعرية قد أطاحت بكل العضو المرقش العلوى حتى عضو الصخر الرملي الأوسط، كما يتضح ذلك في أعلى الوادى الغربى وغرب الموقع X9 (شكل - ١٧).

يتكون هذا العضو من تبادلات طبقات، الحجر الرملي متعدد الألوان، السيلت والطين الرملي. بخلاف العضو المرقش الأسفل، فإن النطاقات الحديدية ذات اللون البنى الغامق غير حفريه هنا. كما أن العقد الكوارتزية تعطى لسطح الطبقة الرملية الصفة الحبيبية نتيجة للتعرية التفاضلية للحبيبات الغنية بالسيليكا من الحبيبات الخالية من السيليكا.

هذا العضو يتطابق مع عضو الصخر الرملي

- الوحدة العليا تمثل الجزء العلوى من حائط الواحة المحيط بها. وتتكون من العضوين الأعلىين، هما: عضو الصخر الرملى الأوسط غير الحفرى والعضو المرقش الأعلى.

أثرت بشدة عوامل التعرية في ما قبل الإيوسين على شمال الواحات البحرية إلى درجة أن كل عضو من تكوين البحرية نجده محفوظا إما على مسحوب فالتق أو على جانب تركيب محذب، بحيث يميل بعيدا عن قمة التركيب، كما هو موجود على الجانب الشمالى للمحذب عضو الصخر الرملى الأسفل بمنطقة الحرة (محذب جبل الحرة، شكل - ١٧). لذلك لا يوجد قطاع كامل يمثل تكوين البحرية في موقع واحد في شمال شرق الواحات البحرية كما هو موجود في جبل الدست.

اعتبر سعيد (١٩٦٢) قطاع بول وبيدندل (١٩٠٣)، القطاع النموذجى لتكوين البحرية. في هذا القطاع، تمت دراسة ليثولوجية الصخور بكل طبقة، ولكن حفريات الإكسوجايرا «Exogyra» الموجودة في الطبقات الحديدية لم تذكر بشكل تصنيفى «systematically»، فقد تم ذكر الحفريات الموجودة في كل وحدة (unit) بدون الإشارة إلى الطبقة الحاملة للحفريات التي جمعت منها.

درس بلانكنهورن (١٩٠٣) الحفريات التي جمعت من قطاع الدست واعتبرها من العمر السينومانى الأسفل؛ عرف بلانكنهورن الحفريات الآتية:

Exogyra flabellate, *Cuculaea* sp.,
Exogyra mermeti, *Odostomopsis abeirensis*,
Natica sp., *Neolobites vibrayeanus*, *Venus*
(*Artemis*?) sp., *Baculites* (*Syriacus*?) sp.

لقد قارن شترومر (١٩١٤) قطاعه مع قطاع بول وبيدندل (١٩٠٣) بجبل الدست، حيث أشار إلى وجود

رملية تعلوها طبقة من الكونجلوميرات بسماك ٩, ١ مترًا. في اتجاه الغرب من هذا الموقع الأخير تم تعرية العضو المرقش الأعلى تمامًا حيث تعلو صخور الحجر الجيري الإيوسينى - بعدم تطابق - عضو الصخر الرملى الأوسط غير الحفرى.

من الشكل العام للترسيب ومن صفات سحنات هذا العضو المرقش الأعلى يمكن القول من أن هذا العضو قد ترسب في بيئة نهريّة بحرية «fluviomarine»، حيث أن بيئة دلتا النهر للعضو الرملى الأوسط قد غمرتها تدريجياً مياه بحر السينومانى الأعلى خلال استمرار هبوط المنطقة.

مناقشة عامة على تكوين البحرية

يغطى تكوين البحرية قاع الواحات البحرية والجزء الأكبر من حائط الهضبة وأجزاء في منطقة الجديدة، وكذلك المنخفض على امتداد غاطس محذب البحرية على الهضبة الشمالية الشرقية بين منطقتى غرابى والحرة. طبقة الكونجلوميرات في الحرة المكافئة لطبقة شترومر 7d (شكل - ١٨) في جبل الدست، عند تلامس قاع العضو الرملى الأوسط وصفاتها غير المستديرة تؤكد وجود فترة توقف زمنية في الترسيب. هذا التوقف يفصل بين البيئة النهريّة والتى ترسب خلالها العضو المرقش الأسفل من بيئة الترسيب دلتا النهر لعضو الصخر الرملى الأوسط غير الحفرى. وهذا ما دعى المؤلف (١٩٧٠) لتقسيم تكوين البحرية في منطقة الحرة إلى وحدتى ترسيب بينهما عدم تطابق زاوى:

- الوحدة السفلى تمثل الجزء الأكبر من تكوين البحرية، وتتكون من العضوين الأسفلين لتكوين البحرية، هما: عضو الصخر الرملى الأسفل والعضو المرقش الأسفل.

سينومانى، والذي تم تحديده بمعرفة بلانكنهورن بعد تعريفه للحفريات التي جمعت بمعرفة بيدنل (١٩٠٢) ولكنه يرى أن *Ostrea cfr. Delgadoi* and *Protocardia miles* تشير إلى مستوى أعمق، كما وأن *Ostrea Conica* موجودة حاليًا في التربة الصلصالية الإنجليزية «in the English Gault».

لقد درس شترومر بقايا الحيوانات الفقارية والتي جمعها من تكوين البحرية بجبل الدست، وأعطاهما العمر بلأزيان «Bellasian». لقد أظهرت بقايا الفقاريات الموجودة في تكوين البحرية علاقة شبيهة بالتي وجدت في طينة دجاو (بجنوب تونس)، وفي سحنة مشابهة لتلك بتكوين البحرية. بقايا الفقاريات المشابهة في دجاو «Djoa» وجدت أسفل الحجر الجيري للسينومانى وبها: *Ostrea flabellate*, *O. columba* and *O. Olisiponensis* لقد أعطى هوج «Haug» العمر أبتيان لطينة دجاو، والتي اقترحها أيضًا شترومر كعمر لتكوين البحرية.

شترومر قارن تكوين البحرية بالطبقات في البرتغال والتي درسها تشوفات «Choffat» بالقرب من ليزبون «Lisbon». لقد أعطى تشوفات عمر ما قبل السينومانى لترسيبات ليزبون. وبناءً عليه استنتج شترومر إلى أن هذا التكوين يمكن أن تكون له علاقة بالموجودات الأخرى بالبحر المتوسط، ولهذا يرى شترومر أن عمر تكوين البحرية سينومانى أسفل على الأقل.

عوض وفوزى (١٩٥٦) نَصَّ على أن جزءًا من السينومانى الموجودة في مصر يلي مباشرة صخور الرمل النوبى. لقد قدما جداول مقارنة للحفريات في قطاعات

توافق جيد بين القطاعين، فقط وجد بول وبيدنل طبقات أكثر بها حفريات لافقارية بينما وجد شترومر طبقات أكثر بها بقايا فقاريات. كما قام المؤلف (١٩٧٠) بعمل مقارنة بين القطاع المركب لتكوين البحرية بمنطقة الحرة وقطاعى بول وبيدنل وشترومر في جبل الدست، ورغم كون المنطقتين متباعدتين عن بعض وبالرغم من التغيير السريع المتوقع في سحنة الصخور والتغيير الجانبي لترسيب النهر بحرى، إلا أنه جاء التوافق بدرجة جيدة بين المنطقتين كما هو مبين على الشكل - ١٨.

في جميع الحالات، طبقة شترومر 7d هى طبقة كونجولوميرات، تقسم تكوين البحرية إلى وحدتين سفلى وعلوى. الطين الطفلى العلوى ذو السمك ٧.٤ مترًا والذي به الطبقات الحديدية الحاوية على محار الإكسوجايرا في جبل الدست، لا توجد في رسوبيات العضو المرقش الأعلى بمنطقة الحرة. وقد يعزى ذلك إلى: إما أن الطبقات العليا (٧.٤ مترًا) الحاملة لمحار الإكسوجايرا قد تعرضت للارتفاع والتعرية بعد الترسيب، أو أن منطقة الحرة كانت منطقة تركيبية متذبذبة بين الارتفاع والانخفاض بحيث كانت الظروف غير ملائمة لترسيب مثل هذه الصخور وقت أن كانت هذه الصخور الحاملة للإكسوجايرا ترسب في منطقة الدست باستقرار نوعا ما. ويتضح ذلك من وجود الكونجولوميرات متخللة طبقات المستوى الأعلى للعضو المرقش الأعلى في الحرة.

شترومر (١٩١٤) ناقش العمر الذى أعطى لهذا التكوين بمعرفة بول وبيدنل (١٩٠٣، unit-7) أو ما يكافؤها تكوين البحرية. لقد وافق شترومر على العمر

للسينوماني الأعلى. ومن ناحية أخرى *Ostrea rouvillei* والتي جمعت بمعرفة شترומר، مركجراف «Marckgraf»، والمؤلف، وجدت في طبقات تتخلل الطبقات الحاملة لبقايا الديناصور، والتي تنتمي إلى السينوماني الأسفل.

لقد تلاحظ وجود الأويستر «Oysters» عمومًا في العضو المرقش الأسفل في منطقة الحره، موضحًا أن الظروف المناسبة لوجود «*Ostrea africana*» كانت متاحة بداية من قاع القطاع. لذلك، فإن ظهور *Ostrea africana* and *Neolobites* في العضو المرقش الأعلى فقط يوضح أن هذا هو الزمن لظهور هذه الحفريات، وأن الاختلاف في السحنة ليس العامل الأساسي لظهور هذه الحفريات. وعلى الجانب الآخر *Ostrea deletrei* & *O. isidis* توجدان في العضو المرقش الأسفل والأعلى. لذلك يمكن تقسيم تكوين البحرية إلى وحدتين بعدم تطابق بينهما، عمر الوحدة السفلى سينوماني أسفل، والوحدة العليا سينوماني أعلى، وفيما يلي جداول مقارنات الحفريات؛ ٢٢، ٢٣، ٢٤.

من الجزائر ومن مصر (الواحات البحرية، سيناء، والصحراء الشرقية، وتوصلا إلى النتائج التالية: *Ostrea africana Lamark and Neolobites sp.* يبدأ ظهورها معا (قارن حفريات - فورتو ١٩٠٣ «وادي عسكر البحرى»، هيوم ١٩١١ «وادي حواشية، وادي قنا»، لافيت ١٩٣٩ «باتنا، أريز - أوريث، الجزائر»). مصاحبًا لهاتين الحفريتين وجدنا دائمًا - أى عوض وفوزى - هذه الحفريات: *Heterodiadema libycum* Desor & *Hemiaster pseudaforneli* Peron & Gauthie

هذه الحفريات تبدو ممثلة لمستوى معين في السينوماني (المستوى رقم ٣ قطاع المنشرح ومكافؤه العضو المرقش الأعلى بالبحرية). هذا المستوى أُعطيَ أعمارًا مختلفة بواسطة كتاب مختلفين. ومع ذلك طبقا للافيت، فهو ينتمي إلى السينوماني الأعلى وعوض وفوزى على اتفاق تام معه.

عوض وفوزى، وصفا *Ostrea rouvillei* مع *Neolobites*، وطبقًا لنتائجها، هاتين الحفريتين تنتميان

جدول مقارنة الحفريات (٢٢)

العمر المقترح بمعرفة المؤلف (١٩٧٠-٢٠٠٤)	العمر بمعرفة المؤلفين السابقين	الحفريات التي تم تعريفها من تكوين البحرية	السمك م.	أعضاء تكوين البحرية		المنطقة
سينوماني أعلى	سعيد وعيسوي (١٩٦٤)	Ostrea Africana, O. isidis, O. mermeti, Baculites sp., Arca sp., Cyprena sp., cucullaea sp., كسر عظام، أسنان سمك ونجو متحجر (روث الأحياء المائية متحجر)	٧٦.٥٦	العضو المرقش الأعلى	الوحدة العليا	X ١٠ على الشكل II سعيد وعيسوي (١٩٦٤)، جنوب شرق جبل غرابي
		صخر رملي مع تداخلات من الطين وكتل حديدية متحجرة	١٥	عضو الحجر الرملي الأوسط		
	أسفل	القاع، أحزمة رملية كثيرة الألوان تحتوي على: Ostrea conica, O. mermeti Nuculaea sp., & Pyrazus sp.		العضو المرقش الأسفل	الوحدة السفلى	

المصدر: البسيوني ١٩٧٠.

جدول مقارنة الحفريات (٢٣)

المنطقة	أعضاء تكوين البحرية	السمك «م»	الحفريات التي تم تعريفها من تكوين البحرية	العمر بمعرفة المؤلفين السابقين	العمر المقترح بمعرفة المؤلف (١٩٧٠-٢٠٠٤)
منطقة الجره الواحات البحرية شكل ١٨- البيوني ١٩٧٠- ٢٠٠٤	الوحدة العليا	٢٢	طين وطين رملي مع أحزمة حديدية جامدة	بلانكنهورن (١٩٠٣)، بول وييدنل (١٩٠٣)، شترورمر (١٩١٤)	سينومانى أعلى
		٢٥	حائط من الصخر الرملي، أصفر، ناعم الحبيبات، ذو تطابق كاذب.	سينومانى	
	الوحدة السفلى	٠,٢٥	حزام حديدي من البريشيا بنى داكن، رملي، مع كسر عظام وبقايا نبات:	أسفل	
			عدم تطابق		
			محارات الإكسوجايرا، Ostrea conica, O. isidis, O. suborbiculata, O. deletrei, Plicatula, Nyadina, O. rouvillei, O. delgadoi, Venus reynesi, Corbula, Cyprina sp., Cardium sp., Isocardium sp., Cerithium sp., Dinasaour? Vertebrae, shark- teeth & plant remains		سينومانى أسفل

المصدر: البيوني ١٩٧٠.

جدول مقارنة الحفريات (٢٤)

العمر المقترح بمعرفة المؤلف (١٩٧٠-٢٠٠٤)	العمر بمعرفة المؤلفين السابقين	الحفريات التي تم تعريفها من تكوين البحرية	الاسم	أعضاء تكوين البحرية	المنطقة
سينوزيماني أعلى إلى	بلانكنهورن (١٩٠٣)، بول دييدنل (١٩٠٣)، شترور (١٩١٤) سينوماني أسفل	<i>Cucullaea sp., Arca sp., Exogyra flabellata, E. mermeti, Venus (Artemis?) Odostomopsis abeihensis, Natica sp., Baculites (Syriacus?) & Neolobites vibrayeanus.</i>	٧.٤	العضو الرقش الأعلى	الوحدة العليا بول وييدنل (١٩٠٣)، شترور (١٩١٤) قطاع اللدست - الواحات البحرية شكل ١٨ -
		طفلة وصخر رملي سهل التفتت، مع أحزمة حديدية جامدة	٢١		
		حائط صخر رملي ذو تطابق كاذب، ناعم الحبيبات، أصفر.	١٥	العضو الحجر الرمل الأوسط	
		بريشيا جامدة صفراء - بنية، مع كسر عظام وأسنان سمك.	٠.٢٠		
		<i>Exogyra silica, Exogyra sp., ostrea delgadoi, O. rouvillei</i>	٧٧ ±	العضو الرقش الأسفل		الوحدة السفلى
<i>Exogy sp., Ostrea rouvillei, Fusus like-form, Cardium (?Protocardia) cfr. miles, Gigantichthys numidus spine, Ceratodus affricanus teeth, Ceratodus minimus teeth, Symoliophis vertebrae, Theropoda remains, Dinosaur remains, Chelyid skull & remains of furns.</i>	٤٩ ±				

المصدر: البيوني ١٩٧٠.

هذه المناطق من أعلى إلى أسفل:

Ostrea africana & Neolobites zone

Ostrea isidis zone

بليونولوجيا، أمكن تقسيم تكوين البحرية إلى

عدد من المناطق الحاملة للحفريات. بعض هذه

المناطق تبدو وكأنها ممتدة لمساحات شاسعة. وفيما يلي

لصخور الحجر الرملى والطفلة، والتي تلى مباشرة
صخور الرمل النوبى فى مصر، بغض النظر عن عمرها.

وفى محاولة ثالثة صحح المؤلف (١٩٧٠) عمر
تكوين البحرية إلى أسفل وأعلى السينومانى وهو ما قد
أعطى عموماً سينومانى أسفل فى الأبحاث السابقة.

٢- تكوين الحيز:

هذا التكوين يشتمل على تعاقب طبقات حطامية
مع تبادلات من الطبقات الجيرية والدولومينية فى قمة
القطاع وطبقات صخور الرمل الدولومينية فى القاع.
لقد اتفقت الأبحاث السابقة على أن تكوين الحيز لم
يترسب فى الجزء الشمالى الشرقى للوحدات البحرية.

وفى دراسة تفصيلية للمؤلف (١٩٧٠، ١٩٧٨)،
ثبت وجود تكوين الحيز فى شمال شرق الواحات
البحرية، وكذلك توجد طبقة الحيز فى هضبة الجداى -
جنوب شرق جبل غرابى. على هضبة الجداى يوجد
فالقان بينهما مرتفع «Horst» حيث توجد طبقة الحديد
تمتد على السطح فوق طبقة حجر جبرى على كلا جانبي
المرتفع «Horst» تنتمى إلى تكوين الحيز (صورة - ٩).
وهى تمتد شمالاً حتى نقيب غرابى حيث تمتد أسفل طبقة
الحديد. وكذلك فى منطقة الحرة حيث تظهر طبقة الحجر
الجبرى، وفوقها الطفلة فى الجزء الشمالى من الحافة
الغربية (شكل - ١٧). لىثولوجياً يشتمل هذا التكوين
فى منطقة الحرة على حجر جبرى بنى وطبقات طينية،
تقع متطابقة مع تكوين البحرية أسفلها. يتميز قاع هذا
التكوين هنا بطبقة من الحجر الجبرى ذات تبلور دقيق،
بنية اللون، بها فجوات مليئة بالكالسيت. هذا الحجر
الجبرى يكوّن مستوى معلماً ممتازاً، استخدمه هرمينا
وآخرون (١٩٥٧) كطبقة مرجعية - بمسافات
صحيحة محسوبة - لتوقيعها على الخريطة الكنتورية
التركيبية للوحدات البحرية - حينما لا توجد فى الحائط

Ostrea conica zone

Ostrea delgadoi zone

Ostrea rouvillei zone

نطاقى *O. delgadoi* & *O. rouvillei* سبق وأن
سجل شترومر وجودهما فى جبل الدست فى طبقة 7h،
حيث أشار إلى أن طبقتى الحفريتين يفصلهما عن بعض
بضعة أمتار. وليكون المؤلف منصفاً لم توجد محاولة من
قبل لتقسيم تكوين البحرية إلى نطاقات حفرية. ومع
ذلك، عوض وفوزى (١٩٥٦) قسماً السينومانى الأعلى
بمنطقة المنشرح بسيناء إلى مستويات حفرية.

أول محاولة لتقسيم السينومانى الأسفل لتكوين
البحرية إلى نطاقات حفرية قام بها المؤلف ١٩٧٠، ولكنه
لا يمكن القول بكل تأكيد بأن هذه النطاقات الحفرية
ذات انتشار إقليمى. إلا أن *Ostrea rouvillei*, *O.*
conica وجدا ضمن الحفريات التى عرفها بلانكنهورن
من قطاع فى الركن الجنوبى الغربى لواحة البحرية عند
تقاطع خط الطول ٣٠° ٢٨° وخط العرض ١٠° ٢٨°.

فى محاولته الثانية قسم المؤلف (١٩٧٠) السينومانى
فى الواحات البحرية إلى أعضاء مختلفة لىثولوجياً، تبدو
ذات مغزى إقليمياً: عضو الصخر الرملى الأوسط غير
الحفرى فى قاع السينومانى الأعلى مسجل فى قطاع
المنشرح بسيناء. حائط العضو الأوسط للصخر الرملى
غير الحفرى ذى السمك $\pm 15,7$ متراً، تلاحظ وجوده
فى منطقة المحاميد بوادى هلال - شرق وادى النيل -
يفصل الطبقات المرقشة إلى عضوين أسفل وأعلى. كما
يوجد هناك عند قاع حائط الصخر الرملى هذا طبقة
رفيعة (سمكها ٣٠ سم) بها بعض ألواح السلحفاة
وقطع أخرى من العظام والتي حدد شترومر وويلز
(١٩٣٠) عمرها كاسينيان. ومن ناحية أخرى، يمكن أن
يطبق هذا التقسيم إقليمياً بالنسبة لترسيبات النهر بحرى

بالتحات ما قبل الكامبينيان على الجانب الجنوبي للفالق BB' (صورة - ١٠) حيث يعلو تكوين الهفوف - بعدم تطابق - العضو المرقش الأسفل، وأيضًا بالتحات ما قبل الإيوسين على الجانب الشمالي للفالق CC'، حيث عضو خام الحديد للإيوسين يعلو - بعدم تطابق - تكوين الهفوف ثم تكوين الحيز، وأخيرًا العضو المرقش الأعلى إلى الشمال والشمال الغربي.

سمك العضو الحطامى الأعلى لتكوين الحيز في الموقع X3 (شكل - ١٧) يساوى ٥ أمتار، بينما يصل إلى ٣.٧ مترًا في الموقع X4. في اتجاه الشمال نجد التحات أشد حيث يصل السمك حوالى ٠.٥ مترًا، وأخيرًا يعلو عضو الحديد طبقة الحجر الجيري السفلى لتكوين الحيز ١.٦ مترًا. في هذا الجزء، نجد الحجر الجيري للحيز ذا لون بنى داكن، حديدى، وذلك بسبب تسرب المحاليل الحاملة للحديد إلى أسفل. لقد نتج عن هذا الارتشاح للطبقات السفلى أن تم بلورة الحجر الجيري إلى بللورات كبيرة من الكالسيت، ذات اللون البنى الداكن. ظاهرة الارتشاح هذه - من حيث زيادة نسبة الحديد وإعادة البلورة - لطبقة الحجر الجيري من تكوين الحيز، تقل كلما بعدنا عن مستوى التطابق مع طبقة خام الحديد.

من الملاحظ أن المشاهدات الحقلية ورسم الخرائط لمنطقة الحرة أظهرت تأثير الفالق CC' فقط على تكويني الحيز والبحرية، بينما تكوين الهفوف الذى يعلوهما استمرت طبقاته دون أى إزاحة ظاهرة إلى الشمال في منطقة الموقع X3.

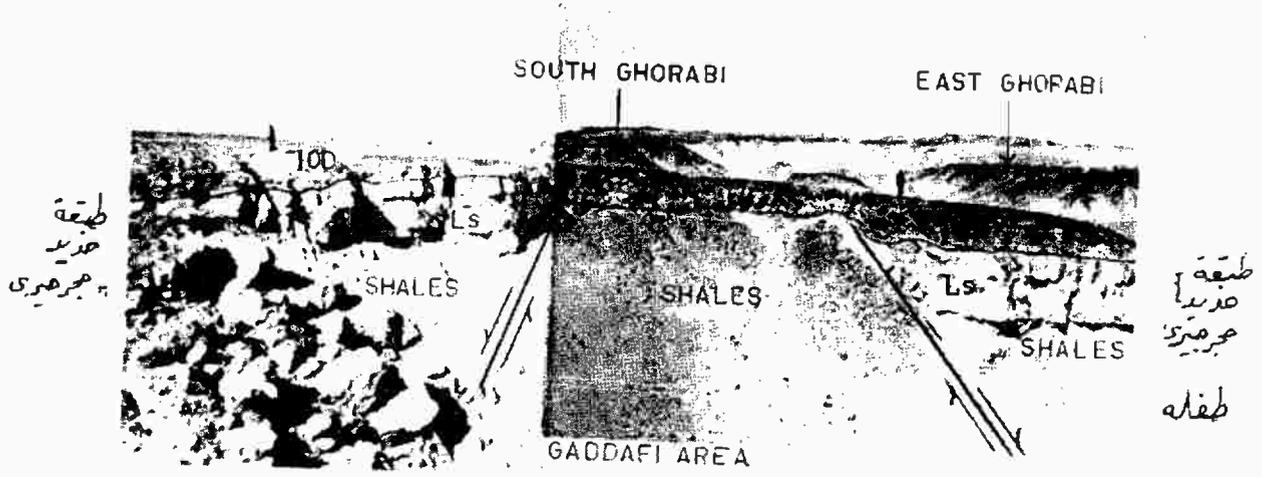
الشمالي الشرقى. سمك القطاع بمنطقة الحرة ٧.٣ مترًا في موقع القطاع X3 (شكل - ١٧). في هذا القطاع، هذا التكوين يعلو - بعدم تطابق - الصخر الرملى الكلسى لتكوين الهفوف.

طبقة الحجر الجيري البنية الصلدة تمثل العضو الأسفل لتكوين الحيز، وهى تقابل العضو الأسفل (حجر جبرى) لوحدة لبول وبيدتل رقم ٦ (Unit-6)، وهى التى استخدمها هرمينا وآخرون كطبقة مرشدة ممتازة لرسم الخريطة الكنتورية التركيبية للوحدات البحرية (شركة صحارى للبترول - هرمينا وآخرون ١٩٥٧).

هذا التكوين يغطى شريطاً ضيقاً بالجزء الشمالى من الحائط الغربى لمنطقة الحرة (شكل - ١٧) وهو يعلو - متطابقاً مع - تكوين البحرية. يؤيد ذلك فرانك (١٩٨٢) حيث أشار إلى التغيير فى حالات البحر المهمة، ظهرت أولاً بترسيب الحجر الجبرى الحديدى - قليل السمك - ذو الحطاميات الإحيائية، واكتملت هيمنة البحر هذه فى السينومانى الأعلى بترسيب الطبقات الجبرية لتكوين الحيز، حيث لا يوجد دليل على ثغرة فى الترسيب عند الحدود الفاصلة بين تكوين الحيز والطبقات الحطامية لتكوين البحرية.

فى الصورة رقم - ٩، حفظ الحجر الجبرى للحيز على جانبي المرتفع «Horst» يعلوه طبقة حديد هى امتداد خام الحديد فى جبل غرابى، مع امتداد طبقة الحيز هذه شمالاً حتى نقب غرابى أسفل طبقة الحديد.

وفى منطقة الحرة حفظ تكوين الحيز كمسحوب الفالق «drag» على مقذوف الجانب إلى الشمال من الفالق CC' (شكل - ١٧)، ونتج عن ذلك ميل طبقات الحجر الجبرى للحيز ٢٠° جنوب شرق. على مقذوف الجانب إلى أعلى ثم تعرية تكوين الحيز تمامًا: أساسًا



صورة ٩ - منطقة الجدافي - عضو خام حديد الجديدة يعلو
بعدم تطابق الحجر الجيري لتكوين الحيز على
جانبي النفق "Horst". الطبقات العليا للنفق تمت
تعريتها.

(انظر جدول مقارنة الحفريات رقم ٢٢-٢٤).

إن تسجيل المؤلف (١٩٧٠) لوجود تكوين الحيز في منطقة الحره وهضبة الجدافي أثبت غمر مياه بحر السينوماني الأعلى لهذا الجزء الشمالى الشرقى من الواحات البحرية، وأن غياب وجوده بالحائط الشمالى الشرقى يرجع إلى عوامل التعرية الشديدة التى كشطت هذه الترسبات في فترة ما قبل الإيوسين.

٢- تكوين الهفوف

هذا التكوين عبارة عن تتابعات من طبقات الحجر الجيري السيليسى الصلد مع تبادلات من طبقات الصخر الرملى والطينة الرملية، يعلو - بعدم تطابق - تكوين الحيز. لقد سمي هذا التكوين نسبة إلى اسم جبل الهفوف في وسط منخفض البحرية، حيث يوجد القطاع المثالى لهذا التكوين في جنوب جبل الهفوف. كما يوجد قطاع جيد لتكوين الهفوف في الطرف الجنوبى للمنخفض.

في دراسة تفصيلية لمنطقة الحره في شمال شرق الواحات البحرية، سجل المؤلف (١٩٧٠) وجود تكوين الهفوف في الحائط الشمالى الشرقى لواحة البحرية، كما لاحظ وجود خام الحديد مكونا جزءا من تكوين الهفوف في منطقة الحره - كما سنرى - فيما بعد.

يظهر مكشف هذا التكوين في الحائط الغربى لمنطقة الحره، وكذلك عند رأس الخور الشرقى حيث يقل السمك، بينما يصل أكبر سمك لمكشفه + ٢٧.٣ مترا في وسط الحائط الغربى لمنطقة الحره، حيث يتكون من تبادلات طبقات الصخر الرملى المرقش، الطينة الرملية، والطبقات الجيرية مع طبقات رقيقة من أكسيد الحديد. وفيما يلى وصف تفصيلي للقطاع المثالى لهذا التكوين في منطقة الحره بالموقع X5 (شكل - ١٧):

هذا الفائق 'CC' والفائق 'BB' أظهر افاصلاً زمنياً كبيراً من التعرية بين تكوين الحيز وتكوين الهفوف فووقه. فعلى مقذوف الجانب الأعلى للفائق 'BB' ليس فقط تم تعرية وكشط تماماً تكوين الحيز، بل أيضاً تم تعرية العضو الأوسط والأعلى من تكوين البحرية (أى جميع رسوبيات عصر السينوماني الأعلى قد تم كشطها تماماً).

تكوين الحيز في منطقة الحره غير حفرى بالمقارنة مع القطاع المثالى للحيز في جبل التبنية. لقد وجد المؤلف (١٩٧٠) الطبقة الحفرية لهذا التكوين في العضو الأوسط غالباً وفي طبقة الحجر الرملى الكلسية «grits»، بينما عضو الحجر الجيرى البنى في القطاع المثالى غير حفرية مثلها هو موجود في منطقة الحره. من دراسة حفريات القطاع المثالى، فإنه يمكن القول أن عمر هذا التكوين ينتمى إلى السينوماني الأعلى. وطبقاً لوضع تكوين الحيز متطابقاً مع العضو المرقش الأعلى للسينوماني الأعلى، فقد أعطى المؤلف هذا التكوين نفس العمر - سينوماني أعلى.

من الإيضاحات التى تم الحصول عليها في منطقة الحره من حيث وجود الكونجولوميرات المتخللة للعضو المرقش الأعلى أثبتت عدم استقرار بحر السينوماني الأعلى. لقد أصبح غمر البحر أكثر نحو نهاية السينوماني الأعلى، حيث يشير انتشار طبقات الحجر الجيري إلى وجود مياه عميقة، عما كانت عليه الرسوبيات الحطامية تحتها. فالبيئة البحرية للعضو المرقش الأعلى لتكوين البحرية في منطقة الحره قد تخللها ارتفاعات خفيفة لقاع البحر نتج عنها وجود الكونجولوميرات المتخلل للطبقات العليا وحتى أنه أدى إلى غياب طبقات الإكسوجايرا «Exogyrabels» ذات السمك ٧.٤ مترا في قطاع بول وييدنل بجبل الدست

السمك - متر

قمة القطاع؛ خام حديد - عضو حديد الجديدة الإيوسيني

٠,٢٥	.....	٨- طينة؛ مصفرة، أعيد ترسيبها مع كتل متحجرة من أكاسيد الحديد.
١,٥٠	.....	وهي تعتبر كطبقة كونجلوميرات
١٠,٥٠	.....	٧- خام جوتيت؛ جامد صلد، بني مصفر إلى أسود، سطح التلامس الأسفل مع الطفلة واضح بجلاء
٢,٦٠	.....	٦- طفلة؛ متعددة الألوان وبصفة خاصة في جزئها العلوى.
٠,٩٥	.....	٥- حجر رمى جبرى؛ أصفر متماسك، خفيف الوزن، حفري (حيد) ^(١)
١,٠	.....	٤- طين؛ رملية، مخضرة
٨,٥٠	.....	٣- خام جيوتيتي؛ صلد، مكسر، رملي، بني (حيد) ^(١)
٢,٠+	.....	٢- تبادلات من الصخر الرمل والطينة الرملية، مرقشة في أجزائها العليا
		١- صخر رمل؛ أصفر باهت، متوسط الحبيبات، سهل التفتت ومقاطع الطبقات

القاع غير مكشوف

- العضو الأعلى: لتكوين الهفوف (طبقات ٣-)

٨)؛ يتكون أساسًا من صخر رملي جبرى، بني خفيف الوزن، به بقع حديد مميزة وطبقات من أكسيد الحديد البنى الداكن، مع طفلة بينها وأساسا في الجزء العلوى. هذا العضو الأعلى لتكوين الهفوف بالحره، أطلق عليه المؤلف (١٩٧٠) عضو خام حديد الحره. يمتد مكشوف هذا العضو الأعلى حوالى ٢,٥ كم، ويتكون من جرفين بارزين أو اثنين من الحيد^(١) مع تداخلات من الطين والطفلة ذات الألوان المختلفة في الجزء العلوى. السمك الكلى لهذا العضو في القطاع المثالى بمنطقة الحره ٨,١٦ مترا. الحيدان المميزان عبارة عن طبقة (أو حيد) سفلى (رقم ٣)^(١) من خام الحديد، رملية باتجاه الشمال (سمك ٤٠ سم - ٢١٥ سم)؛ وطبقة عليا (أو حيد علوى) من صخر رملي جبرى (رقم ٥)، بتداخلات من الطين. سمك تداخلات الطين يتراوح من ٦٠ سم إلى ٩٥ سم:

من القطاع المثالى عليه، أمكن تقسيم تكوين

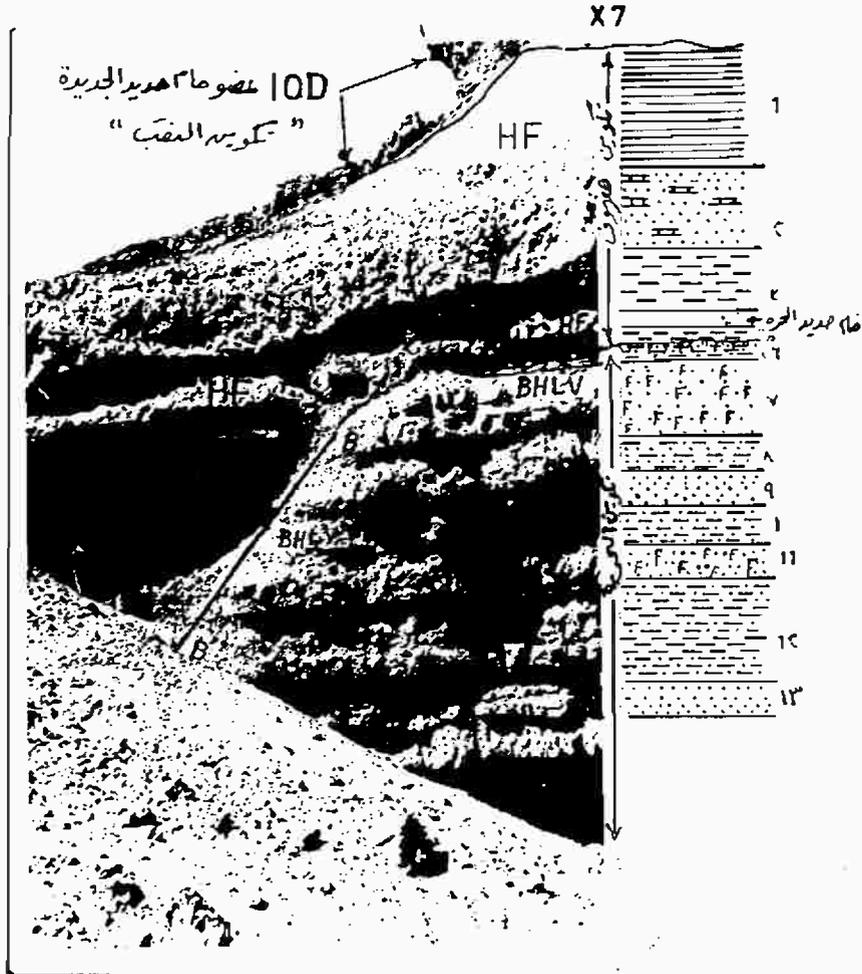
الHFHفوف في منطقة الحره إلى عضوين:

- العضو الأسفل: (طبقات ١ و ٢) يتميز تكوين

الHFHفوف بمنطقة الحره بوجود الصخر الرملى ذى اللون الأصفر البرتقالى الباهت، متقاطع الطبقات، يتخلله طبقات متعددة الألوان من الرمل والطينة الرملية. أكبر سمك له - ١٠,٥ مترا. الصخر الرملى المرقش والطينة الرملية يمكن تتبعها لمسافة ٥٠٠ مترا بين الفالقين BB' CC' - . طبقة الطين الرملية العليا تعلقو تكوين البحرية جنوبا (الموقع X7). كما تعلقو تكوين الحيز فى الشمال (الموقع X3)، (الشكل - ١٧). عند مستوى الفالق BB' جنوبا، فإنه يمكن التفريق بجلاء بين طبقة الطين الخضراء لتكوين الهفوف، والتي تعلقو - بعدم تطابق - طبقة الطين الرملية لتكوين البحرية ذات اللون الأبيض. (صورة - ١٠).

(١) الحيد هو ما نتأ أو برز من الجبل.

(٢) الرقم ٣ هو رقم الطبقة فى القطاع المثالى.



صورة - ١٠ : منطقة الحرة - الوضع الجيولوجي لتكوين الهفيسوف (HF) يعلو بعدم تطابق زاوى العضو المرقش الأسفل لتكوين البحرية (BHLV). عضو خام حديد الجديدة (IOD) يرى عند قمة للصورة.

تكوين الهفيسوف: ١- طفلة متعددة الألوان، ٢- صخر رملى جبرى مكونا حيد، ٣- طين مخضر اللون، ٤- جويتيت بنى اللون مكونا حيد، ٥- طين أخضر اللون.

تكوين البحرية: ٦- طين رملى يميل إلى اللون الأبيض، ٧- طبقة مغرة ذات اللون بنى إلى أحمر، ٨- طين رملى مع رمل أبيض، ٩- صخر رملى حديدى، ١٠- طين رملى، ١١- صخر رملى حديدى، ١٢- طين وطين رملى، ١٣- صخر رملى أبيض اللون.

الحديد هذه تكون الوحدة السفلى لخام الحديد الاقتصادي في وسط الحافة الغربية لمنطقة الحره وامتدادها شرقا يظهر في الحفر، التي تم حفرها خلال مقعر الحره. يفصل طبقة خام الحديد هذه عن الحديد المميزين في قاع العضو العلوى لتكوين الهفوف قطاع من الطفلة، ذات نطاقات متعددة الألوان في جزئها العلوى. سمك هذه الطفلة يتغير ما بين ٥, ١٠ مترا عند الموقع X5 و٩ أمتار عند الموقع X6، بينما جنوب الموقع X6 كشطت طبقة الحديد حيث نجد خام حديد الإيوسين يعلو ٨ أمتار من الطفلة عند الموقع X7. طبقة الحديد هذه عند قمة العضو الأعلى لتكوين الهفوف عبارة عن حديد جوتيتي (١٢, ٣٩% Fe) عند الموقع X6.

ونتيجة لهذه الدراسة تم اعتبار أكسيد الحديد العلوى والسفلى لعضو الهفوف الأعلى مكونا للوحدة السفلى لخام الحديد الاقتصادي بمنطقة الحره، وهو ما سمي «عضو خام حديد الحره» «ElHarra Iron Ore Member»، وهو ما سوف يأتي الحديث عنه فيما بعد.

الحفريات الموجودة في هذا التكوين (طبقا لبول وبيدزل ١٩٠٣):

Cidaris thomasi, Leiocidaris bonolai, Diplopodia marticensis, Heterodiadema libyca, Ostrea flabellata, Neolobites schweinfurthi and Pachydiscus peramplus.

هذه الحفريات تعتبر من مظاهر السينوماني، وبعض الباحثين وضعوها كسينوماني أعلى (بلانكنهورن ١٩٢١). وجود *Pachydiscus peramplus* في العضو السفلى لهذا التكوين، والوضع الاستراتيجرافي لهذه الرسوبيات جعل معظم الباحثين للاعتقاد على أنها تنتمي إلى تورونيان مع إمكانية

- الحديد الأعلى يتكون من صخر رملي جيري أصفر برتقالي باهت. الجزء العلوى ذو فجوات نتيجة للتعرية - والتي نتج عنها سقوط عقد أكسيد الحديد المنجيزى السوداء، والتي تكونت حول نواة من الكوارتز أو الفلنت، كما يوجد الباريت والكالسيت يملأ الفجوات. الجزء الأسفل لهذا الحديد صلد لحد ما، خفيف الوزن، محمر اللون، ولكنه أيضًا يحتوي على جيوب أكسيد الحديد المنجيزى السوداء. يظهر مكشف هذا الحديد لمسافة ٨٠٠ مترا من المنطقة جنوب الموقع X3 إلى المنطقة جنوب الموقع X7، حيث تتغير تدريجيا صخور الرمل الجيري إلى رمل طيني، ثم طبقات طين رملي. سقوط الحفريات بهذا الحديد يضيف جزئياً إلى المظهر التجويفي لهذا الحديد، القالب الخارجى للحفريات لم يحفظ، ولكن القالب الداخلى محفوظ جيداً، والسدى أزيل تاركاً تجويفات. نوع واحد من الحفريات تم جمعه هو *Picnodonta vesicularis* Lamark والتي تنتمي لعصر الكامبنيان.

- الحديد الأسفل: عبارة عن طبقة من الصخر الرملي الحديدى ذات لون أسود إلى بنى. هذه الطبقة الحديدية تتغير جانبياً إلى خام جوتيت جنوباً على امتداد الحافة الغربية حيث تتغير إلى خام هيماتيت منجيزى أسود (٤٥, ٥٥% Fe) تجاه مستوى الفالق AA'، عند قمة الحور الغربى والحور الشرقى، حيث يعلو خام الحديد لعصر الإيوسين - بعدم تطابق زاوى - بكل وضوح خام الهيماتيت والطفلة بينهما (صورة - ١١). يتراوح سمك هذا الحديد من ٤٠ سم إلى ٢١٥ سم. طبقة الهيماتيت هذه تكون الوحدة السفلى لخام الحديد الاقتصادي بمنطقة الحره.

توجد طبقة خام حديد مميزة قرب قمة عضو الهفوف الأعلى (طبقة - ٧ بالقطاع عاليه). طبقة خام

الاستمرار في سانتونيان (بول وبيدنبل ١٩٠٣). لبلنج (١٩١٩) أعطى هذا التكوين عمر سانتونيان لاحتوائها على *Gigantichthys pharao* and *Ostrea semiplana* والتي توجد في طبقات ذات عمر محدد في أبو رواش (داكوى ١٩٠٣). المؤلف (١٩٧٠) جمع عينات *Picnodonta vesicularis* Lamark من منطقة الحرة حيث أعطى هذا التكوين العمر كامبينيان.

إنه مما يشير الانتباه، تسجيل المؤلف (١٩٧٠) - لأول مرة - للحركات التكتونية التي ضربت شمال وشمال شرق الواحات البحرية في ما بعد السينوماني وقبل الكامبينيان؛ مما أدى إلى التواء وتصدع صخور السينوماني، في مناطق: الحرة وجبل غرابى والجديدة، نتج عنه ارتفاع وتعرض الجزء الشمالى من البحرية إلى تأثير عوامل التعرية على استمرار الهبوط في جزئها الجنوبي، مع الحفاظ على معدل الترسيب مع الهبوط وبقاء سطح الترسيب على ما هو عليه نسبياً (مارك ١٩٨٢). لقد نتج عن التصدع في شمال شرق الواحة هبوط طبقات السينوماني؛ مما أدى إلى تكوين أخدود يمتد شمال شرق بين الفوالق 'CC' و'BB' و'AA'، غمرته مياه بحر الكامبينيان ورسبت فيه تكوين الهفوف، حيث امتدت ترسيبات هذا البحر على جانبى الأخدود شمالاً وجنوباً. هناك احتمال استمرار بحر الكامبينيان إلى المسترخيان، ولكن لعدم وجود هذا التكوين الأخير في الشمال الشرقى قد يرجع إما إلى عوامل التعرية التي سبقت بحر الإيوسين الأسفل الذى غمره كل منطقة البحرية، أو أن بحر المسترخيان لم يكن غمره للأرض بالقدر الكافى لترسيب تكوين الخومان شمالاً مثلما هو فى الجنوب لاستمرار ارتفاع الأرض فى الشمال الشرقى للبحرية. وهذا ينضح من وجود رسوبيات الهفوف وأحيز كبقايا على حوائب الفوالق كما فى حائط هضبة الغربى لمنطقة الحرة وكذلك وجود

الحجر الجيرى لتكوين الحيز فى هضبة الجدافى شرق جبل غرابى. ونظراً لكون محذب الحرة ومحذب الجديدة، تركيباً واحداً مستطيلاً، فإنه من المتوقع امتداد مقعر الحرة شمال شرق إلى مقعر أو أخدود الوادى الغربى بمنطقة الجديدة، وهو ما جاءت الإشارة إليه تحت «منطقة الجديد»، واحتمال وجود طبقات الحديد فى قاع الأخدود تتبع تكوين الهفوف للعصر الكامبينيان.

٤- تكوين النقب (شكل ١٨ - أ)

هذا التكوين يمثل أولى طبقات صخور الإيوسين الذى غمر بحره منطقة الواحات البحرية فى عصر الإيوسين المبكر. سعيد (١٩٦٢) أطلق على هذا التكوين اسم هضبة الحجر الجيرى «Plateau limestone» وهى عبارة عن تتابع من طبقات الحجر الجيرى النيوليتى، مع تداخلات قليل من المارل والطين. ليونز (١٨٩٤) أول من توقع وجود عدم تطابق زاوى «angular unconformity» بين صخور عصر الإيوسين ورسوبيات عصر الطباشير الأعلى.

هذا التكوين يمتد لمسافات كبيرة فى شمال الواحات البحرية، كما يحيط بمنخفض البحرية. يظهر مكشفه مكونا الجزء العلوى من الحائط الشمالى لمنخفض البحرية، شديد الانحدار. وكذلك فى قمم الجبال المعزولة فى المنخفض مثل جبل الدست، جبل المغرفة، جبل الهفوف.

يعلو تكوين النقب - بعدم تطابق زاوى - تكوين البحرية السينوماني فى شمال وشرق الواحة، بينما نجده يعلو - بعدم تطابق أيضاً - تكوينى الهفوف والحيز فى الحائط الغربى لمنطقة الحرة، كما يعلو تكوين البحرية شرق منطقة الحرة وجنوباً حتى نقب جليث، ثم يعلو جنوباً - بعدم توافق - تكوين الهفوف ثم تكوين طباشير خومان على التوالى (شكل - ١٤).

عصرة ١١ الحديد في التوزر الشرقى بمنطقة العبد



١ - العضو الأسفل
لتكوين البحرية يميل
٣٨ شمال شرق
نتيجة تأثير الفالق AA

تكوين البحرية
(العضو المرقتل الأسفل)



El Ferra iron
ore member
الحجر

٢ - تكبير لنتوء الهضبة البارز في
الصورة العليا توضح عضو خام حديد
الحره وطبقة الطين العليا أسفل عضو
خام حديد الحديد و عدم تطابق زاوي
واضح

الأقل صلابة من الحجر الجيري الصلصالي، والتي توضح - في هذه المرحلة من التطور الجيومورفولوجي - صورة تمثل منظرًا طبيعيًا في هذا الجزء من الصحراء يتألف أساسًا من مجموعة من التلال المخروطية بجدرانها شديدة الميول، تقع في المنطقة الواقعة بين منطقة الحديدية ومنطقة الحره، وتمتد جنوبًا حتى درب الروبي، حيث توجد هذه التلال قريبة من بعضها البعض تعطى طبيعة جيومورفولوجية مميزة - «كالمتاهة».

في بعض المناطق تُظهر عملية التعرية التفاضلية لهذا الجزء العلوي من الحجر الجيري الصلصالي خطوط مميزة على الهضبة، والتي تبدو على الصور الجوية وكأنها مضرب فوالق.

في منطقة الحره يصل سمك هذا العضو إلى ٢٦.٥ مترًا في الركن الشمالي الغربي بالموقع X9، عبارة عن طبقات من الحجر الجيري مع تداخلات من طبقات جيرية ملحية، جبسية وطفلية. بللورات الكالسيت تملأ الفجوات وقوالب النيموليت الكلسية في جميع القطاع. الحجر الجيري في هذا القطاع رملي وأحيانًا حديدي وخاصة في الطبقات العليا، كما توجد طبقة كونجلوميرات قرب قاع القطاع (صورة - ١٣، شكل - ١١٨) في الحائط الغربي لمنطقة الحره يصل السمك لهذا التكوين ٢١ مترًا حجر جيري مع قليل من المارل والحجر الصلصالي. في الشرق - بنفس المنطقة - يقل السمك حيث يصل إلى ٨ أمتار عبارة عن حجر جيري سيليسي ذي فجوات.

شمال وغرب جبل غرابي، يعلو تكوين النقب - بعدم تطابق - تكوين البحرية، ثم جنوبًا على الهضبة الغربية، حيث يعلو تكوين الحيز ثم الهفوف ثم تكوين الخومان على التوالي. وفي بعض الأماكن توجد طبقة كونجلوميرات حديدية تفصل تكوين النقب عند تكوين البحرية، حيث توجد الحصوات الرملية الحديدية السوداء في مادة الطين ذات شكل متموج (صورة - ١٢)، وأحيانًا حصوات من الصخر الرملي والحجر الجيري مدفونة في تربة طينية بنية اللون.

في مناطق الحديدية والحره وجبل غرابي والتلال المبعثرة شمال جبل غرابي، يوجد خام الحديد مثلًا الجزء الأسفل من تكوين النقب، وهو ما أطلق عليه «عضو خام حديد الجديدة» «El Gedida Iron Ore Member». الحجر الجيري بتكوين النقب قد يصير سيليسيًا وأحيانًا صلصاليًا (أرجيل)، دولوميتي عند القمة. تتميز صخور هذا التكوين باللون البني، أصفر برتقالي إلى اللون الأحمر الوردي (Pink) وهذا اللون الأحمر الوردي هو نتيجة عملية إحلال وترسيب الأكاسيد الحديدية التي أثرت على كثير من طبقات هذا التكوين، والتي تشتهر باسم الحجر الجيري القرمزي (Pink limestone)، المكون للهضبة الشمالية.

الجزء الأسفل لهذا التكوين يمثل الوجه الرأسى لقمة حائط الواحات البحرية في الشمال والشمال الشرقي، أما الجزء العلوي فهو يمثل مجموعة الطبقات

الشكل - ١٨ أ : القطاع المثالي لتكوين النقب بمنطقة الحره

الموقع ٩X على الشكل - ١٧

البيسونى ١٩٧٠

الوصف	القطاع	السمك "م"	رقم الطبقة
حجر جيرى ، أصفر اللون ، حديدى خلال الشقوق ، بنية اللون ، تكون أكثر حديديا فى الجزء الأسفل . به حفريات :		٢,٨	١٢
<u>Nummulites sp.</u> , <u>Opereulina sp.</u> , <u>Alviolina sp.</u>			
حجر جيرى قرنفلى اللون ، أكثر حديديا ، بنى ، كالمسيتى .		٠,٤	١١
حجر جيرى ، أصفر ، كالمسيتى .		٠,٤	١٠
		٠,٨	٩
حجر جيرى صلصالى ، أصفر ، غير حفري .		١,٠	٨
حجر جيرى ، صلصالى ، أصفر ، كالمسيتى ، به <u>Nummulites sp.</u>		١,٦	٧
حجر جيرى ، أصفر ، أصفر برتقالى ، مسامى ، يملأ الكالمسيث الشقوق وفجوات النيموليت . به حفريات كثيرة ، أهما :			
<u>Nummulites sp.</u>			
		٣,٢	٦
مارل ، أصفر ، أصفر برتقالى ، غير حفري		٠,٤	٥
حجر جيرى ، أصفر ، أصفر برتقالى ، يتحول الى مارلى الى اعلى .		٠,٤	٤
كونجلوميرات ، نوزوايا ، حصوات الحجر الجيرى متماسكة بمادة جيرية طينية .		٠,٤	٣
حجر جيرى ، بنى ، كالمسيتى ، غير مستمرة .		٠,٤	٢
تكوين البحرية: حجر رملى ، مع وجود حصى حجر جيرى عند القمة.			١
« كونجلوميرات » حصى حجر جيرى كما فى الطبقة ٣- بالقطاع فوق.		٠,٨٥	٣
حجر جيرى صلصالى به حلقات ألوان مقطوع نصفها الأعلى بواسطة الطبقة ٣- .		٠,٣٠	٢c
حجر جيرى صلب مكونا حيد «ledge»		٠,١٦	٢c
« كونجلوميرات » حصى الحجر الجيرى فى ملء حجر رملى ترابية اللون .			٢c
تكوين البحرية.			١

*جنوب شرق ٩X بحوالى ٤٠ مترا . انظر الصورة - ١٣



صورة ١٢ - منطقة العرة - طبقة كرتلوميرات حديدية عند قاع
الجسر الجبزي لتكوين النقب، تظهر فيها الحصوات
الحديدية السواء في مادة الطين، متموجة.

البحرية - كما في وادي النيل - اشتمل القطاع على هذه الحفريات المستطيلة من الأثيولينا في الطبقات السفلى ولكنها توجد أكثر في قمة القطاع. بذلك يمكن مقارنة قطاع النقب بتكوين المنيا.

لقد أعطى سعيد (١٩٦٠) العمر إيوسين أوسط لتكوين المنيا، وبالتالي أعطى سعيد وعيسوى (١٩٦٤) العمر إيوسين أوسط لتكوين النقب بمنطقة شمال غرابي، ودرج على منوالهم المؤلف (١٩٧٠، ١٩٧٨) فأعطى العمر إيوسين أوسط لنفس التكوين بمنطقة الحرة وشمال شرق الواحات البحرية؛ رغم أن بول وييدنل (١٩٠٣) سجلا في قمة قطاع الدست ٦ أمتار حجر جيرى يحتوى على *Nummulites*, *Operculina* & *Lucina* لعصر الإيوسين الأسفل (Libyan series).

بخارى وعبد الملك (١٩٨٣) صححا في دراستهما الحديثة عمر تكوين المنيا بوادي النيل - حيث عرفا الحفريات الممثلة لتكوين المنيا ووصفا عمر تكوين المنيا خلال أواخر زمن الإيوسين الأسفل

«late Early Eocene time span».

وبناء عليه ومن الحفريات المعروفة من قطاع تكوين النقب، يمكن القول بأن هذا التكوين يتسنى للإيوسين الأسفل - بيتريزيان الأخير «late Ypresian».

من الوصف الليثولوجى، والمنحوى الحفرى ووضع الطبقات لهذا التكوين تشير إلى أن تكوين النقب قد ترسب في بحر ضحل متذبذب. ويمكن الاستدلال على قلة عمق البحر في هذه المنطقة، من طبيعة الحفريات المعروفة في هذا التكوين: فمعظم أنواع الحفريات المعروفة تنتمي إلى المياه الضحلة عند حافة البحر. وهى المناطق التى يغمرها البحر من الرف القارى «neritic zone».

في منطقة الجديدة هذا التكوين ممثل بسمك ٦، ٩ ترا (شكل - ١٥، XI)، يبدأ القطاع من أسفل بطبقات من الحجر الجيري الطينى، ثم سيليسى في الطبقات العليا مع كرات من الحجر الجيري السيليسى (منها ما صل قطره ١ مترا)، وكذلك كرات صغيرة، وحصى من لفلنت. الجزء العلوى حجر جيرى طينى يحتوى على: *Nummulites* sp., *Operculina discoidea*, *Mesalia* sp. في وسط القطاع توجد عدسة كالسيت أرجوانى في اللون. في شمال منطقة الجديدة، توجد حفريات كبيرة من القواقع مصاحبة *Nummulites aticicus?* مثل ما هو موجود في الطبقات العليا لحام الجديدة مثل *Gisortia depressa*.

عملية ترسيب السيليكما قد تكون حدثت بعد ترسيب الطبقات الجيرية بفترة بعيدة، وذلك بالإحلال الإنتقائى لهذه الصخور. إيضاحات الإحلال هذه توجد في الأجزاء المتفرقة من سَلِيكَة طبقات الحجر الجيري (والتي تكون الكرات الكبيرة والصغيرة (Kernels) وكذلك وجود عدسات السيليكما في المواد الجيرية.

لقد تلاحظ أن الطبقات الحاملة *Operculina discoidea* تكون طفلية في اتجاه الشمال (جبل غرابي)، بينما تكون جيرية حديدية تجاه الجنوب (نقب سيوه) وعلى الهضبة الغربية، ذات اللون القرمزى. لقد ذكر سابقا تشابهاً (١٩٠٣) حفريسة *Operculina discoidea* في البحرية.

حفريات: *Alveolina frumentiformis*, *Velates schmiedeli*, *Nummulites aticicus*, *Orbitolites complanatus* وجدت ضمن حفريات أخرى في تكوين المنيا (كوفيه ١٩٣٠، سعيد ١٩٦٢). سعيد (١٩٦٣) نص على أن الطبقات العليا في قطاع المنيا المثالى تحتوى على حفريات مستطيلة من *Alveolina* sp. في

صورة-١٣ : منطقة الحرة - عدم للتطابق في تكوين النقب.

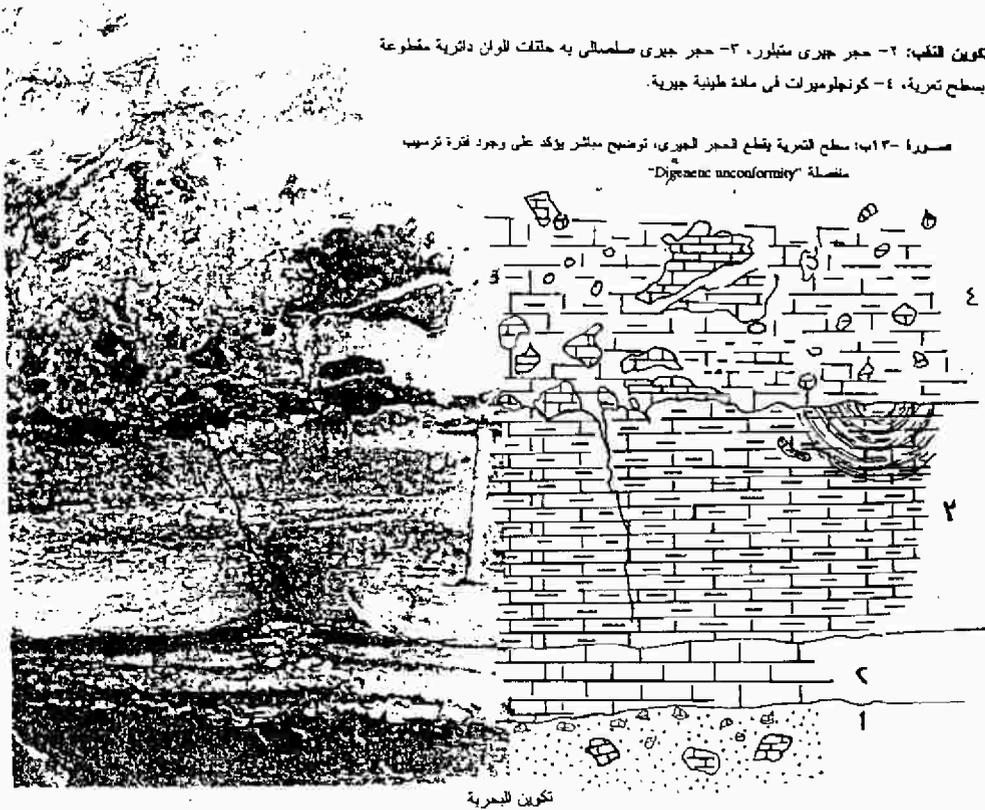


صورة-١٣: سطح التربة يقطع حقات الأوان في الحجر الصلصلى بالطبقات السفلى لتكوين النقب.

تكوين البحرية: ١- كونجولوميرات؛ حصوات حجر جبرى في صخور الرمال البنية الترابية.

تكوين النقب: ٢- حجر جبرى متبلور، ٣- حجر جبرى صلصالى به حقات لوان دائرية مقطوعة
بسطح تربة، ٤- كونجولوميرات في ملحة طينية جيرية.

صورة-١٣: سطح التربة يقطع الحجر الجبرى، توضيح مباشر يؤكد على وجود فترة ترسيب
منفصلة "Disjunctive unconformity"



تكوين البحرية

يعلو تكوين قطراني - بعدم تطابق - خام الحديد للإيوسين الأسفل في منطقتي الحره والجديدة، بينما في جار الحمرة يعلو - بعدم تطابق أيضًا - الإيوسين الأوسط «بارتونيان».

في منطقة الجديدة، يوجد عدد من التلال المخروطية السوداء تعلو عضو خام حديد الجديدة. في المنطقة الوسطى المرتفعة يوجد بالتلال المخروطية سمك حوالى ٥ - ٣٠ مترًا من الطينة الرملية وصخور الرمل قممها سوداء من الصخر الرملى الحديدى السيليسى والصخر الرملى الحديدى ذو الحبيبات الخشنة كغطاء كوارتزيت «quartzitic cap». الطفلة الرملية الجلوكوتينية ذات اللون المائل للخضرة والكوارتزيت وصخور الرمل ذات الحبيبات الخشنة الحديدية المكونة للتلال المخروطية لتكوين قطراني، تعلو عضو خام حديد الجديدة، مع طبقة كونجلوميرات سمك ٥, ٠ مترًا بينهما. طبقة الكونجلوميرات التى تعلو خام الحديد في المنطقة الوسطى المرتفعة تتكون من حصوات حديد مسننة ونصف مسننة وقليل من حصوات الحجر الجيري.

في المنطقة المنخفضة حول المنطقة الوسطى المرتفعة بمنطقة الجديدة، يتراوح سمك تكوين رضوان من مترين إلى ١٣+ مترًا من تداخلات صخر الرمل الأصفر وطينة رملية جلوكوتينية مخضرة، ناعمة ومسامية، قابلة للتشقق عند القاع، مع بقع من أكسيد المنجنيز وأملاح. عمومًا يميل التكوين إلى الاحتواء على أكسيد الحديد نحو القاع مع تداخلات من طبقات رقيقة من الحديد معاد ترسيبها. كما يوجد تداخلات من صخور الرمل الطفلية الحديدية في الوسط. تنتشر الأملاح في جميع القطاع. كما يوجد الجبس في الشقوق. صخور الرمل

التغيرات المشابهة لهذا التكوين قد تكون نتيجة لترسيب طبقات النقب على سطح التعرية المتموج لتكوينى الهفوف والبحرية. من حيث أن تكوين النقب قد ترسب في بحر ضحل متذبذب يتضح من وجود الكونجلوميرات والتى وجدت خلال قطاع هذا التكوين (صورة - ١٣). هذه الكونجلوميرات تشير إلى أن المنطقة قد تعرضت لحركات نابضة صغيرة خلال الترسيب. فوجود الكونجلوميرات المحتوية على حصوات الحجر الجيرى المسننة والقليلة التسنين توضح وجود فترة تعرية، ولكن حقيقة هذه الكونجلوميرات أنها تفصل بين سطوح بدون تغيير في ميل الطبقات تشير إلى أن الحركات الأرضية التى ضربت هذه المنطقة كانت أيضًا ذات طبيعة تذبذبية (خافضة - رافعة) غير خطيرة.

٥- تكوين قطراني

في شمال منخفض البحرية، توجد تلال مخروطية وتلال ذات قمم مسطحة من صخور السينوماني لتكوين البحرية يغطيها صخور الرمل الحديدى والصخر الرملى ذو الحبيبات الخشنة «grits». يصل أقصى سمك لهذا التكوين في جبل رضوان ٤٠ مترًا بالواحاح البحرية، بينما يصل سمك القطاع المثلالي لهذا التكوين في جبل قطراني ٣٠ مترًا شمال غرب الفيوم.

تتميز صخور هذا التكوين المكونة للتلال المخروطية بقممها ذات اللون البنى الداكن إلى الأسود؛ بسبب احتوائها على نسبة من أكسيد الحديد مع نسبة قليلة جدًا من أكسيد المنجنيز، وهى صخور صلدة كوارتزيتية في بعض الأماكن، هشة ذات ألوان صفراء باهتة في الأجزاء السفلى.

الحفرة - ٢٤ وبالذات جهة الغرب منها، قد يعتبرها البعض - من النظرة الأولى - على أنها طبقة إيوسين أعلى، بينما هي رسوبيات أعيد ترسيبها على مسافة ليست بعيدة من أصل وجودها، وقد أثرت عليها عملية ترسيب أكسيد الحديد خلال عصر الأوليجوسين مثل رسوبيات القمم السوداء للتلال المخروطية.

التلال المخروطية السوداء لتكوين قطرانى في منطقة الجديدة تعتبر الامتداد الطبيعي لجار الحمرة لبول وبيدندل (١٩٠٣) والتي تقع إلى شمال - شمال شرق منطقة الجديدة بحوالى ٦ - ٨ كيلو متر. بول وبيدندل (١٩٠٣ - ص ١٨) أشارا إلى وجود عدد من التلال المخروطية السوداء، والتي تقع على بعد ١ - ٢ كم إلى جنوب درب المسعودى. بول وبيدندل أعطيا العمر أوليجوسين لهذا التكوين على افتراض التشابه الليثولوجى - مع غياب الحفريات - لمثل هذه الترسبات بجبل قطرانى بمنطقة الفيوم.

إنه من المهم الإشارة إلى أن تكوين قطرانى يعلو صخوراً من أعمار مختلفة، فمثلاً نجد في منطقة الحرة يعلو الإيوسين الأسفل في مقعر الحرة وعلى امتداد التركيب المحذب لمناطق الجديدة وجبل غرابى، كما يعلو الإيوسين الأعلى في كولة الحمرة، بالإضافة إلى غياب أى إيضاحات تدل على عمر محدد، فإنه يمكن وضع تكوي قطرانى في الأوليجوسين. ونظراً لعدم وجود حفريات في هذا التكوين ووجود بقايا كسر الأويستر للإيوسين الأعلى في حصوات الحجر الجيري المدفونة في الطفلة المعاد ترسيبها، فإنه يمكن القول بانتهاء هذا التكوين إلى العمر ما بعد الإيوسين الأعلى - أوليجوسين.

الحديدية ذات الحبيبات الخشنة ذات اللون الأسود تحتل قمم التلال المخروطية نحو الجنوب، جنوب شرق، والشمال. خام الحديد المعاد ترسيبه في الوادى الغربى بمنطقة الجديدة، بصفته التركيبية من خام كونجولوميريتى يحتوى على النيموليت، وكذلك وجود كورات من الحجر الجيرى الدولوميتى ذات الشكل غير المنتظم والمحتوى على النيموليت أيضاً، مدفونة في مرمى الفالق «Fault wall»، تدعو للاعتقاد بأن ترسيبات طبقات خام الحديد هذه في تكوين قطرانى، أعيد ترسيبها في زمن الإيوسين - أوليجوسين.

في منطقة الحرة، عضو خام الحديد عادة ما يغطى بالطفلة المعاد ترسيبها «reworked shales» في الجزء الأوسط من مقعر الحرة (صورة ١٤). هذا الترسب العشوائى يقطعه وادى يمتد شرق - غرب ذور ووافد كثيرة. في الشرق هذا الوادى يقطع هذه الرسوبيات مكونا حافة رأسية بارتفاع ٢٥ متراً. رسوبيات الطفلة العشوائية هذه يوجد بها كونجولوميرات من الحجر الجيرى، مع طفلة حديدية وصخور رملية عشوائيا في الجزء الأسفل، كما يوجد جيوب رملية حديدية في توزيع عشوائى وخلال الشقوق. في الجزء الشرقى من هذه الرسوبيات العشوائية، توجد حفريات مكسرة من النيموليت والترتيتيلا «Turretella» وكذلك قنفذ البحر متجمعة بالجزء العلوى في كتلة صغيرة من شظايا حجر جيرى مدفونة في الطين. بقايا كسر الأويستر تنتمى إلى حفريات الإيوسين الأعلى لتكوين قصر الصاغة.

نفس الكونجولوميرات الجيرية قد تكون سيليسية وأحياناً حديدية، تحتوى على النيموليت وقواقع وقنفذ البحر توجد على السطح في طبقة رقيقة حديدية حول



صورة - ١٤ أ : تعرية تكوين قطراتي في وسط منطقة الحرة خلال الوادي شرق - غرب.



صورة - ١١ ب : تكبير لجزء من تكوين قطراتي يوضح إعادة ترسيب الحجر الجيري وحصوات الحديد في الطين. حصوات الحديد (السوداء) قد تشقت وامتأكت الشقوق بمادة الطين.

التركيب الجيولوجى لمنطقة الحره

إن منطقة الحره تعتبر من وجهة النظر التركيبية أحد المناطق تشوقاً لدراسة الاستراتيجرافى فى الواحات البحرية. ففى مناطق التشويه، فإن دراسة التركيب الجيولوجى - من وجهة نظر المؤلف - تعتبر المفتاح لدراسة الاستراتيجرافى لهذه المناطق. وفيما يلى التركيبات الجيولوجية التى درست بمنطقة الحره:

محدب الحره El Harra Anticline

يكون الحجر الرملى لجبل الحره لب هذا التكوين، يقع جنوب هضبة منطقة الحره، مستطيل الشكل، يأخذ الاتجاه شمال شرق - جنوب غرب، طوله ٢.٦ كيلو متر، متوسط العرض أكثر من الكيلو متر الواحد ويصل ارتفاع قمته ٢٦٨.٩٣ متراً فوق منسوب سطح البحر. يقع مركزه تقريباً عند تقاطع خط عرض ٢٨° ٢٢' وخط طول ٥٥° ٢٩' ٣٠". ويقع على جانب مقذوف الفالق AA' أما الجانب الشمالى الغربى لهذا المحدب يقع فى مرمى الفالق AA' (شكل - ١٧). يأخذ غاطس هذا التركيب الاتجاه جنوب غرب فى منخفض البحرية، بينما امتداده باتجاه شمال شرق مغطى - بعدم تطابق - بخام حديد عضو الجديدة ذى العمر إيوسين أسفل. فى فرع للأخدود الشرقى، تميل طبقات تكوين البحرية حوالى ٣٨° شمال شمال غرب، بينما ميل طبقات عضو حديد الجديدة فوقها يكاد يكون أفقياً إلى ٥° شمالاً (شكل - ١٧). الجانب الجنوبى الشرقى لجبل الحره يتكون من طبقات حديثة لعضو الحجر الرملى الأسفل، والتى تميل بشدة ما بين ٢٢° - ٦٠° جنوب شرق وجنوب على وجه الجبل، حتى تصل إلى مستوى أرضية الواحة (شكل - ١٧، ٢٠). هذا الميل جنوب شرق إلى أرضية الواحة، نتج عنه مقعر متوقع ذو اتجاه شمال شرق - جنوب غرب بغاطس خلال نقب الحره.

بيدندل (١٩٠٥) وضع على شكل - ٦، نهراً يبدأ من بحيرة احتلت موقع منخفض البحرية فى ما بعد الإيوسين (شكل - ١٩)، تمتد نحو الشمال الشرقى إلى شمال الفيوم، حيث توجد دلتا ترسبت فيها حفريات من العظام والأشجار. لقد ربط بيدندل ترسيبات صخور البرك وصخور الرمل ذو الحبيبات الخشنة الحديدية البُحيرية فى منخفض البحرية مع مثيلاتها جنوب غرب الفيوم، وفى جار الحمرة شمال شرق البحرية على أنها جميعاً ترسيبات نهر البحرية الموضح على شكل - ١٩، لبيدندل (١٩٠٥ - شكل - ٦). ففى أقصى جنوب - غرب الفيوم توجد تلال قممها عبارة عن صخور رملية ذات حبيبات خشنة حديدية سيليسية، صلدة، غامقة اللون (سوداء)، عند نقطة فى المنتصف تقريباً على امتداد الخط الواصل بين تلال جار الحمرة والمناطق الرئيسية الحاملة للعظام فى شمال الفيوم. هذه الترسيبات ذات أصل بُحيرى ونهرى. ويمكن الاستدلال بدرجة كبيرة من الاحتمالات، أنها ترسبت على امتداد مجرى نهر فاقص جريانه باتجاه شمال - شرق، وكون ترسيبات دلتا واسعة فيها هو حالياً موجود فى الجزء الشمالى للفيوم (شكل - ١٩).

من حيث إن هذا النهر ينبع من داخل أرض كثيفة الأشجار على بعد مئات الأميال حتى جنوب البحرية، ليس موضع تساؤل؛ أما حجمه وطوله، ومكانه بالتحديد سيظل موضع شك - ويضيف بيدندل (١٩٠٥) - ولكن من ناحية وجوده يمكن التأكد منه كما لو كنا فى وقت الفيضان، ونحن نقف على ضفتيه نشاهد انسياب - تجاه الشمال - مياه الهادرة العكرة، المحملة بأطواف الخشب المتجمعة من أشجار الغابة، وتحمل معها باتجاه البحر هياكل حيوانات الإيوسين الغربية، التى بقاياها توجد بكثرة فى الفيوم ليوماً هذا.



شكل ١٩: المجري المرجح للنهر الرئيسي في زمن الأيوسين الأعلى والأوليغوسين

"بيدندل - ١٩٠٥، شكل - ٦"

Probable Course of chief river of Upper Eocene and Oligocene times

هذا المحذب يرجع تكوينه إلى حركة لاراميد التكتونية «Laramide high»، والتي بدأت في عصر الطباشير الأعلى وظهر تأثيرها على صخور السينومانى.

مقر الحرة El Harra Syncline

هذا المقعر يشغل المساحة المنخفضة طبوغرافيا في منطقة الحرة (شكل - ١٧)، محوره يأخذ الاتجاه شمال شرق - جنوب غرب، يتقاطع عند حافة الهضبة الغربية لمنطقة الحرة مع خط العرض ٢٣° ٢٨°. لذلك يمكن اعتباره امتدادا - شمال شرق - لمحور بول وبيدندل (١٩٠٣) مارا بمقر الهفوف عبر منخفض البحري. طول هذا المقعر ٣ كيلو مترات وعرضه ١.٥ كيلو مترًا وبغاطس نحو الجنوب الغربى. لب هذا المقعر بتكون من طينة جيرية معاد ترسيبها في عصر الأوليجوسين والتي تعلق طبقة خام الحديد، بينما يظهر مكشف خام الحديد على كلا جانبي المقعر. طبقات تكوين النقب ومكافؤه من خام الحديد (إيوسين أسفل) على جانبي المقعر تميل ٥° تجاه محور هذا التركيب المقعر بينما طبقات تكوين البحرية أسفل خام الحديد تميل ٣٠° تجاه شمال غرب موضحا عدم تطابق زاوى «angular unconformity» (صورة - ١٥).

تميل ٢° نحو الشمال الغربى، مما نتج عنه محذب بسيط ولكنه غير متماثل «asymmetric fold» في صخور الإيوسين مكونا محور الطى التقريبى، الذى سار عليه المؤلف حتى اكتشاف خام الجديدة، كما جاء تحت «قصة اكتشاف خام حديد منجم الجديدة».

لذلك أعطى هذا التركيب المقعر عمر ما بعد الإيوسين - أوليجوسين.

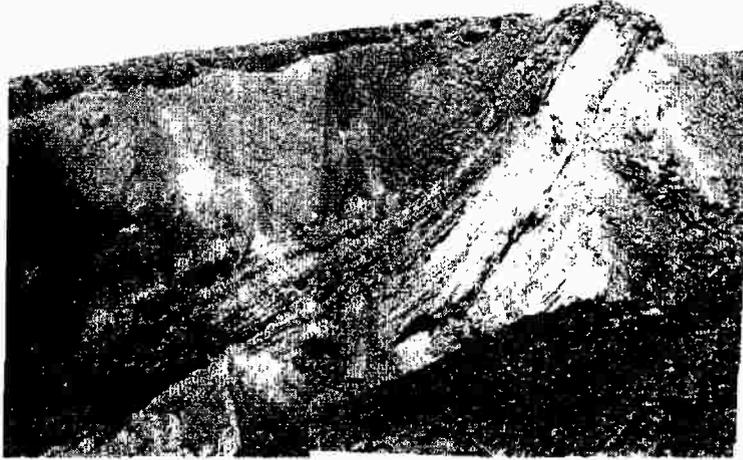
الفوالق Faults

الفوالق ذات الاتجاه شمال شرق - جنوب غرب تعتبر الفوالق الأكثر أهمية في منطقة الحرة. لقد أثرت هذه الفوالق على طبقات تكوين البحرية. كما نشاهد فوالق صغيرة عند قاع عضو الحجر الرملى الأوسط لتكوين البحرية بإزاحة ٣٠ سم باتجاه شمال ٦٠° غرب (صورة - ١٦). تأثير هذه الفوالق الصغيرة ينتهى خلال السمك الكبير لقطاع الصخور الرملية. لقد كان لاكتشاف المؤلف (١٩٧٠) للفوالق 'BB' و 'CC' أهمية علمية، فقد حفظت رسوبيات عصر الكامبينيان بينهما مما دَلَّ على غمر بحر الكامبينيان لشمال شرق البحرية.

الفالق 'AA' (صورة - ١٥، شكل - ١٧)

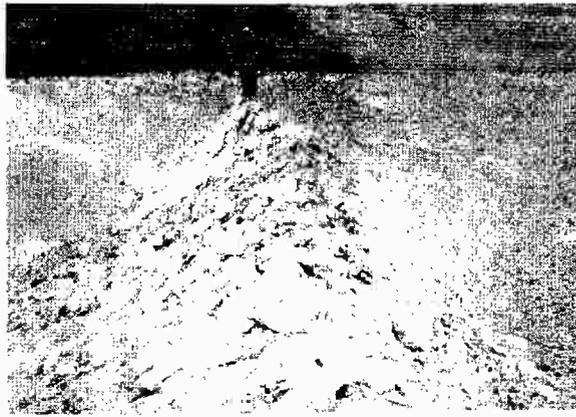
هذا الفالق يجرى في الخور الغربى ويقطع الخور الشرقى، فاصلاً عضو الحجر الرملى الأسفل لتكوين البحرية إلى الجنوب الشرقى من العضو المرقش الأسفل لتكوين البحرية إلى مرماه في الشمال الغربى. اتجاه هذا الفالق 'AA' شمال شرق - جنوب غرب. تأثير هذا الفالق في منطقة الحرة يظهر في الخورين الغربى والشرقى حيث تميل طبقات العضو المرقش الأسفل بحده بزوايا ٣٠° إلى ٧٠° شمال غرب، حوافها مشطوفة بطبقات الحديد للعصر الإيوسين الأفقية تقريباً ظاهرياً.

لقد خضعت منطقة الحرة لفترتين من التشويه؛ الأولى - تسببت في تكوين الأخدود «graben» الذى تكون بين الفوالق وغمره بحر الكامبينيان حيث استقبل هذا الأخدود ترسيبات عصر الكامبينيان؛ الفترة الثانية - كانت تجديد نشاط التراكيب القديمة والتي أحدثت الأخدود ولكنها لم تكن بالقوة الكافية لإحداث فوالق في صخور الإيوسين وصخور الأوليجوسين في منطقة الحرة، وإنما ظهر أثرها في الجزء الشمالى للمنطقة، حيث نجد صخور الإيوسين تميل بمقدار ٥° نحو المقعر، بينما



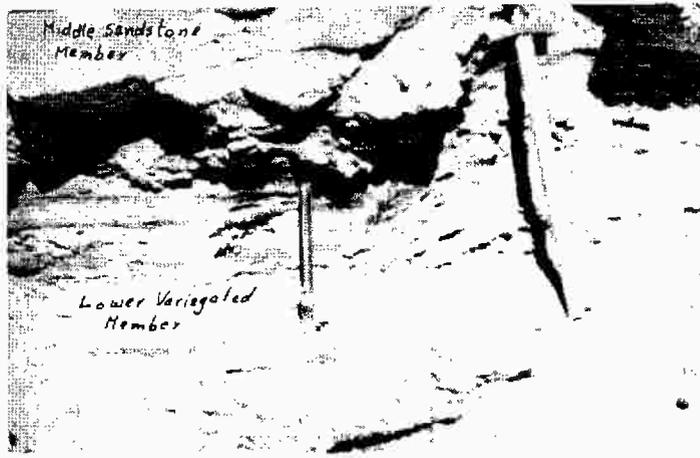
صورة 15

للحالق AA توضع قذوف
عضو الصخر الرمل الأستقل
في مقابلة الدعوى الرولى
الاستقل لتكوين البحرية
التي تبين بدرجة كبيرة
(30-70)



صورة - P15

استناد العالق AA جنوب غرب
جبل الحرة في سفوح البحرية بدرجة
ميل 60-70 نحو الشمال الغربى.



صورة - 16

فالق صغير ذو عرض 30 م
في قاع عضو الحجر الرولى
الزوسط -

غرب، ويقطع الجزء السفلى من الحائط الغربى لمنطقة الحرة، ومرماه تجاه شمال غرب. من الصورة - ١٠، يمكن ملاحظة طبقة الطين لتكوين الهفوف (العضو الأعلى) بلونها الأخضر تعلو مستوى الفالق دون أية إزاحة. عند جانب المقذوف للفالق جنوبا، يوجد مكشف العضو المرقش الأسفل لتكوين البحرية بلونها الأبيض أسفل طبقة الطين الخضراء لتكوين الهفوف، بمعنى أن عضوى البحرية الأوسط والأعلى وكذلك تكوين الحيز قد تم تعريتها تمامًا قبل غمر بحر الكامبيين للمنطقة. في شمال هذا الفالق يوجد مكشف العضو الأسفل لتكوين الهفوف، لذلك يمكن اعتبار مقدار الإزاحة حوالى ٥٥ مترًا. قد يستمر تأثير هذا الفالق نحو الشمال الشرقى أسفل تكوين الهفوف حتى شمال نهاية الخور الشرقى بقليل.

الفالق CC' (شكل - ١٧)

اتجاه هذا الفالق شمال شرق - جنوب غرب، مرماه باتجاه جنوب شرق. مثل الفالق BB' فهو يقطع الجزء الأسفل من الحائط الغربى في جزئه الشمالى. طبقات الهفوف في هذا الموقع تعلو - بعدم تطابق - رسوبيات الحيز بدون أية إزاحة على كلا جانبي الفالق، الإزاحة الرأسية للفالق حوالى ٥٥ مترًا. توجد طبقات الحيز على هيئة مسحوب الفالق «as a drag of this fault».

امتداد هذا الفالق تجاه الشمال الشرقى عبر الهضبة القديمة أسفل تكوين الهفوف، يمكن استبيانها في شمال منطقة الحرة وخلال الوادى الجنوبى في منطقة الجديدة. فالصخور الرملية لتكوين البحرية في الوادى الجنوبى لمحدب الجديدة توجد مرتفعة على جانب المرمى العلوى في مواجهة الحجر الجيرى لتكوين النقب في الجنوب، نتج عنه ظاهرة وكأن هناك فالقًا يمر خلال الوادى

عضو الحجر الرملى يشغل مقذوف الفالق على الجانب الجنوبى الشرقى بينما مرماه على الجانب الشمالى الغربى، بإزاحة رأسية حوالى ١٧٤ مترًا، على أساس وجود العضو المرقش الأسفل لتكوين البحرية عند قاع المنخفض بجانب مرمى الفوالق، بينما عضو الحجر الرملى الأسفل الذى يلى إلى أسفل العضو المرقش الأسفل، نجده يرتفع شامخًا بجانب المقذوف الجنوبى الشرقى. فإذا أخذنا متوسط سمك عضو الحجر الرملى الأسفل حوالى ١٠٠ متر، ومتوسط سمك العضو المرقش الأسفل حوالى ٧٤ مترًا فيكون مرمى الفالق AA' = ١٧٤ مترًا.

جدير بالإشارة إلى أن الفالق AA' قد أثر على تكوين البحرية، في الوقت الذى نجد فيه طبقات الحديد للإيوسين الأسفل تعترض هذا الفالق بدون إزاحة في الخور الشرقى. هذا ما يحدد عمر الفالق AA' قبل عصر الإيوسين الأسفل وبعد العمر السينومانى. هرمينا وآخرون (١٩٥٧) أشاروا إلى أن طبقات عصر الطباشير الأعلى وطبقات الإيوسين في جبل الهفوف قد وقعت في مرمى امتداد الفالق AA' تجاه الشمال الغربى عبر منخفض البحرية، قد يعزى ذلك إلى تجديد نشاط التراكيب القديمة أثناء الحركة التكتونية، التى حدثت في ما بعد الإيوسين، والتى أثرت على طبقات الإيوسين في جبل الهفوف بينما كان تأثيرها في الاتجاه الشمالى الشرقى يظهر خلال طى طبقات الإيوسين في شمال منطقة الحرة، وهو محور الطى الذى مدّه المؤلف إلى منطقة الجديدة (١٩٧٠). لقد كان تأثير الطى في منطقة الحرة ضعيفا بالنسبة لتأثيره في جبل الهفوف.

الفالق BB' (صورة - ١٠، شكل - ١٧)

هذا الفالق يأخذ الاتجاه شمال شرق - جنوب

تطابق - تكويني الحيز والبحرية. يمتد هذا الأخدود شمال شرق - جنوب غرب مثل ما هو عليه مقعر الهفوف، على امتداد محور الطيّ الذي وقعه أولاً بول وييدنل (١٩٠٣) عبر منخفض البحرية.

لقد امتلأ هذا المنخفض الأخدودي بالطبقات السفلى من رسوبيات بحر الكامبينيان - والتي لم تمتد على أى من جانبي الأخدود - بينما الطبقات العليا من رسوبيات بحر الكامبينيان قد امتدت - بدون أن تعوقها الفوالق - على جانبي الأخدود الذي غمرته مياه بحر الكامبينيان، (صورة - ١٠).

لذلك تجسدر الإشارة هنا إلى أن سمك طبقات الكامبينيان في وسط المنخفض الأخدودي أكبر منها عما هو عليه سمكها على كلا الجانبين.

إنه بسبب وجود هذا المنخفض الأخدودي المملوء بصخور الكامبينيان، مما دعا المؤلف (١٩٧٠) للاعتقاد بأن بحر الكامبينيان قد غمر مرتفع البحرية في منطقة الشمال الشرقي، بينما الجيولوجيون السابقون أشاروا إلى غيابه في هذه المنطقة.

رسوبيات الإيوسين الأسفل تُظهر نفس المنخفض التركيبي ذات الاتجاه شمال شرق - جنوب غرب، والمثلة هنا بجزئه المكافئ عضو حديد الجديدة في منطقة الحره. هذا الالتواء المقعر قد يعزى وجوده إلى تجديد الحركة التكتونية في زمن ما بعد الإيوسين، أساساً على امتداد الخطوط القديمة للإلتواء. من وجهة النظر الأخرى، فإن تجديد النشاط التكتوني في ما بعد الإيوسين لم يُظهر أية إزاحة لكل من: طبقات النقب ومكافؤه خام الحديد في مقعر الحره، برغم توائها وكذلك طبقات النقب بالتركيب الصغيرة على امتداد المحور التقريبي للطّي شمال الحره؛ حيث نجد ميل طبقات النقب للإيوسين الأسفل على امتداد محور الطّي

الجنوبي، وهو ما ليس كذلك حيث إن الحجر الجيري الجنوبي لتكوين النقب يدور إلى الغرب والشرق، وينهى الوادى الجنوبي بدون أية إزاحة. ويبدو أن الحركة التكتونية التي حدثت في ما بعد السينومانى نتج عنها طّي وصدع محدب الجديدة قبل أن يغمر بحر الإيوسين الأسفل الأرض الجافة غير المستوية. ومعنى ذلك أن الوادى الجنوبي بالجديدة قد يكون على امتداد مستوى فالق قديم. نفس الظاهرة تم إدراك صورة لها تمامًا في شمال منطقة الحره (على امتداد محور الطّي) حيث تتكشف صخور الرمل إلى حد ما بعمق ضحل ومساحة صغيرة رغم ذلك لا توجد إزاحة لطبقات النقب.

من المناقشة عاليه يمكننا الاعتقاد بأن الفالقين 'CC و'BB كصدى للفالق 'AA، والذي يمكن أن يأخذ نفس العمر مثل هذين الفالقين. ومعنى ذلك أنه كانت هناك حركة تكتونية حدثت في ما بعد السينومانى، والتي نتج عنها طّي وصدع طبقات السينومانى بالهضبة الشمالية الشرقية للوحدات البحرية. هذه الحركة التكتونية لم تؤثر على طبقات الكامبينيان (تكوين الهفوف). وبناء عليه يمكن أن تنتمي هذه الفوالق إلى العمر ما بعد السينومانى إلى ما قبل الكامبينيان. نتيجة لذلك، تكونت تراكيب منخفضة ومرتفعة «block faulted» فوق هضبة صخور السينومانى الأعلى بمنطقتي الحره والجديدة.

أخدود ما قبل الكامبينيان «Pre-Companion Graben»

إن وجود منخفض ما قبل الكامبينيان فوق صخور السينومانى بمنطقة الحره قد أشير إليه عاليه. لقد غمر بحر الكامبينيان الهضبة الشمالية الشرقية للبحرية حيث رسب رسوبيات تكوين الهفوف في منخفض أخدودي ينحصر بين الفوالق 'AA، 'BB، 'CC، يعلو - بعدم

رسوبيات، هما: عضو خام حديد الحرة « ElHarra Iron Ore Member -»، وعضو خام حديد الجديدة « ElGedida Iron-Ore Member»، (جدول - ٢٤).

عضوا خام حديد الحرة والجديدة، أسنان أعطاها البسيوني (١٩٧٠) للوحدات الصخرية الحاملة لخام الحديد في الواحات البحرية؛ نظرًا لشهرة وجودهما في مناطقها.

كما أشرنا سابقًا، فإن هذه الدراسة سوف تركز على الوضع الجيولوجي للخام في الحقل، وليس العمر لعملية التمدن. يتكون عضو خام حديد الحرة من تبادلات خام الهيماتيت والجوتيت، طين، طفلة، والطبقات الجيرية الحفرية لعصر الكامبنيان. كما يتكون عضو خام حديد الجديدة أساسًا من الجوتيت والهيماتيت متبادلة مع طين، طين جيري، كونجلوميرات وحجر حديدي كوارتزي حجري للعمر إيوسين أسفل - بيريزيان.

عضو خام حديد الحرة ElHarra Iron-Ore Member

خام حديد هذا العضو يتمثل في طبقات الهيماتيت والجوتيت الموجودة في العضو الأعلى لتكوين الهفوف، والتي يظهر مكشفها في وسط الحافة الغربية لمنطقة الحرة، وامتدادها شرقًا أسفل خام الحديد لعصر الإيوسين. وهو يمثل أيضًا طبقة الجوتيت والهيماتيت التي تنكشف في الجزء الجنوبي للحافة الغربية، وكذلك في الخور الشرقي أسفل عضو خام حديد الجديدة. هذه الطبقة الأخيرة من خام حديد عضو الحرة تعتبر الامتداد الطبيعي للحديد الأسفل بالعضو الأعلى لتكوين الهفوف (انظر تحت تكوين الهفوف).

غير متماثلة، نجده أكثر ميلًا باتجاه مقعر الحرة ٥° جنوب شرق، بينما تميل نفس طبقات النقب ٢° شمال غرب على الجانب الآخر. نتج عن ذلك وجود تراكيب صغيرة غير متماثلة، محورها يمتد على طول محور الطي التقريبي الذي مده المؤلف (١٩٧٠) حتى منطقة الجديدة (شكل ١٧ - «approximate axis of folding» في منطقة الحرة، العلاقة بين صخور التكاوين وبعضها هي علاقة عدم تطابق. فتكوين الهفوف يعلو بعدم تطابق تكوين الحيز والبحرية، بينما تكوين النقب يشاهد يعلو كل هذه التكاوين بعدم تطابق زاوي «with angular unconformity».

من المناقشة التركيبية عاليه، فإن فترتي التشويه واللتن حددتا التركيب الجيولوجي لمنخفض الواحات البحرية قد وجدت ممثلة في منطقة الحرة، وهي الحركات التكتونية في ما بعد السينوماني (لاراميد) وما بعد الإيوسين حيث يطلق عليها «القوس السوري» وهو الجزء الأخير من حركة لاراميد العظمى.

فوجود تكوين الهفوف في منطقة الحرة أعطى معلومة إضافية لاستراتيجية الواحات البحرية بالنسبة لتقدم بحر الكامبنيان على مرتفع البحرية ونحو الشمال الشرقي. هذا التكوين قد سجل وجوده الجيولوجيون السابقون في وسط منخفض البحرية (جبل الهفوف).

خام الحديد في منطقة الحرة

حتى ١٩٧٠، لم يتم دراسة التتابع الصخري أو ما به من حفريات دقيقة أو كبيرة لخام الحديد بمنطقة الحرة. فيما عدا الدراسة التي أعدها البسيوني (١٩٧٠) والتي عرف فيها نوعين من الطبقات الحاملة لخام الحديد في منطقة الحرة، بينهما فجوة زمنية كبيرة وبدون

القطاع الجيولوجى بالموقع X6 يصف العضو
الاعلى لتكوين الهفوف، وهو يعتبر القطاع المثالى لعضو
خام حديد الحره، كما يلى: (شكل - ٢٠).

قمة القطاع: كونجولوميرات أسفل عضو خام حديد الجديدة (- ١,٤٠ مترا) السمك - متر

- ٦- طفلة؛ تفصل على هيئة صفائح ذات ألوان مختلفة بالجزء الأسفل،
١.٤٠ فاصل واضح مع خام الحديد أسفلها
٥- هياتيت؛ صلد، أصفر على السطح الخارجى وخلال الشقوق، أسود على
٢.٩٠ السطح الجديدة، الجزء الأسفل ذو فجوات وفاصل واضح مع الطفلة أسفله
٩.٠ ٤- طفلة؛ ورقية الشكل، جامدة، ذات أحزمة ألوان مختلفة
٣- صخر رملى جبرى؛ أصفر صحراوى، خفيف الوزن، به حفريات *Picnodonta vesicularis*
الجزء العلوى ذو فجوات، مصفر. الباريت والكاسيت تملأ الفجوات.
٢.٠ الجزء الأسفل مصمت قليلاً ويحتوى على جيوب من الحديد الأسود
٠.٦٢ ٢- طين؛ مخضرة، مصفرة
٠.٤٠ ١- جوتيت؛ بنى مكسر، رملى

الصدع جليا (صورة - ١٠). عدم التطابق الزاوى
واضح، ويكن تتبع مستوى عدم التطابق بسهولة حيث
تتضح الطينة الخضراء لتكوين الهفوف بكل وضوح،
ويسهل تفريقها من الطينة الرملية البيضاء لتكوين
البحرية أسفلها بفاصل واضح.

وفىما يلى قطاع X7: (شكل - ٢٢)

طبقة الصخر الرمى الجبرى والتى بها حفريات
Picnodonta vesicularis Lamark فى وسط القطاع
تفصل طبقتى خام الحديد فوقها وتحتها، والحفريات
الموجودة بها أعطت العمر كامبينيان لعضو خام حديد
الحره. هذا القطاع X6 يمكن مقارنته بقطاع X7 على
جانب الرمى العلوى للفاثق BB' حيث يوجد سطح

قمة القطاع السمك بالمتر

- عضو خام حديد الجديدة
٥ - طفلة؛ ورقية الشكل ذات أحزمة ألوان مختلفة، جزؤها العلوى
٨.٠ أعيد ترسيبه مع رسوبيات خام حديد الجديدة الإيوسينى الذى يعلوها
١.٥ ٤- صخر رملى جبرى؛ أصفر برتقالى، خفيف الوزن، به جيوب مغرة حمراء
٠.٧٠ ٣- طين؛ مخضرة مع جيس عند جزئها الأعلى

السّمك بالمتر

- ٠,٣٥ ٢- جوتيت؛ صلد، بني، رمل قليلاً، مكوناً جرفاً بارزاً أو حيداً
- ٠,٥٠ ١- طين؛ خضراء إلى مخضرة، ليست رملية كالطين أسفلها وتستمر شمالاً مع الطين لتكوين الهفوف في جانب المرمى السفلي للفاثق BB' (شكل - ٢١)
- anguler unconf. عدم تطابق زاوى
- طينة رملية، مبيضة، العضو المرقش الأسفل لتكوين البحرية.

سمك طبقة الطفلة أسفل طبقة خام الحديد العليا في القطاع المثالي $X_6 = 9$ مترًا على جانب المرمى السفلي للفاثق BB'، نجدتها نحو الجنوب على جانب المرمى العلوي للفاثق نفسه في المواقع: $X_7 = 8$ أمتار، $X_{11} = 4, 40$ ، $X_{12} = 1, 60$ ، مترًا، وذلك نتيجة لعوامل التعرية الشديدة، التي تعرضت لها المنطقة في ما قبل عصر الإيوسين.

جنوباً شمال جبل الحره - في أعالي الخور الغربي - خام حديد عضو الحديدية يعلو تكاوين الهفوف والبحرية بعدم تطابق زاوى. عند الموقع X14، تكوين الهفوف رفيع السمك ممثلاً بعضو خام حديد الحره، كما في القطاع X14، كما يلي: (شكل - ٢١ و ٢٢)

قمة القطاع

هذه الطبقة الرملية تكون سطح التعرية للعضو المرقش الأسفل لتكوين البحرية، يعلوه - بعدم تطابق زاوى - الطبقة الخضراء لتكوين الهفوف. القطاعين X_6 ، X_7 يمكن ربطهما ببعض بسهولة - عبر الفائق BB' - مبتدئاً بخام الجوتيت إلى أعلى التسابع مع نقص السمك باتجاه الجنوب، بمعنى ١٦, ٣٢ مترًا بالموقع X6 إلى ١٠, ٥٥ مترًا بالموقع X7 على التوالي. ففى الشكل - ٢٢، نلاحظ اختفاء طبقة الكونجلوميرات جنوباً، والتي تفصل عضو خام حديد الحره من عضو خام حديد الحديدية، وكذلك اختفاء أو تعرية طبقة الطفلة وطبقة الحديد العليا لعضو جديد الحره، وجزء من الطفلة أسفلها جنوباً. فمن حيث كان

السّمك بالمتر

- ٠,٢٥ - عضو خام حديد الحديد الإيوسيني.
- ٠,٨٥ ٣- طين؛ رمل مبيض عند القاع، أصفر في جزئه الأعلى عند سطح التلامس مع خام حديد عضو الحديدية
- ٠,٥٠ ٢- هيماتيت؛ أسود، أحمر غامق. يعتبر الامتداد الطبيعي لخام الجوتيت في القطاع السابق X7
- ٠,٥٠ ١- طين؛ رمل، مع أحزمة ألوان المغرة الحمراء
- عدم تطابق
- تكوين البحرية (العضو المرقش الأسفل).

قمة القطاع

شكل - ٢٠ : القطاع المثالي لعضو خام حديد الحره
منطقة الحره - الموقع ٦X ، الشكل ١٧ .
البيسوني ١٩٧٠

الوصف	القطاع	السمك «م»	العمق «م»	العضو	التكوين	العمر
خام حديد ، جوتيتي ، مصمت ، بني مصفر الي اسود مع احزمة رقيقة رملية صفراء ، يوجد الجبس في الشقوق.	G	١,٢		حديد الحديده		بيريزيان
طين معاد ترسيبية مع اكسيد الحديد. يوجد احزمة او طبقات رقيقة من اكسيد الحديد و الطين. تعتبر هذه طبقة كونجلوميرات.		١,٤	٢,٦	عضو خام		
طفلة ، شبيهة بالإردواز ، متورق ، حزوز متعددة الألوان في الجزء الأسفل و السطح الفاصل مع الحديد اسفله حاد واضح.		١,٤	٤,٠٠			
خام الحديد، جوتيت اسامسا ، جامد ، اصفر علي السطح الخارجي و خلال الشقوق . اسود السطح الحديثة. الجزء السفلي به فجوات مع سطح فاصل حاد مع الطفله اسفله .	G	٢,٩	٦,٩	عضو خام حديد الحره	تكوين	
	G				وين الحديده	
طفلة ، شبيه الإردواز ، متورق ، جامدة عند السطوح الحديثة (الجديدة) ، نو احزمة الوان متعددة.		٩,٠٠				كامبينيان
حجر رملي كلسي ، اصفر ، خفيف وزنا ، يحتوي على حفريات <i>Picnodonta vesicularis lam</i>		٢,٠٠	١٥,٩			
الجزء العلوي به فجوات، أصفر. الجزء السفلي مصمت يحتوي على جيوب حديد اسود.			١٧,٩			
حجر طين، مخضر، مصفر .		٠,٦٢	١٨,٥٢			
خام حديد جوتيتي ، رملي ، بني ذو شظايا وكسر.	G	٠,٤٠	١٨,٩٢			

(a saddle). محور هذا التركيب (السرج) يمر خلال امتداد الخور الشرقي باتجاه شمال غرب - جنوب شرق. وعلى كل، فمكشفت طبقات خام الهيماتيت المفهوف والطين عند قاع أعلى الخور الشرقي تمتد شمالاً؛ حيث نجدها عند قاع الحفرة - ٢٤، والتي تم حفرها خلال تكوين خام الحديد.

شمال الموقع X6، طبقة خام الجوتيت لعضو الحرة تقل في السمك، وتصير هيماتيتية عند الموقع X3، كما يلي:

السمك بالمتر

٠.٨٠	.....	التلامس العلوي لتكوين المفهوف
١.٨٠	.....	٢- خام حديد؛ أساساً هيماتيت، سهلة التفتيت، أسود، خام منجنيزي
		عدم تطابق

قمة القطاع

- عضو خام حديد الجديدة

٣- طين؛ أخضر مع أحزمة صفراء مع المغرة الرفيعة عند سطح

١- طين؛ رملي، تكوين الحيز.

عند الموقع X12، قطاع عضو خام حديد الحرة يتمثل فيما يلي:

طبقة خام الجوتيت الرملية عند قاع القطاع المثالي (شكل - ٢٠) تستمر جنوباً على امتداد الحافة الغربية كخام جوتيت متغير السمك (٠.٢٥ - ٢.١٥ متر).

السمك بالمتر

١.٦٠	.....	(صورة - ١٧ أ، ب). سطح التلامس الأسفل واضح
٠.٨٠	.....	٢- خام حديد؛ جوتيت أساساً، صلد، أسود إلى بني داكن
٠.٦٠	.....	١- طين؛ أخضر مع ترسيبات حديدية حمراء خلال الشقوق تنحصر في الجزء الأسفل
		عدم تطابق

قمة القطاع

- عضو خام حديد الجديدة

٣- طين؛ أصفر مخضر، مصفر، مع حزام من المغرة الحمراء المتموجة في الوسط. سطح التلامس الأعلى متموج مع خام الحديد أعلاه

تكوين البحرية - العضو المرقش الأسفل.

الجوتيتى يزداد سمكا بينما طبقة الطين فوقه كسظت
بموامل التعرية فى ما قبل عصر الإيوسين (شكل - ٢١)،
كما فى قطاع الموقع X13، كما يلى:

شمال هذا القطاع بحوالى ٢٠ مترا على امتداد الحافة
الغربية، سمك الخام الجوتيتى يصير رفيعا إلى ٠.٣٠
مترا، بينما جنوب القطاع X12 بحوالى ٢٠ مترا يزداد
سمكه إلى ١.٥ مترا. فى اتجاه الجنوب، هذا الخام

قمة القطاع

السمك بالمتر	وصف
٠.٢٥	١ - طين؛ أصفر، أصفر مخضر
٢.١٥	٢ - خام حديد؛ جوتيتى أساسا، أسود، منجنيزى
٠.٦٠	٣ - طين؛ صفراء اللون مع سطح التلامس العلوى، متموج بدون أحزمة المغرة فى الوسط كما فى X12

عدم تطابق

تكوين البحرية - العضو المرقش الأسفل

طبقة الخام العليا تتكون من خام الهيماتيت الصلد
وتحتوى على ٣٩.٢٥٪ حديد (Fe) و ١.٦٪ منجنيز عند
الموقع X6، بينما عند الموقع X3 تجاه مستوى الفوالق
'CC' فإنها تتحول إلى خام جوتيتى يحتوى على ٥٣.٤٥٪
حديد و ٩.٢٤٪ منجنيز (شكل - ٢١).

طبقة الخام الأسفل تتكون فى القطاع المثال (شكل
- ٢٠) من خام جوتيتى رملى، والسدى يوجد كصخر
رملى حديدى فى الوسط بين الفالقين 'CC' و 'BB'، بينما
تجاه مستوى الفالق 'CC' فإنها تتمثل فى طبقة حديد
رفيعة (شكل - ٢١). جنوب القطاع المثال X5، تجاه
الفاالقين 'AA' و 'BB' هذا الخام الجوتيتى الرملى الأسفل
يزداد سمكا (٠.٤٠ - ٢.١٥ مترا) وكذلك تزداد نسبة
الحديد (٤٢.٠٪).

كسظ الطبقات العليا لعضو الحرة باتجاه الجنوب
على امتداد الحافة الغربية حتى طبقة الطين المتداخلة
ووجود خام حديد عضو الجديدة الإيوسينى فوقها

الوضع الجيولوجى لعضو خام حديد الحرة بمنطقة الحرة

طبقات الحديد لهذا العضو تكوّن أسفل حائط خام
حديد الواحات البحرية بمنطقة الحرة على امتداد الحافة
الغربية وأعلى الخور الشرقى. الترسيبات الحطامية
المتخللة عضو حديد الحرة، بمتوسط سمك ٥.٨ مترا،
عادة ما تفصل هذا العضو إلى طبقة حديد عليا وأخرى
سفلى.

على الرغم من كون طبقات عضو خام حديد
الحرة لا يوجد بها حفريات بالمقارنة مع عضو خام حديد
الجديدة ذات العمر الإيوسينى فوقها، إلا أن وجود
الصخور الرملية الجيرية الحفرية والحاملة لحفريات
Picnodonta vesicularis Lamark ذات العمر
الكامبينيان فى وسط هذا العضو بالإضافة إلى عدم
التطابق الزاوى لعضو خام حديد الجديدة أعلاها، قد
ساعد على فصله كعضو خام حديد الحرة بتكوين
الهفوف (شكل - ٢٠، ٢١، ٢٢).

عمومًا لحام حديد الواحات البحرية ذات العمر إيوسين.

قليل من الدراسة أجريت على خام حديد منطقة الحرة. بول وبيدزل (١٩٠٣ - ص ٦٧)، هما الأوائل اللذان أشارا إلى وجود طبقة الليمونيت الأفقية تعلو - بعدم تطابق - حواف التعرية الرأسية لطبقات صخور الحجر الرملي والطين لتكوين البحرية بشمال غرب جبل الحرة.

على الصفحات التالية يظهر عضو خام حديد الجديدة كوحدة طبقية حفزية، والتي تتداخل مع تكوين النقب المكون للهضبة المحيطة بالمنطقة.

المناطق التي فيها تمت دراسة عضو خام حديد الجديدة، هي كما يلي:

- ١- منطقة الجديدة - والتي سبقت دراستها على الصفحات السابقة.
- ٢- منطقة الحرة.
- ٣- منطقة الجبل غرابي.

عضو خام حديد الجديدة بمنطقة الحرة

طبقات خام حديد هذا العضو تكوّن الجزء العلوى لحافة الهضبة شمال جبل الحرة، تغطيها الطفلة في الجزء الأوسط من منطقة الحرة، والكوارتزيت في الجزء الشمالى الشرقى. إلى الشمال وشمال غرب حافة الهضبة، نجد طبقة الحديد لهذا العضو تتخلل الحجر الجيري لعصر الإيوسين الأسفل - يثيريزيان.

القطاع المثالى لعضو خام حديد الجديدة بمنطقة الحرة (شكل - ٢٣) تم قياسه في اتجاه شمال الحافة الغربية بالموقع X3 (شكل - ١٧)، كما يلي:

بدون كونجولوميرات في معظم الحالات والتغير الجانبى لطبقة الحفريات إلى طبقة طفلة رملية جنوبا (شكل ٢١ و ٢٢)، يبدو من الوهلة الأولى وكأنه يتبع عضو خام حديد الجديدة فوقه؛ بمعنى أن مكشف خام الحديد بعضو الحرة يقع أسفل خام حديد عضو الجديدة الإيوسينى، مع طبقة الطين بينهما، وعدم وجود كونجولوميرات في معظم الحالات على امتداد الحافة الغربية جنوبا والخور الشرقى بمنطقة الحرة، يظهر وكأنه من نفس العمر الإيوسينى. وهذا مما دعا بعض الجيولوجيين إلى اعتبار طبقات خام الحديد في منطقة الحرة عمومًا ذات العمر الإيوسينى مع طبقة طين بينهما. في جميع الحالات، فإن خام حديد عضو الحرة غير حفري، بينما خام الحديد الذى يعلو طبقة الطين هذه يحتوى على حفريات عصر الإيوسين الأسفل. إنه بسبب عوامل التعرية في ما قبل الإيوسين مما نتج عنه اضمحلال سمك طبقة الطين، والتي تلى طبقة الحديد السفلى؛ مما أدى إلى سوء فهم إلى أى تكوين طبقات الحديد السفلى تنتمى.

مما سبق يتضح أن الوضع الاستراتيجى لحام حديد الحرة هو استمرار طبيعى لطبقات الصخر الرملى الحديدى بتكوين المهفوف، والتي زادت نسبة الحديد فيها نتيجة عملية الإحلال في فترة لاحقة «by hydrothermal replacement in Cater stage».

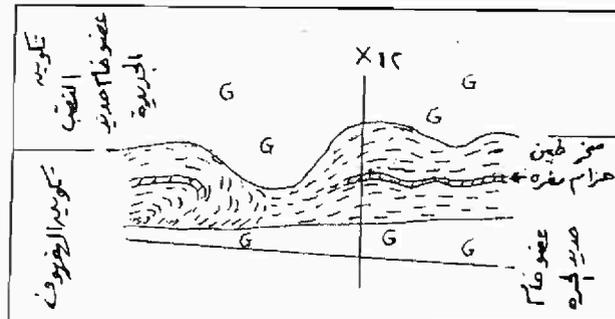
عضو خام حديد الجديدة

يمثل عضو خام حديد الجديدة في مناطق: الجديدة، الحرة، جبل غرابي، جزءًا من الوضع الاستراتيجى لتكوين النقب. لقد ثبتت القيمة الاقتصادية لهذا الخام. اكتشف المؤلف خام حديد منطقة الجديدة في ١٣/٩/١٩٦١، هذا الاسم «الجديدة» أعطاه المؤلف

صورة ١٧- منطقة الحره



أ- أزمة كونجولوميريتية حديدية أسفل عضو خام حديد الجديدة،
توضح حصوات الحديد في نسيج مادة الطين كما توضح
صفتها التموجية.



ب- رسم توضيحي لقاع التلامس المتموج لعضو خام حديد
الجديدة وكذلك تناقص سمك عضو خام حديد الحره على هيئة
"إسفيني الشكل"

- ١٠- طبقة كونجلوميرتية حديدية مع جيوب وعدسات الكوارتزيت
في الجزء السفلى. يتكو هذا الكونجلوميرات من حصي خام الحديد والرمل ١,٣٥
- ٩- خام حديد؛ أساسا جوتيت، صلد، بني غامق إلى أسود ١,٠٥
- ٨- طين؛ جيرى مدفون بها كتل متحجرة من عقد حديدية (كونجلوميرات -
توقف بسيط في الترسيب diastem conglomerate). قرب القاع يوجد حزام من الحجر
الجيرى الكوارتزيتى ذى اللون الأبيض الرمادى ٠,٨٠
- ٧- خام حديد؛ أساسا هيماتيت، سهل التفتت، أحمر إلى بني محمر، مع جيوب من الجوتيت عند
القاع ٠,٦٥
- ٦- حجر جيرى حديدى سيليسى؛ كوارتزيتى، صلد جدًا، أسود اللون. تضمحل أو تتلاشى
جنوبًا، حفري
- ٢,٠٠ *Velates schmiedeli, Natica Longa Bellardi, Cerithium sp., Nummulites spp.*
- ٥- خام حديد؛ أساسًا هيماتيت - أحمر اللون مائل للبني، مع أحزمة من المغرة الصفراء
ذات السمك ١٠ سم عند القاع ٠,٩٠
- ٤- طين؛ مصفر اللون، ولكن ذو لون أخضر عند الفاصل الأسفل ٠,٤٠
- ٣- خام حديد؛ أساسًا هيماتيت، بني إلى أسود، منجنيزى في الجزء الأعلى، بني إلى بني محمر خام
مغرة مع قليل من جيوب صفراء في الجزء الأوسط
في الجزء الأسفل يصير الخام بني مسود إلى بني، منجنيزى، سهل التفتت ٩,٠٠
- عدم تطابق زادى angular unconformity
- ٢- طين؛ خضراء في جزئها الأعلى توجد أحزمة مغرة صفراء ٠,٨٠
- ١- خام حديد؛ أساسًا هيماتيت، سهل التفتت، أسود يعتبر خام منجنيزى ١,٨٠
- يليه إلى أسفل طينة خضراء

الطبقات ١ و ٢ تنتمى إلى عضو خام حديد الحرة، والتي كشتت بعوامل التعرية في ما قبل
الإيوسين الأسفل، يعلوها خام حديد عضو الجديدة بعدم تطابق زاوى.

الجوتيت، صلد، أسود، بني، أحمر، وقاعه مع طينة عضو
خام حديد الحرة متموج (صورة - ١٧).

في الشمال يوجد خام حديد هذا العضو متداخلا
بين صخور الحجر الجيرى بقاع تكوين النقب عند الموقع
X2 و X9 .

وفيا يلي تتابع الطبقات عند الموقع X2:

في اتجاه الجنوب (شكل - ٢٠ و ٢١)، يمكن التمييز
بين عضو خام حديد الجديدة من عضو خام حديد الحرة
في الطبيعة بكل وضوح، وتتبعًا جنوب الفائق BB'
حيث يصل سمك طبقة الطين ٨ أمتار (X7 - شكل -
١٧) بين عضوى الجديدة والحرة، نجدتها تقل في
السمك حتى تصل ١,٦٠ مترًا عند الموقع X12،
ويكون عضو خام حديد الجديدة طبقة واحدة من خام
الحديد بسمك ٥,٨٥ مترًا بدون تداخلات طينية.
بالموقع X12 خام حديد عضو الجديدة يتكون أساسًا من

قمة القطاع : سطح التعرية

السكك بالتر

- ٥- حجر جيرى كالسيتيك إلى حجر جيرى متبلور، أصفر باهت إلى مبيض
١.٦٠+ توجد جيوب كبيرة من الكالسيت كأسنان الكلب «dog-teeth calcite»
- ٤- خام حديد؛ النسبة الحديدية ليست مستقرة، ولكن عمومًا فهو خام ليمونيتي
أصفر مع عدسات جوتيت صلدة بنية اللون إلى سوداء،
١.٦٠ سطح التعرية بنى اللون. كالسيتي
- ٣- حجر جيرى؛ مبيض، غير مستمر، متشقق، يوجد حزام من الحجر الجيري
المتبلور، رفيع عند القمة. حفري - نيموليتي ١.١٠
- ٢- خام حديد؛ أحمر إلى بنى، خام حديد منجنيزى أسود، الملوحة قليلة جدًا،
به حصوات الكوارتز. قاع هذه الطبقة متموج ١.٧٠
- ١- كونجلوميرات؛ تتكون من كتل حديد متحجرة مع حصوات من الحجر الجيري الأبيض
في مادة الطين. كتل الحديد المتحجرة متموجة (صورة-١٢) ١.١٧
عدم تطابق
- طين رملي وصخور الحجر الرملي للعضو المرقش الأعلى لتكوين البحرية

خام حديد الجديدة عن عضو خام حديد الحره. يتكون
عضو خام حديد الجديدة من الخام الجوتيتي مع
تداخلات من أكاسيد المنجنيز في الجزء الأوسط ونادرًا
ما توجد في حدوده الشمالية والجنوبية. الحفريات التى
تم جمعها من طبقات عضو خام حديد الجديدة بمنطقة
الحره هي:

*Nummulites sp. Alviolina sp., Velates
schmiedeli, Natica longa Bellardi, Cerithium
sp., Nummulites atacicus (?)*

وهذه الحفريات هي نفسها التى تم جمعها من
صخور الحجر الجيري لتكوين النقب، وهى تنتمى
لعصر الإيوسين الأسفل - يبريزيان «Ypresian».

عضو حديد الجديدة في منطقة الحره يحتوى على
تغيرات جانبية. فيها يلى بعض هذه التغيرات:

الوضع الجيولوجى لعضو خام حديد الجديدة بمنطقة الحره

تكون طبقات حديد عضو الجديدة حافة الهضبة
شمال جبل الحره وتغطى عمومًا بطبقة رقيقة بسمك
٠.٣٠ إلى ١.٠٠ مترًا من الرمل والحصى. في الجزء
الأوسط لمنطقة الحره، يغطى طبقات الحديد بطبقة
سميكة - نوعًا ما - (صفر - ٢٥ مترًا) من الطين المعاد
ترسيبه بها جيوب من صخور الحجر الرملي الحديدى
وجيوب من الحجر الجيري السيليسى (صورة - ١٤)
لتكوين قطرانى. إلى الشمال عند جانب المرمى العلوى
للفالق 'CC'، يغطى الحجر السيليسى إلى الكوارتزيتي
طبقات الحديد.

طبقات الطين للعضو الأعلى لتكوين الهفوف
بمتوسط سمك ٢.٦٠ مترًا عادة ما تفصل بين عضو

المرتفعة في الشمال والجنوب فإن نسبة المنجنيز قليلة تتراوح بين (٢٠,٠ إلى ٩,١ ٪)، في وسط منطقة الحره، متوسط سمك عضو خام حديد الجديدة ١٧,٠ مترا، بينما سمك تكوين النقب المجاور وعلى نفس خط الطول ٩,١٧ مترا. على الحواف تجد سمك هذا العضو يقل إلى المتوسط ٦,٠ مترا، بالمقارنة مع سمك تكوين النقب على نفس خط العرض ٦,٣٥ مترا.

الوضع الإستراتيجي لعنصر خام حديد الجديدة وعلاقته بالصخور المجاورة، ووجود نفس أنواع الحفريات في كليهما، جميعها تشير إلى أن تكوين النقب هو الصخر المضيف لخام الحديد. التوزيع المكاني لخام حديد عضو الجديدة وطبقات تكوين النقب المحيطة في منطقة الحره (والمناطق الأخرى) يضيف إيضاحات لهذا الاستنتاج. فتكوين النقب والصخر المضيف لعناصر الحديد قد ترسبا تحت ظروف متشابهة وفي نفس حوض الترسيب. التداخل الإصبعي لطبقات خام الحديد في منطقة الحره (وفي المناطق الأخرى) مع طبقات الحجر الجيري لتكوين النقب بالهضبة الشمالية يؤيد وجهة النظر هذه.

إن طبقات الصخر المضيف لعناصر الحديد نتيجة ترسيبه في بحر ضحل قد اعتمد على مشاهدات حقلية في منطقة الحره. وذلك أن خام حديد عضو الجديدة يتكون من طبقة واحدة بها عدسات متداخلة من الطين والصخر الرملي، وتغطي مساحات شاسعة (الجديدة، الحره، جبل غرابي) وتتداخل جانبيا مع الصخور المجاورة، مما يؤدي إلى النتيجة أن الطبقات المضيفة لعناصر خام الحديد قد ترسبت في نفس الوقت، وفي نفس حوض الترسيب الذي ترسبت فيه صخور تكوين النقب.

١- يستقر عضو خام حديد الجديدة فوق تكاوين مختلفة: في مكاشفه الجنوبية بمنطقة الحره، الطبقات أسفل عضو الجديدة تتكون من صخر رملي وطين رملي ذات العمر السينوماني الأسفل (تكوين البحرية)، بينما في وسط المنطقة فإن الطبقات التي تلي أسفل هذا العضو تكون طينة رملية للعمر الكامبيان (تكوين الهفوف). إلى شمال الفائق CC، فإن الطبقات التي تلي إلى أسفل عضو الجديدة تكون طينة وحجرًا جيريًا للعمر السينوماني الأعلى (تكوين الحيز)، ثم صخر رملي وطينة رملية للعمر السينوماني الأعلى (تكوين البحرية) حيث تتداخل بعد ذلك شمالا خلال طبقات الحجر الجيري الإيوسيني الأسفل، شكل - ١٧، قطاع X9.

٢- يقل سمك عضو خام حديد الجديدة باتجاه حدوده الشمالية والجنوبية بينما يسمك في وسط المنطقة، حيث تتخلله عدسات الطين والصخر الرملي (١- ٣ عدسات).

٣- تتدرج حانيا طبقات حديد عضو الجديدة إلى حجر جيري حديدي في الشمال (متوسط ٧٥,٢٢ ٪ ح)، وإلى صخر رملي حديدي في الشرق (٥٥,٢٤ - ٩٢,٣١ ٪ ح) وخام رملي في الجنوب (متوسط ٤٠,٤٠ ٪ ح). هذه المناطق مرتفعة تركيبيا، شكل (٢٤ و ٢٥).

٤- يوجد خام حديد الأوليت وحديد البيزوليت^(١) في وسط عضو خام حديد الجديدة في جنوب منطقة الحره.

٥- معادن المنجنيز تتركز في وسط المنطقة وفي جانب المرمى السفلي للفالقين CC و BB، حيث تصل نسبة المنجنيز ٢ - ١٢ ٪، في حين عند المناطق

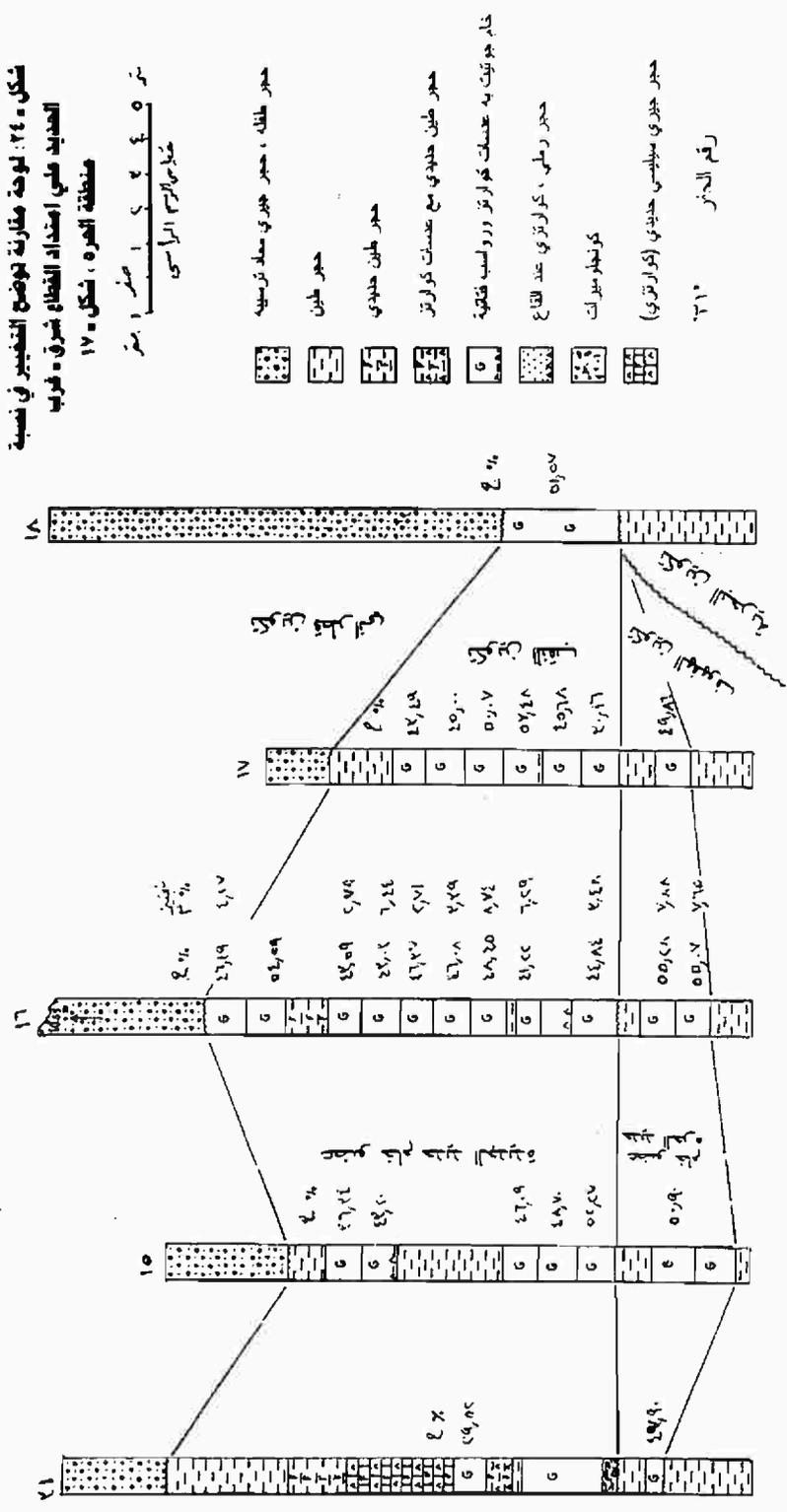
(١) الأوليت - بطروخي يتكون من حبيبات كروية (بيض السمك مثلا). البيزوليت - حبيبات كروية في حجم بذور البازلاء أو حبيبات الحمص

شكل - ٢٣ : القطاع المثالي لخام حديد عضو الجديدة
منطقة الحره - الموقع X ٣ ، الشكل - ١٧
البيسونى - ١٩٧٠

الوصف	القطاع	السمك الملى م	السمك م	العضو	التكوين	العمر
كوتجولوميرات حديديه، بها جيوب و عدسات من الكوارتزيت فى الجزء الأسفل. وهى عبارة عن رمال وحصوات من الحديد.		١.٣٥	١.٣٥		طبري	ربيع
خام حديد، اساساً جوثيت، صلد، بني داكن إلى اسود.	G	١.٠٥	٢.٤٠	عضو خام حديد الجديده	تكوين الحره	بيزونيان
حجر طين كلسى، يحتوى على كور من عقد حديدية	F	٠.٨٠	٣.٢٠			
خام حديد، اساساً هيمايتت ، سهل التفطت، احمر الى بني محمر.	H	٠.٦٥	٣.٨٥			
حجر جبرى كوارتزى، حديدى، صلد جداً اسود اللون يحتوى على: <i>Velates schmiedeli</i> , <i>Natica longa</i> Bellardi , <i>Cerithium</i> sp., <i>Nummulites</i> sp.		٢.٠٠	٥.٨٥			
خام حديد، بني محمر، به طبقة رقيقة مغره صفراء سمك ١٠ سم عند القاع.	H	٠.٩٠	٦.٧٥			
حجر طينى مصفر و لكنه اخضر اللون عند الفاصل الأسفل.		٠.٤٠	٧.١٥			
	H					
خام حديد أساساً هيمايتت، بني إلى أسود منجنيزى سهل التفطت فى جزئه العلوى، بني إلى بني محمر خام مفرى مع جيوب صفراء قليلة جداً فى جزئه الأوسط.	H	١.٠٠				
الجزء الأسفل بني مسود إلى بني، منجنيزى، سهل التفطت.	H					
	H					
حجر طين، اخضر به لحزمه رقيقة من المغره الصفراء عند التلامس الأعلى.		٠.٦٠	١٦.١٥	عضو خام حديد الحره	تكوين الحره	كامبينيان
خام حديد، سهل التفطت ، اسود ، خام على المنجنيز .	H	١.٨٠	١٦.٧٥			
حجر طين، أخضر .			١٨.٥٥			

شكل ٢٤: لوحة مقارنة توضح التفصيل في نسبة الحديد وفي امتداد القطاع شرق - غرب منطقة العره ، شكل ١٧

١٧
١٨
١٩
٢٠
٢١
٢٢
٢٣
٢٤
٢٥
٢٦
٢٧
٢٨
٢٩
٣٠
٣١
٣٢
٣٣
٣٤
٣٥
٣٦
٣٧
٣٨
٣٩
٤٠
٤١
٤٢
٤٣
٤٤
٤٥
٤٦
٤٧
٤٨
٤٩
٥٠
٥١
٥٢
٥٣
٥٤
٥٥
٥٦
٥٧
٥٨
٥٩
٦٠
٦١
٦٢
٦٣
٦٤
٦٥
٦٦
٦٧
٦٨
٦٩
٧٠
٧١
٧٢
٧٣
٧٤
٧٥
٧٦
٧٧
٧٨
٧٩
٨٠
٨١
٨٢
٨٣
٨٤
٨٥
٨٦
٨٧
٨٨
٨٩
٩٠
٩١
٩٢
٩٣
٩٤
٩٥
٩٦
٩٧
٩٨
٩٩
١٠٠



- حجر رملية ، حجر جيري معاد لرسبته
- حجر طين
- حجر طين حديدي
- حجر طين حديدي مع عسكات كوارتز
- خام جويتيت به عسكات كوارتز ورواسب قشبية
- حجر رملية ، كوارتزي عند القاع
- كونكولوميرات
- حجر جيري سيليس حديدي (كوارتزي)
- رقم الدائر ٣١٠

الصفات الكيميائية لخام الحديد بالحره

الحديد والمنجنيز في الحفر المختلفة توجد على الأشكال (٢٦ و ٢٧). وفيما يلي جدول يوضح نسبة الحديد والمنجنيز في بعض الحفر:

في الجدول التالي توجد النتائج المتوسطة لتحليل عينات كل حفرة - على شبكة مسافات ٤٠٠ متر لمنطقة الحره. كما وأن نتائج التحليل للعينات المترية لنسبة

جدول رقم - ٢٦: يوضح نسبة الحديد والمنجنيز بمنطقة الحره

رقم الحفرة	H6	H16	H24	H27	H32	H37	H29
% ح	٣٠.١٦	٥١.٥٨	٥٣.٨٣	٤١.٣	٥٠.٢٧	٥٧.٥١	٤٠.٤٠
% م	٠.٨٩	٥.٦٢	٥.٦٢	٠.٧٣	٧.٦٦	٤.٤٥	-

الخام جانيبا ورأسيا (شكل - ٢٤، ٢٥). وهذا يمكن تعليقه بالفرق في تركيب الصخر المضيف قبل الإحلال بمحاليل الحديد. وهذا يوجد بوضوح في الحفر التي تم حفرها في منطقة خام الحره، حيث نجد خام: صلد، سهل التفتيت والمكسر، وينسب حديد مختلفة (شكل ٢٦-١ إلى ٢٦-٤).

الأشكال ٢٦-١ إلى ٤ - توضح الزيادة العامة في نسبة المنجنيز نحو قاع الحفر، ولكن التغيير في النسبة قد يكون متذبذبًا جدًا في جوار تداخلات الطين. من النظرة الأولى على الأشكال ٢٦-١ إلى ٤، قد نستنتج علاقة عكسية بين نسبة المنجنيز والحديد؛ أي إنه بينما تزداد نسبة المنجنيز فإن نسبة الحديد تقل، وهو ما قد لا يكون عدلا. وهذا يبدو واضحًا في الشكل ٢٦-١ حيث تزداد نسبة المنجنيز والحديد على التوازي، وأيضًا نفس السلوك، بأية حال، يوجد في العينات ٦، ٨، ١٠ و ١١. وبرغم أن نسبة الحديد والمنجنيز في العينات ٧ و ٩ عكسية (في نفس الشكل ٢٦-١) إلا أن هذا قد يتم شرحه نتيجة لوضعها حول طبقات الطين. وهذا يتضح جليا في الأشكال ٢٦-٢ و ٢٦-٤ (قاع الحفر H24 و H37 على التوالي).

التغيير في نسبة الحديد على البروفيل شرق - غرب (شكل - ٢٤ و ٢٧) والذي يمتد في وسط منطقة الحره بين الفسالتين BB' و CC' بسيط، بحيث يقع بين ٥١.٥٨% ح و ٤٥.٣٢% ح (شكل - ٢٧). ومن ناحية أخرى، فإن التغيير في نسبة الحديد على البروفيل شمال - جنوب متغير جدًا، حيث يتدرج إلى الحجر الجيري الحديدي ذي اللون القرنفلي (أحمر وردي) على جانب المرمى الأعلى للفاق CC'.

التغيير الجانبي والرأسي في نسبة الحديد قد يعزى لإثراء عناصر الحديد خلال عملية الإحلال. وعلى وجه العموم، فإن خامات الحديد من النوع الرسوبي كيميائيا توجد على هيئة صفائح وطبقات، وكل طبقة أو صفيحة لها نظامها الكيميائي المستقل. بمعنى أن الطبقات المختلفة أو الوحدات الاستراتيجية ستحتوي على معادن خام مختلفة، أي أن طبقة معينة سوف تحتوي على نوع واحد من الخام، وأن مستوى تركيز الخام فيها منتظم أكثر على امتداد الطبقة عما هو عبر حدود الطبقات. ولكن هذه الحالة غير موجودة في منطقة الحره والتي تتضح فيها التغييرات كبيرة في تركيب

شكل ٢٥

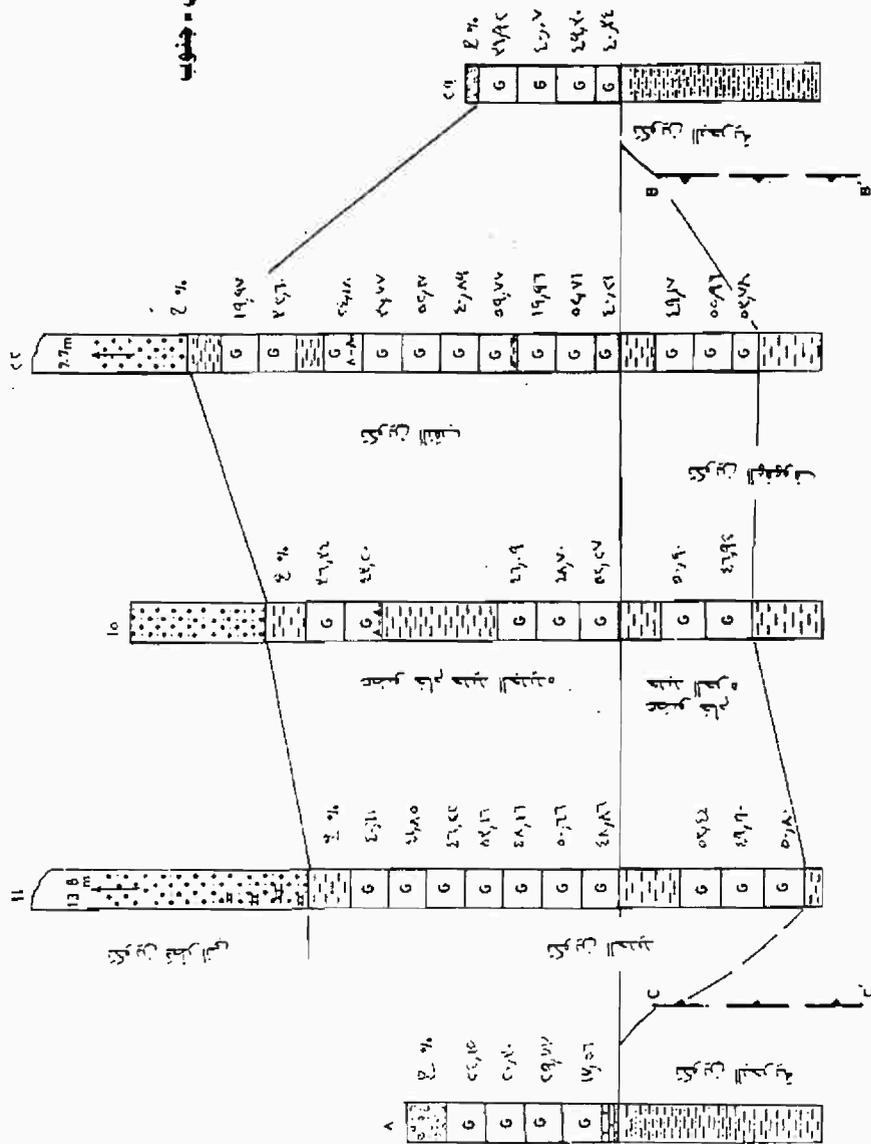
لوحة مقارنة توضح التغيير

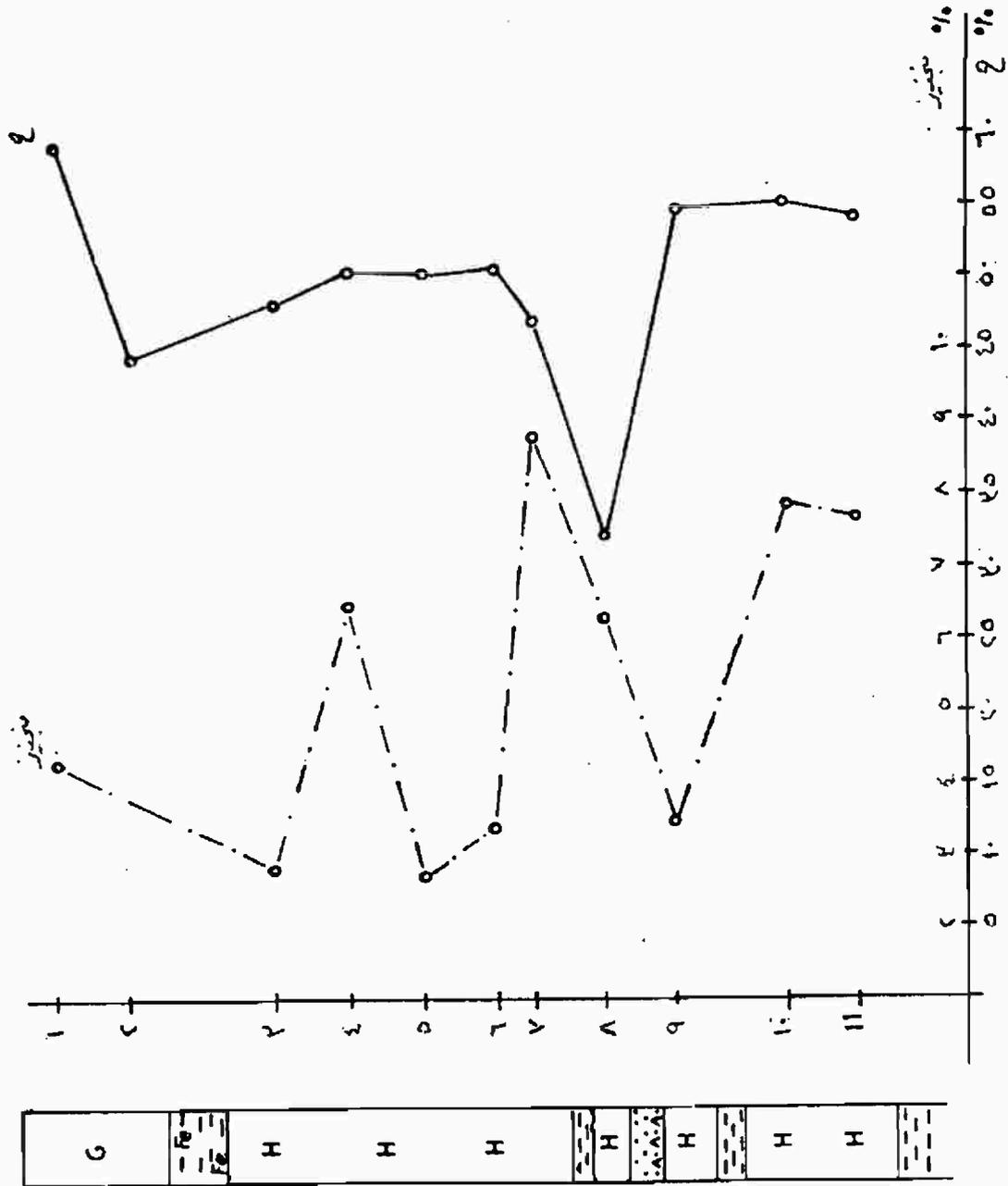
في نسبة الحديد على امتداد القطاع شمال - جنوب

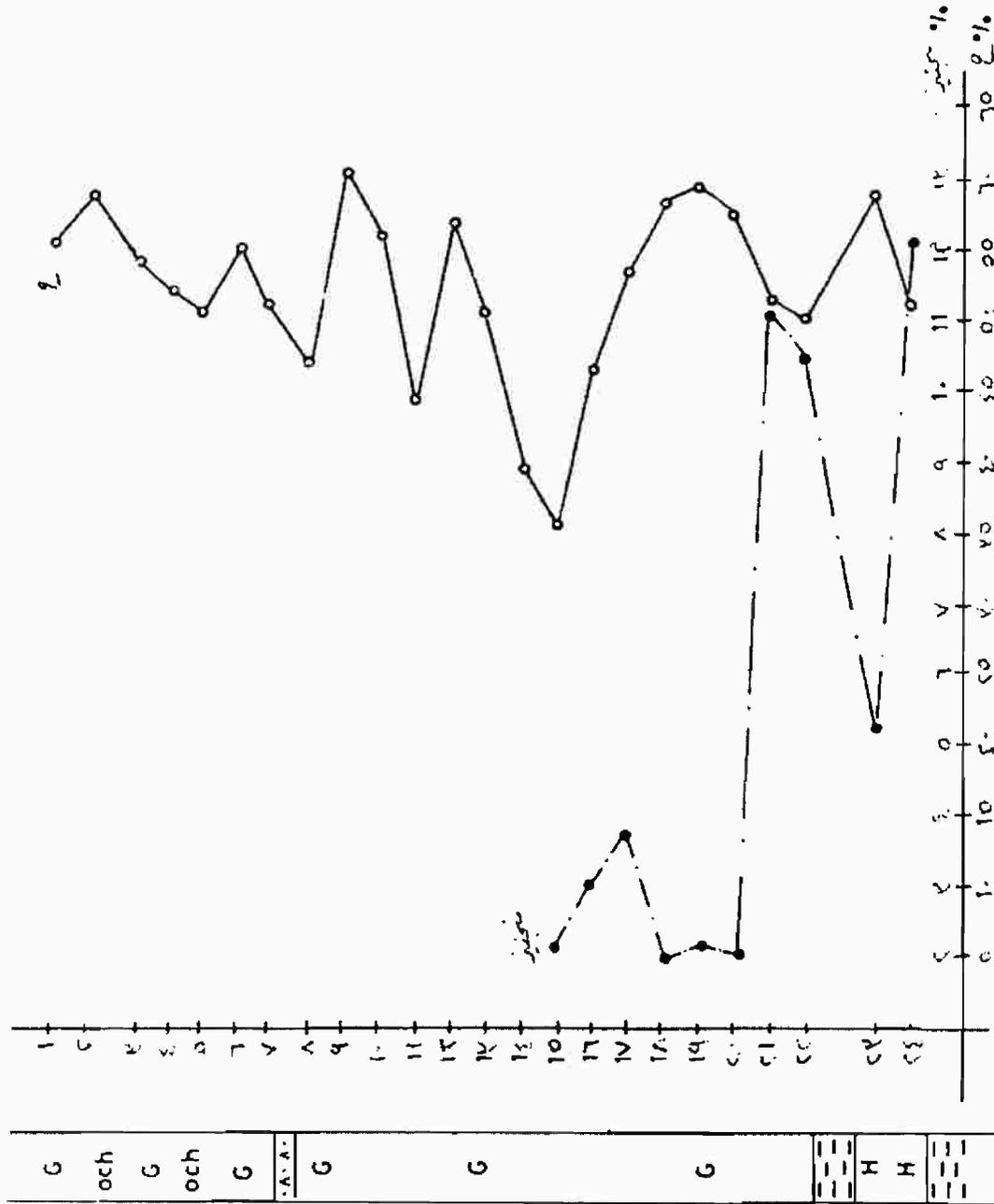
منطقة العره ، شكل ١٧

١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠ ١١ ١٢

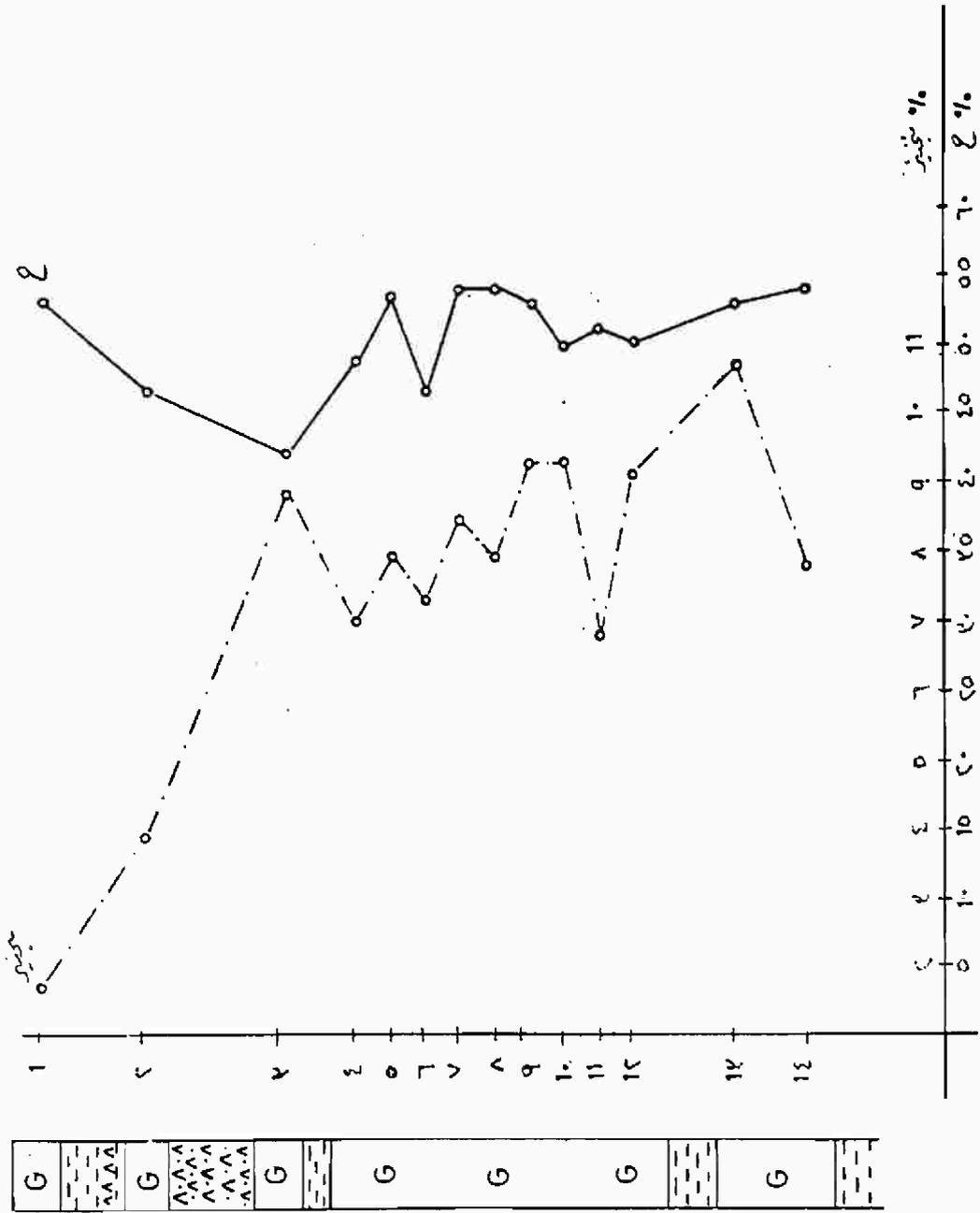
- رواسب رملية
- حجر طين رطب خشن
- صخر رسوبي
- حجر طين
- علم بورتوبه صلب
- من الكورنث وجرنول وطين
- حجر طين رطب

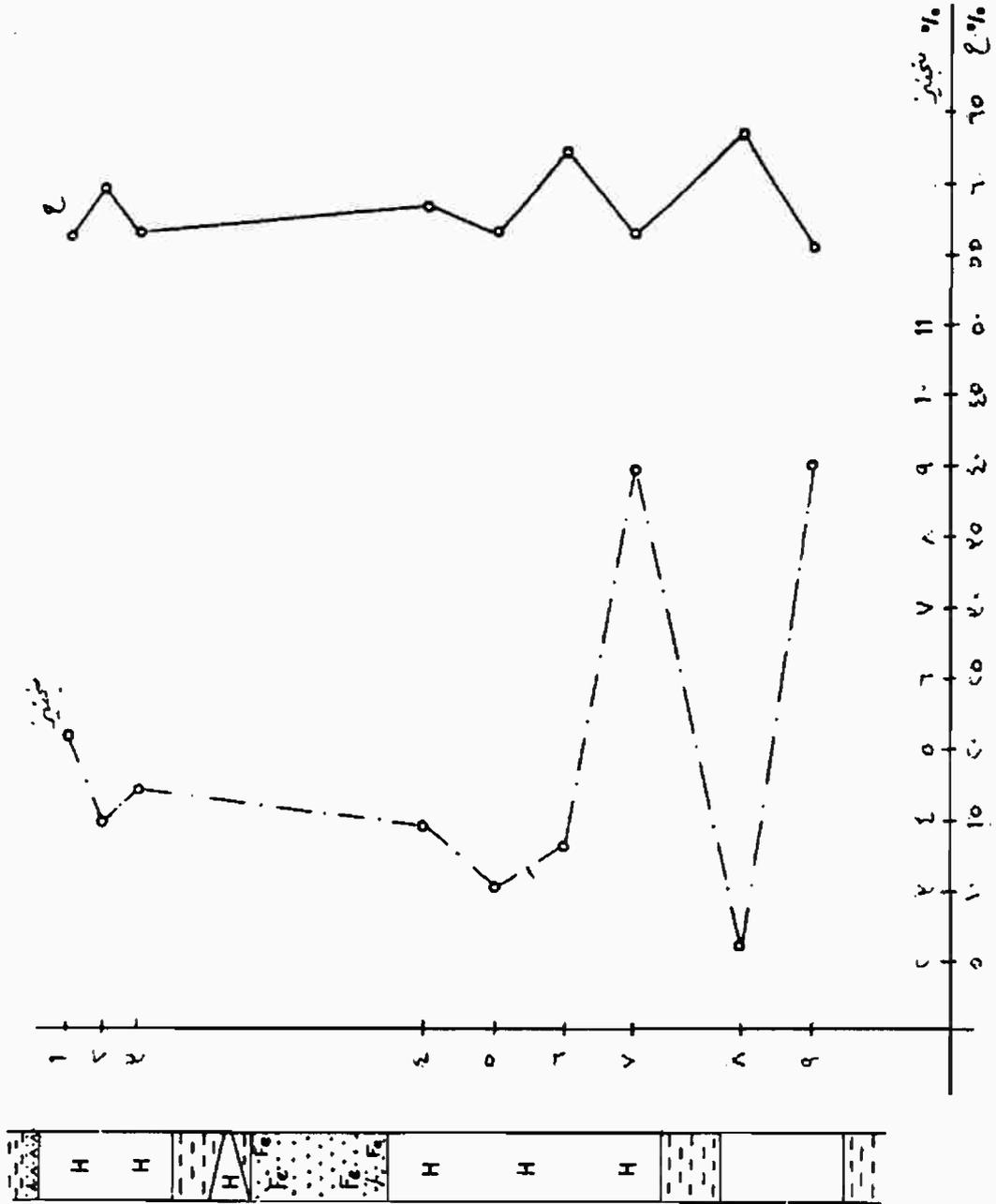






شكل ٢٠٦: التغير الجيوكيميائي الراسي لنسبة الحديد والمنجنيز في الحفرة ٢٤، منطقة الحرم.





شكل ٤٠٦: النضير الجيوكيميائي الرأسي لنسبة الحديد والمنغنيز في الحفرة ٣٧، منطقة الحرة.

احتلاله صخور الطباشير الأعلى الأخرى، فوق وتحت مستوى عدم التطابق المشار إليه عاليه.

تقطع الفوالق خام الحديد بجبل غرابى بدرجات مختلفة واتجاهات مختلفة مثل: شرق - غرب، شمال شرق - جنوب غرب، شمال غرب - جنوب شرق، شمال - جنوب، غرب شمال غرب - شرق جنوب شرق، شمال شمال غرب - جنوب جنوب شرق، شمال شمال شرق - جنوب جنوب غرب.

من الواضح أن منطقة الخام بجبل غرابى، قد تعرضت لعوامل التعرية للدرجة أن كمية كبيرة من الخام قد أزيلت. وديان كثيرة ذات أعماق مختلفة قطعت منطقة الخام؛ حيث يقل سمك الخام قرب الوديان، ما عدا في الحالات التي يوجد فيها غطاء صلد من الصخور. يوجد غطاء رفيع نسبياً من الرواسب الوديانية والرمال الربحية، تغطى جزءاً من سطح منطقة خام الحديد.

كثير من المشتغلين في الحقل الجيولوجى درسوا خام الحديد بجبل غرابى. ويرجع التركيز على خام الحديد بجبل غرابى وليس الحره؛ وذلك لوجود جبل غرابى شامخاً في مواجهة المسافر عند نزوله نقب غرابى ولمرور الطريق الوحيد إلى البحرية بهذا الجبل، فكان ذلك سهلاً على الباحثين من التقاط العينات ودراسة الخام بجبل غرابى.

تكون طبقات الخام الجزء الأعلى من الجبل، وعادة ما تغطى بطبقات سميكة من الكوارتزيت والصخر الرملى. ويتكون الجزء الأسفل من الجبل من طبقات: طينة، طينة رملية، والصخر الرملى والتي تنتمى لتكوين البحرية. الحد الفاصل بين طبقات الحديد وتكوين البحرية أسفله غير واضح في أماكن كثيرة؛ نتيجة لوجود الرمال السفياء والحصى على ميول الجبل.

إن نسبة المنجنيز عموماً تزداد نحو قاع الخام بالحفر، ولكن التغيير في النسبة قد يتذبذب جداً في جوار تداخلات الطين. لذلك فالأشكال توضح تأرجح نسبة المنجنيز مستقلاً عن التغيير في نسبة الحديد لنفس الحفرة.

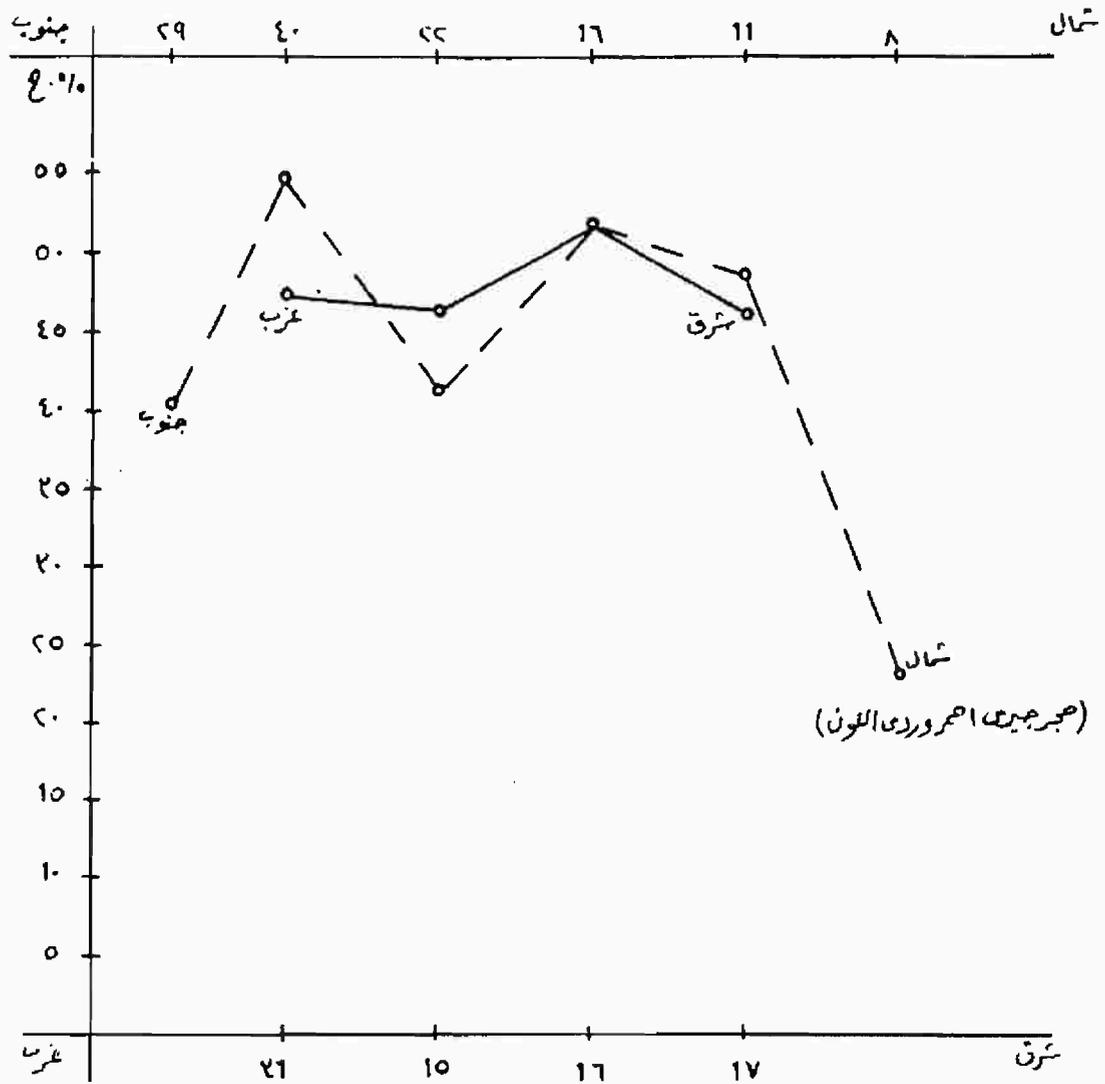
٢- خام حديد منطقة جبل غرابى (شكل - ٢٨)

موقع وطبوغرافية جبل غرابى

يقع جبل غرابى في أقصى شمال منخفض البحرية. تمثل نقطة المثلثات ٣١٦ متراً - فوق منسوب سطح البحر - أعلى نقطة ارتفاعاً في منخفض الواحات البحرية، وتحتل قمة جبل غرابى في الركن الشمالى من منخفض البحرية. طبوغرافياً يفصل جبل غرابى عن الهضبة المحيطة بالمنخفض من جميع الجهات بوادى عميق، يلتف حول الجبل، ويتصل بمنخفض البحرية جنوباً. يمر الطريق القديم (غير المعبد) من مدينة البايوىطى - عاصمة الواحات البحرية - إلى القاهرة - شرق جبل غرابى - مروراً بقبر «سيدى جدافى» عبر مفازة غرابى، وهى أضيق جزء في الوادى المحيط بجبل غرابى، كما توجد التلال المبعثرة (تلال ناصر) في الوادى شمال جبل غرابى.

جيولوجية منطقة جبل غرابى

في جبل غرابى والمناطق المجاورة، تعلق صخور الإيوسين مباشرة صخور عصر السينومانى. يوجد عدم تطابق واضح تماماً بين صخور السينومينيان-التورونيان والإيوسين الأسفل. صخور السينومينيان مطوية ودرجة التنى شديدة، بينما صخور الإيوسين فوقها ذات ميل خفيف. عدم التطابق هذا بين صخور عصر الإيوسين الأسفل والعصر الطباشيرى الأعلى يعتبر مرشداً جيداً للتعرف على رواسب خام الحديد، حيث إن عضو خام حديد الجديدة في جبل غرابى والحره والجديدة يحتل جزءاً من الإيوسين الأسفل واحتمال



شكل ٢٧. التغيير الجيوكيميائي الجانبي لنسبة الحديد علي امتداد البروفيل شمال - جنوب .

والبروفيل شرق - غرب ، منطقة الحرة

القطاع

- ١٠- كوارتزيت؛ صلد، اصفر، كتل متحجرة مع جيوب من الجوتيت،
٥.٠ حفرى به محارات جوفمعاوية والمرجان
- ٩- خام حديد؛ يتكون أساساً من الجوتيت، حبيبي، مصمت، به خيوط طحلبية
- ٣.٠ ٨- خام حديد؛ جوتيت، تطابق تيارات مائية، يحتوى على جيوب جبسية
٣.٠ ورملية مع عروق رقيقة طينية. غير حفرى
- ٧- طين؛ رمل وأحياناً جبرى، قاع متموج مع طبقات حديد فوقها وتحتها توضح
عدم تطابق «diastem» ما لم تكن سطح عدم تطابق، بقع وجيوب غير منتظمة من
١.٣.٠ خام الحديد تتخلل مستويات القمة والقاع
- هذه الطبقة من الطين تفصل خام الحديد إلى وحدة عليا وأخرى وحدة سفلى.
٦- خام حديد؛ يتكون من الهياتيت مع جيوب من الجوتيت، أسود إلى محمر، سهل التفتيت،
١.٠ مسامي، منجنيزي، حفرى تحتوى على:
- Carbis Lamellosa, Corbula aff. galica, Spondylus aegyptiacus,*
Velates schmiedeli, Turretella sp., Cerithium sp., Cytherea sp.,
Bulla laevissima & Nerita affinis.
- ٥- خام حديد؛ هياتيت، به عدد كبير من جيوب صغيرة من الرمل والجبس
١.٠ تمثل عدم تطابق
- ٤- خام حديد؛ جوتيت، أوليتى وبيزوليتى أصفر، منجنيزى أصفر مسود، مع
١.٩.٠ جيوب هياتيت حمراء، حفرى تحتوى على:
- Velates schmiedeli, Natica Longa, Diplodonta rotunda, Spondylus*
aegyptiacus, Macrosolen uniradiatus, Cassis nilotica, Crepidula
cossmanni, Turbinella sp., Gastrochaena sp., Nummulites atacicus, N
subramondi, Assilina praespira, and numerous Discocyclina sp.
- ٣- خام حديد؛ هياتيت، منجنيزى بكثافة، محمر غامق، سهل التفتيت، حفرى به:
١.١.٠ *Velates schmiedeli, Natica Longa, Natica sp., Cassis nilotica,*
Operculina discoidea and Alviolina frumentiformis, rare.
- ٢- طين؛ رمادى مخضر، به جيوب هياتيت تدريجياً تتداخل في الطين المحيط، حفرى به:
٦٠-
Operculina discoidea (abundant) & Nummulites atacicus
- عدم تطابق
- ١- طينة رملية؛ أصفر مخضر، مع طبقات من الصخر الرمل - تكوين البحرية
١٠-ر+

والصخر الرملى، بينما فى الغرب تتكون من الصخر الرملى.

يتغير خام الحديد بجبل غرابى إلى صخر رملى حديدى نحو الغرب. فى الجنوب والشمال يختلط الخام بمعادن المنجنيز بنسبة عالية، بينما فى قمة تركيب محدد غرابى فى الغرب والوسط فإن نسبة المنجنيز فى الخام يمكن إهمالها.

شمال جبل غرابى حيث يمتد خام الحديد فى التلال المبعثرة (تلال ناصر) على هيئة شريط من الشرق إلى الغرب لمسافة حوالى ٥ كم. فى شمال التلال المبعثرة يوجد وادى أخدودى - مثل الوادى الغربى الأخدودى بمنطقة الجديدة - ولكن هنا يوجد الخام فى الوادى الأخدودى شمال التلال المبعثرة بسمك ٩, ٢ مترًا، بينما فى الجديدة يصل إلى حوالى ٠, ٢٧ مترًا وأحيانًا إلى ٣٠ مترًا، يعلو الخام فى كلتا الحالتين غطاء من الطين والرمل والصخر الرملى بسمك كبير نوعًا ما. فى حائط الهضبة الشمالية للتلال المبعثرة، يمتد خام الحديد على هيئة تداخلات متبادلة مع الحجر الجيرى لتكوين النقب.

فى شرق التلال المبعثرة لا توجد الطبقات المتداخلة فى الخام، بينما نجد الأملاح والجبس تشكل المعادن المصاحبة لكثلة الخام، بينما الكالسيت والكوارتز يوجدان بكميات ضئيلة.

يتكون الخام فى منطقة التلال المبعثرة من خليط من الهيماتيت والجوتيت، حيث يكون الجوتيت عادة الغطاء الصلد للخام. أما الحفريات - إن وجدت - فإنها توجد فى الجزء الأسفل للخام مصاحبة لخام الهيماتيت السهل التفتيت، ومتوسط سمك الخام فى التلال المبعثر يصل إلى ٨ أمتار.

الوضع الجيولوجى لعضو خام حديد الجديدة بمنطقة جبل غرابى (شكل - ٢٩)

يكون خام الحديد الجزء العلوى من جبل غرابى بغطاء من الرمل والحصى سمكه حوالى ٤٠ سم، بينما فى الجزء الشمالى ووسط غرابى يغطى الحديد طبقة سميكة نوعًا من الكوارتز والصخر الرملى. فى موقع القطاع المثالى بشمال جبل غرابى، يعلو الخام طبقة طين تحتوى على جيوب من الهيماتيت تتداخل تدريجياً فى الطين، هذه الطبقة حفرية تحتوى على *Operculina discoidea* & *Nummulites atacicus* (?) تتسمى لعصر الإيوسين الأسفل. بينما فى هضبة الجوافى ونقب غرابى يستقر عضو خام حديد الجديدة فوق طبقة الحجر الجيرى لتكوين الحيز بعدم تطابق.

كما توجد طبقة طين تفصل خام الحديد إلى وحدتين: الوحدة العليا تتكون من جوتيت صلد مع قليل من كاسيد المنجنيز، بينما الوحدة السفلى تشتمل على هيماتيت منجنيزى سهل التفتيت، ويحتوى على الأوليت والبيزوليت فى جزئه الأسفل قرب القاع وبصفة خاصة فى الأجزاء الشمالية والوسطى لجبل غرابى. توجد الحفريات فى الوحدة السفلى موضحة أسماءها فى القطاع المثالى تنتمى إلى الإيوسين الأسفل. أى أن خام الحديد فى جبل غرابى - مثل ما هو فى منطقة الجديدة ومنطقة الحره يكون الجزء الأسفل من قطاع تكوين النقب الذى ينتمى للعمر إيوسين أسفل.

طبقة الطين التى تفصل الخام إلى وحدتين فى القطاع المثالى بشمال جبل غرابى، تتغير جانبياً نحو وسط غرابى إلى عدد من الطبقات الرفيعة من الطين والصخر الرملى. هذه الطبقات تقل فى السمك حيث تتلاشى باتجاه الجنوب ولا يبقى منها إلا جيوب غير منتظمة من الطين

شكل - ٢٨ : منطقة جبل غرابي

رواسب خام الحديد بجبل غرابي ونلال ناصر - الواحات البحرية

شبكة الأبار: دكتور أم. الشاذلي (١٩٥٨). رسم الخريطة: جيولوجي م.ع. زعوط (١٩٥٨)

بمقياس رسم ١ - ١٠٠٠٠



الملاحظات

- | | | | |
|---|-----------------------------|---|---------------------------------|
| ○ | ترسيبات وديانية ورمال رحيبة | ○ | أبار الحفر المقترحة |
| □ | حجر جيرى أبيض أوسط وأسفل؟ | ● | أبار الحفر التي تم حفرها |
| □ | رواسب خام الحديد | ○ | نقطة مثلثات المساحة |
| □ | طفله وصخر رملي ، سيتومالي | ○ | الارتفاع بالمتر فوق منسوب البحر |
| □ | حدود رواسب خام الحديد | ○ | طرق صحراوية |
| — | هوالق رئيسية | | |
| — | هوالق صغيرة | | |

البنى، البنى الداكن، وفيما يلي جدول يبين بيانات عن أحزمة خام الحديد في الآبار العشرة:

الشاذلى (١٩٦٢) قسم خام الحديد بجبل غرابى - بعد دراسة عشرة آبار حفر آلى (شكل - ٢٩) إلى ثلاثة أحزمة رئيسية (على أساس اللون) تحتوى على: الأصفر،

جدول رقم - ٢٧

بنى داكن	البنى (شاملا البنى المصفر والمخضر)	أصفر	
١٠	١٨	٥	العدد الكلى للأحزمة فى الآبار
%٣٠	%٥٥	%١٥	نسبة العدد الكلى
١	١,٨	٠,٥	التكرار/ بئر
٤٤,٨	٦٧,٣	٤٤,٦	السلك الكلى (متر)
%٢٩	%٤٣	%٢٨	نسبة السلك الكلى
١٠	١٠	١٤	السلك الأعظم لكل نوع (متر)
١,٣	١,١	٣,٦	السلك الأدنى لكل نوع (متر)
٤,٥	٣,٧	٨,٩	متوسط السلك (متر)

الخام، أما أحزمة الخام البنى الداكن، فإنه يكثر وجودها نسبيا نحو القاع. وفيما يلي سمك الخام فى آبار الحفر الآلى العشرة:

أحزمة الخام بجبل غرابى تأخذ شكل العدسات، غير المنتظمة، بينما التوزيع الرأسى لهذه الأحزمة يدل على أن الأحزمة الصفراء والبنية يكثر وجودها نسبيا نحو قمة

جدول رقم - ٢٨

رقم البئر	١٣١	١٣٣	١٣٥	١٤١	١٥١	١٦١	١١٠١	١١٠٣	١١١١	١١١٣
السلك (م)	١٤,١	١٣,١	١٣,٥	١٧,٦	١٢,٩	١٣	١٩,٦	١٩,١	١٩,٥	١٤,٣

امتداد خام الحديد فى هضبة الجداق يظهر مكشفه على سطح الهضبة فى منطقة التتق «horst» الموضح فى الصورة - ٣، حيث نجد طبقة الحجر الجيرى الدولوميتية التى تنتمى لتكوين الحيز وكذلك طفلة تكوين البحرية قد تم تصدعها مكونة ضهراً أو نتقاً « horst » وهو عبارة عن كتل صدع مستطيلة ومرتفعة بسبب وجود صدوع أو فوالق عادية على جانبيها، وقد

يمتد خام الحديد شرقا مكونا طبقة واحدة، تظهر فى هضبة «سيدى الجداق»، كما تمتد شمالا حيث توجد بالتلال المبعثرة - شمال جبل غرابى - نتيجة لفالق يمتد شرق - غرب، تقع التلال المبعثرة فى مرماء شمالا، وهى ما يطلق عليها حديثا «تلال ناصر». هذه الإمتدادات شرقا وشمالا قد تعرضت لعوامل التعرية والتصدع.

لذلك تم فصل تركيب جبل غرابى على حدة كمحذب ذى الاتجاه شمال شرق - جنوب غرب. فمحذب جبل غرابى عبارة عن تركيب مرتفع مستطيل طوله ٦ كم، وعرضه ٤ كم، وأقصى ارتفاع له ٣١٦ مترا فوق مستوى سطح البحر، وبغاطس باتجاه شمال شرق خلال النقب القديم. يتكون لب محذب جبل غرابى من صخور السينومانى لتكوين البحرية، يتبعها إلى أعلى - بعدم تطابق - عضو خام حديد الجديدة للعمر الإيوسين الأسفل.

المحور الغربى لمحذب غرابى - تل دَمْبِلُ والمحور الشرقى لمحذب الحره - الجديدة تكونا نتيجة لحركة التضاضغظ التى حدثت فى ما بعد السينومانى وما قبل الكامبينيان وهى تعتبر جزءاً من القوس السورى. تمتد مجموعة تراكيب القوس السورى من واحة الفرافرة مروراً بالواحات البحرية إلى محذب «أبورواش» بالقرب من القاهرة. إقليمياً فإنه يستمر فى اتجاه قطرى عبر شمال مصر إلى منطقة السويس ووسط سيناء. هذا القوس السورى يكوّن جزءاً من الفترة الزمنية الطويلة لتركيب «لارميد» العظيم، حيث يوجد الامتداد الجنوبي الغربى لهذا التركيب فى سوريا.

تركيب المحور الغربى للتحذب تقطعه الفوالق وتنظم على نفس محور التحذب باتجاه شمال شرق - جنوب غرب. محذب جبل غرابى ومنطقة تَلْ دَمْبِلُ يعتبران التركيب المميز لطيات المحور الغربى، ويظهر هذا على الخريطة الجيولوجية مقياس رسم ١: ١٠٠٠٠٠ للهضبة الشمالية الشرقية للواحات البحرية، والتى تم إعدادها بمعرفة المؤلف (١٩٧٨) من الصور الجوية مقياس رقم ١: ٤٠٠٠٠٠، (شكل - ٣٠).

أثرت فيها عوامل التعرية بشدة حتى ساوت طفلة التتق لتكوين البحرية مع مستوى الحجر الجيري الدولوميتى لتكوين الحيز على الجانبين، ثم جاء فوقها - بالإحلال - طبقة خام الحديد النيموليتى الأفقية السوداء. يظهر مكشف طبقة الحديد السوداء هذه أيضاً شمال هذا الموقع فى منطقة نقب غرابى تعلو طبقة الحجر الجيري الدولوميتى لتكوين الحيز.

التركيب الجيولوجى لمنطقة جبل غرابى (شكل - ٢٨)

جميع الدراسات السابقة حتى ١٩٧٨، اعتبر جبل غرابى ممثلاً الطرف الشمالى لمحذب البحرية وهو ما أطلق عليه «محذب غرابى» ممتداً من وسط منخفض البحرية - غرب جبل المهفوف - باتجاه شمال شرق مارا بجبل غرابى، وبغاطس نحو الشمال. لقد نشر المؤلف مقال: تركيب الهضبة الشمالية الشرقية للواحات البحرية سنة ١٩٧٨^(١) (شكل - ٣٠). فى هذا البحث تم فصل تركيب جبل غرابى عن التركيب الشمالى للواحات البحرية وتم تعديل غاطس هذا التركيب الشمالى للبحرية نحو الشمال الشرقى عبر الهضبة بين منطقة الحره ومنطقة جبل غرابى، وذلك للأسباب الآتية:

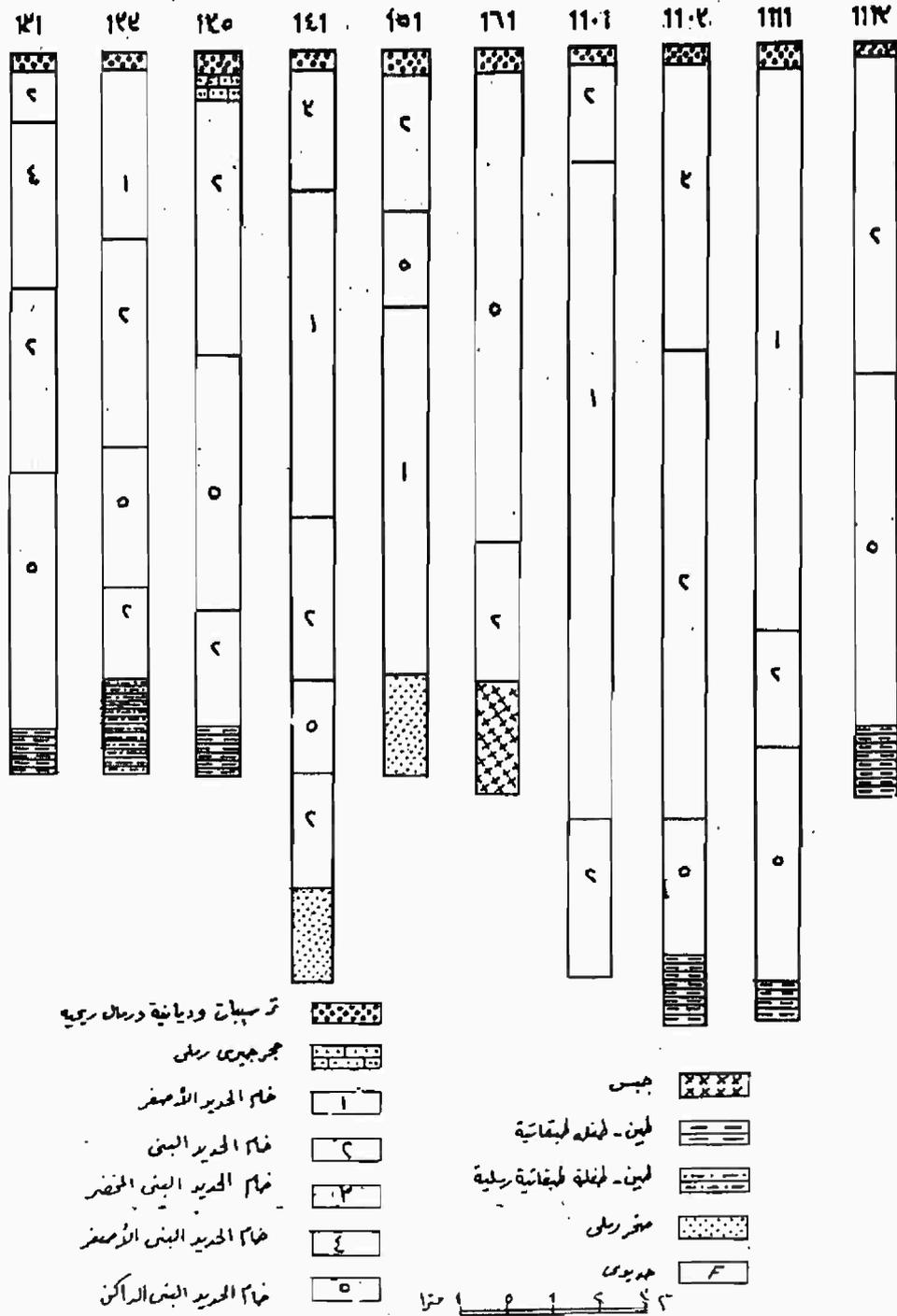
* وجود طبقة الحجر الجيري لتكوين الحيز على جانبى هذا الغاطس، فى هضبة الجدا فى شرق جبل غرابى وفى منطقة الحره، مما يشير إلى أن المنطقة الشمالية الشرقية كانت مرتفعاً وقت ترسيب صخور تكوين الحيز.

* غياب حفريات الألفيولينا والأبركيولينا من الهضبة الشمالية الشرقية - حيث يمتد غاطس تركيب البحرية الشمالى - ووجودها على جانبى التركيب فى منطقة الحره ومنطقة جبل غرابى.

(1) Geologie en Mijnbouw, Vol. 57 (1), pp. 77-86.

شكل ٢٩: القطاعات الجيولوجية لأبار العفر الميكانيكي بهبل فراسي

(الشاذلي والسعدي - ١٩٥٨)



الفوالق

- هضبة الجداقي يوجد نتق «Horst» بين فالقين ذوى اتجاه شمال غرب - جنوب شرق (صورة - ٩)، حيث يظهر فى الأفق عضو خام حديد الجديدة بمنطقتى جنوب غرابى وشرق غرابى. وفى أعلى الصورة يظهر وسط غرابى، وعليه نقطة المثلثات ٣١٦ مترا فوق سطح البحر.

- بجبل غرابى توجد فوالق صغيرة قد تكون نتيجة انزلاق خام الحديد على تكاوين الطفلة والطين الرملى لتكوين البحرية. ففى شمال غرابى ووسط غرابى توجد هذه الفوالق ذات الاتجاه شرق - غرب ذات مرمى تجاه الشمال، شمال غرب - جنوب شرق ذات مرمى تجاه شمال شرق، وشمال شرق - جنوب غرب ذات مرمى جنوب شرق. بينما فى جنوب غرابى توجد فوالق ذات اتجاهين: مجموعة تأخذ الاتجاه شمال غرب - جنوب شرق، ذات مرمى تجاه جنوب غرب نحو منخفض البحرية؛ والمجموعة الأخرى تأخذ الاتجاه شمال شرق - جنوب غرب ذات مرمى نحو الجنوب الشرقى. الإزاحة الرأسية لأى من هذه الفوالق الصغيرة لا تتعدى ١٠ أمتار.

التركيب الكيميائى لعضو خام حديد الجديدة بجبل غرابى

قسم الشاذلى (١٩٦٢) خام الحديد بجبل غرابى إلى ثلاثة أحزمة رئيسية تشتمل على ألوان متباينة، هى: الأصفر، البنى، البنى الداكن. وفيما يلى جدول تحليل خام هذه الأحزمة لعناصرها المكونة لها.

أهم الفوالق المؤثرة فى منطقة جبل غرابى - تُلْ دُمبُلْ هى ما يتبع المتوسط «Tethyan»، (شرق - غرب) وتلك التى تأخذ الاتجاه «شمال شرق - جنوب غرب» و«شمال غرب - جنوب شرق».

فوالق باتجاه شرق - غرب

- هذا الفالق يمتد شمال جبل غرابى، يقع فى مرماء التلال المبعثرة (تلال ناصر)، ويجرى وادى على امتداد محور هذا الفالق يفصل التلال المبعثرة عن جبل غرابى. مرمى هذا الفالق حوالى ٤٥ مترا نحو الشمال. يمتد هذا الفالق شرقا حيث يقطع الهضبة عند النقب القديم الذى غطته رمال غرد غرابى.

- يمتد فالق آخر شرق - غرب بمحاذاة الهضبة الشمالية بمرمى حوالى ٤٠ مترا نحو الجنوب؛ كما يتوقع وجود فالق شمال تلال ناصر ذى مرمى حوالى ٢٠ مترا نحو الشمال - تغطية الرواسب الوديانية - مكونا مع فالق الهضبة أحدود بينهما، يجرى فوقه وادى يفصل التلال المبعثرة عن حافة الهضبة الشمالية.

فوالق أخرى

- فالق هام يأخذ الاتجاه شمال شرق - جنوب غرب، يُؤثر على خام الحديد بجبل غرابى حيث يقع فى مرماء مناطق شرق وجنوب جبل غرابى، مرمى هذا الفالق قد يصل إلى حوالى ٤٠ مترا.

جدول رقم - ٢٩: التحليل الكيميائي للأحزمة الثلاث لتقسيم الشانل (١٩٦٢).

الطبقات البنية الداكنة			الطبقات البنية (شاملاً البنى الصفراء والمخضرة)			الطبقات الصفراء			
المتوسط	الأدنى	الأعلى	المتوسط	الأدنى	الأعلى	المتوسط	الأدنى	الأعلى	
٤٨,٤٤	٤٣,٤٦	٥٣,١١	٤٤,٩٩	٣٠,٧٠	٥٣,١١	٤٤,٢٧	٤٠,٨٤	٤٧,١٧	حديد «ح» % Fe
٧,٧٧	٣,٤٠	١٤,١٧	٥,٩٩	٠٠,٧٢	١١,١٢	٢,٢٧	٠,٦٩	٦,١٥	أكسيد منجنيز Mn O ₂
٧,٣٨	٥,٤٩	١٢,٩٢	١١,٢٩	٣,٨٦	٣٠,٨٠	١٤,٦٠	٨,٨٠	٢١,١٠	أكسيد سيليكون Si O ₂
>٢,٠٠	آثار	٤,٦٢	>٢,٢٤	آثار	٦,٤٠	٣,٣٦	٠,٨٣	٤,٧٦	أكسيد كالسيوم Ca O
>٠,٣٧	-	٢,٩٨	آثار	-	آثار	آثار	-	آثار	أكسيد ماغنسيوم MgO
٣,٣٥	٢,٣٨	٦,٣٠	٤,٠٤	٢,٣٠	٧,٢١	٣,٤٩	٢,٤٨	٤,٢٢	أكسيد ألومنيوم Al ₂ O ₃
>٠,٠٤	آثار	٠,١٦	>٠,٠٢	آثار	٠,١٦	>٠,٠١	آثار	٠,١٤	أكسيد تيتانيوم Ti O ₂
>٠,٠٨	-	١,٢٥	>٠,١٤	-	١,٤٨	آثار	آثار	آثار	خامس أكسيد الفوسفور P ₂ O ₅
٠,٥١	٠,١٨	١,٠٥	٠,٦٦	٠,٢١	٣,٨٧	٠,٦٦	٠,٤٦	٠,٩٩	كلوريد CL ⁻
١,٣٩	٠,٦٠	١,٦٠	١,٢٥	٠,٦٢	٣,٢٤	٠,٨٨	٠,٣٣	١,١٤	الرطوبة H ₂ O-
٥,٥٧	٥,٧٤	١١,٦٦	١٠,٨٤	٦,١٩	١٤,٦٠	١١,٤٠	٨,٢٣	١٤١٠	الفاقد بالحريق % L.L.

التغيير الرأسى فى مكون الخام ليس ثابتاً. عمومًا قيم التحليل قد تميل إلى الانخفاض نحو المستويات العليا والسفلى للخام، فالحد الفاصل يعتبر ذا طبيعة انتقالية. ومع ذلك، قد يوجد خام منخفض الدرجة فى أماكن من كتلة الخام بعيدًا عن الحد الفاصل. يمكن تفسير هذا لوجود صخور لم يتم إحلالها كلية بسهولة. القيم فى الجداول التالية توضح التوزيع الرأسى لعنصر الحديد فى الآبار ١٣٣، ١٣٥، هذه القيم تم وضعها من القمة إلى الأسفل.

الحديد «ح» - يبلغ متوسط نسبة الحديد فى خام غرابى ٤٥,٧٧% مع تغييرات واسعة فى الطبقة الواحدة، تتراوح بين ١,٥٣% إلى ٧,٣٠%. التغيير بين العينات المجمعة للآبار ليس كبيرًا، حيث نجد لها ٥٩,٥١% حديد و ٤٣,٤٠% حديد ممثلة النسبة الأعلى والصغرى على التوالى.

جدول رقم - ٣٠: التحليل الكيميائي للبئر ١٣٣.

	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	Cl	H ₂ O	LL%		
أصفر	٤٥.٦٧	٦٥.٤٣	٦.١٥	٨.٨٠	٢.٣٥	-	٣.٧٧	٠.١	آثار	٠.٩٩	٠.٨٩	١١.٨٩
بنى-١	٤٢.٥٠	٦٠.٧٨	٦.٥٧	١٣.٢٢	٣.٨٥	-	٤.٠٤	آثار	آثار	٠.٨١	٢.٠٥	٨.٢٣
بنى داكن	٤٦.٢٠	٦٠.٠٦	٧.٠١	١٢.٩٢	٢.٤٨	-	٣.٠٧	آثار	آثار	٠.٧٤	١.٠٣	٦.١٠
بنى-٢	٣٦.٩٦	٥٢.٨٥	٦.٦٥	١٥.٥٨	٤.٩٤	-	٢.٧٤	آثار	١.٤٨	٠.٨٨	٣.٢٤	٨.٨٥
متوسط	٤٣.٤٠	٦٢.٠٠	٦.٥٧	١٢.٣٠	٣.٢٨	-	٣.٥٥	>٠.٠٤	>٠.٢٣	٠.٨٥	١.٦٨	٨.٨٤

جدول رقم - ٣١: التحليل الكيميائي للبئر ١٣٥.

	Fe	Fe ₂ O ₃	Mn O ₂	Si O ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	FeO	P ₂ O ₅	Cl	H ₂ O	LL%
بنى-١	٤٧.٥٢	٦٧.٩٥	٨.٨٨	٧.٠٢	١.٩٣	-	٣.٦٢	آثار	-	٠.٦٨	١.٠٢	٩.١٢
بنى داكن	٤٨.٥٨	٦٩.٤٧	٧.٨٥	١١.٢٨	٢.٢٠	-	٢.٣٩	آثار	-	٠.٥٤	١.٠٣	٥.٧٤
بنى-٢	٤٤.٨٨	٦٤.١٨	٦.٢٧	١٧.٤٢	١.١٦	-	٣.٨٥	آثار	آثار	٠.٨١	١.٦	٦.١٩
متوسط	٤٧.٤٦	٦٧.٨٧	٧.٩٨	١٠.٦٨	٣.١٦	-	٣.١٦	آثار	آثار	٠.٦٥	١.١٣	٧.٢٠

عينات الأبار ٥.٢٩٪ مع تغيرات كبيرة بين كل بئر وآخر - النسبة الكبرى ١٢.٥٪ والصغرى ١.١٣٪ - وفي كل طبقة النسبة الكبرى ١٤.٧٪ والصغرى ٠.٦٩٪

أكسيد المنجنيز يوجد أساسًا في معادن المنجنيز، والتي توجد كطبقات رقيقة وجيوب صغيرة أو منتشرة خلال خام الحديد.

لقد تلاحظ أن الطبقات البنية الداكنة تحتوى على أعلى نسبة منجنيز (بمتوسط ٧.٧٧٪ أكسيد منجنيز) والطبقات الصفراء تحتوى على النسبة الأدنى (متوسط ٢.٢٧٪ أكسيد منجنيز).

التغير الرأسى فى محتوى المنجنيز لا يتبع قاعدة خاصة، وعنصر المنجنيز قد يزداد إلى أعلى أو إلى أسفل أو قد لا يظهر أى زيادة ملحوظة بأى شكل، إلا بقدر ما

طبقات الخام توضح بعض الفروق فى نسبة الحديد بالطبقات البنى الداكن، وهى تحتوى على قيم عالية عما هو فى النوع الأصفر أو البنى.

بالرغم من أن عينات المنطقة الشمالية بجبل غرابى تحتوى على حديد أكثر عما هو فى وسط غرابى، والتي بدورها أعلى مما هو فى المنطقة الجنوبية بجبل غرابى، ومن ناحية فإن التغيرات صغيرة ولا تمثل تغييرًا جانيًا يذكر فى جبل غرابى.

أكسيد الحديد Fe₂O₃ - الحديد الموجود فى الخام على هيئة أكسيد حديد، يكون فى هيئة جويتيت وهيأتيت. لم يكن ممكنًا اكتشاف أكسيد الحديدوز كيميائيًا، أو الحصول على معادن تحتوى على أكسيد حديدوز فى العينات.

أكسيد المنجنيز Mn O₂ - متوسط نسبة المنجنيز فى

١٤١، وبالرغم من وجود التغيرات الجانبية للسيليكا إلا أنها لا تخضع لقاعدة معينة.

أكسيد الكالسيوم CaO - متوسط نسبة أكسيد الكالسيوم في عينات الآبار ٤٣، ٢٪، وهي قريبة جداً من قيمة العينات من المكشف. أكسيد الكالسيوم يوجد على هيئة كالكسيت وجبس. في الأجزاء العليا من الخام يوجد الكالكسيت بوفرة، والتي قد تكون نتيجة للوجود الأصلي للحجر الجيري على نفس المستوى. ومن ناحية أخرى، نلاحظ الجبس في الأجزاء السفلى حيث يتكون في ترسيبات البحيرات.

كقاعدة عامة يوجد أكسيد الكالسيوم بقيمة عالية باتجاه الأجزاء العليا للخام كما في الآبار - ١٣١، ١٥١، ١٦١، ١١٠١، ١١٠٣، ١١١١، ١١١٣ (شكل - ٢٩).

التغيرات الجانبية موجودة حيث سجلت الآبار نسبة أعلى ٩٧، ٣٪ ونسبة أدنى ١٤، ٠٪، ومع ذلك فهي لا تتبع نظاماً منتظماً.

متوسط نسبة أكسيد الكالسيوم في الطبقات الصفراء أعلى فيها، عما هو في الخام البنى أو الخام البنى الداكن.

أكسيد الماغنسيوم MgO - يوجد أكسيد الماغنسيوم في بعض العينات التي أجريت عليها التحاليل. متوسط الماغنيسيا في عينات البئر ١١، ٠٪، مع تغيرات في الآبار تتراوح من ٨٣، ٠٪ إلى العدم، وفي الطبقات من ٩٨، ٢٪ إلى العدم. يوجد أكسيد الماغنسيوم في الدولوميت والسذى ينتمى للطبقات الدولوميتية الأصلية، وبالتالي تشير إلى التغير الجانبي للحجر الجيري إلى الدولوميت.

تلاحظ وجود أكسيد الماغنسيوم في الطبقات البنية الداكنة، رأسياً فإنها ترتبط الأجزاء العليا للخام حيث

يكون العنصر أكثر التصاقاً بالطبقات البنية الداكنة، والتي توجد غالباً تجاه قاع الخام.

التغيرات الجانبية واضحة ويبدو من البيانات المتغيرة أن المنجنيز يزداد نحو قاع الخام على وجه العموم إلا في بعض الآبار مثل البئر رقم ١١٠٣ حيث تصل نسبة المنجنيز ٤٠، ١٠٪ وهو يقع في منتصف المنطقة الجنوبية، مما دعا الشاذلى (سنة ١٩٦٢) إلى الوصول إلى نتيجة أن المنجنيز يزداد نحو الأطراف الخارجية لبيئة ترسيب الخام. هذه النسبة المرتفعة للمنجنيز توجد في الجزء العلوى من الخام البنى المخضر، بينما في البئر ١١١١ وهو يقع غرب البئر ١١٠٣، قرب الحدود الغربية للمنطقة الجنوبية ورغم ذلك نجد نسبة المنجنيز في البئر ١١١١ تساوى ١٠، ٠٪ في قاع البئر في الخام البنى الداكن على عكس ما أورده الشاذلى.

أكسيد السيليكون SiO₂ - متوسط نسبة السيليكا في عينات البئر ٤، ١١٪ بينما بلغت النسبة العظمى ٩٨، ١٦٪ والنسبة الصغرى ٥، ٥٪ في الآبار التي تم حفرها، بينما في عينات الطبقة الواحدة فالنسبة العظمى للسيليكا ٨، ٣٠٪ والنسبة الصغرى ٣، ٨٦٪.

توجد السيليكا عادة في عدسات وجيوب على هيئة كوارتز حر، وعلى هيئة مكون في الطين. في الطبقات المختلفة، توجد السيليكا الأعلى في الطبقات الصفراء نتيجة وجود الكوارتز الحبيبي الدقيق بكثرة مكونا نسيج البيزوليت، بينما توجد السيليكا الأدنى في طبقات البنى الداكن. في الطبقات البنية قد ترتفع السيليكا نتيجة اختلاطها بالطين.

من المؤلف ملاحظة القيم العالية للسيليكا قرب الحد الفاصل السفلى للخام (آبار - ١٣٣، ١٣٥، ١٤١، ١٦١)، ولكنها عادة تقل نحو القمة (آبار ١٥١٠، ١١٠١، ١١١١)، وتقل أكثر تجاه الوسط كما في البئر

يوجد الحجر الجيري الأصلي بوفرة. وجود الماغنسيوم بكميات وفيرة في وسط جبل غرابى (الآبار - ١٥١، ١٦١) تشير إلى أن الحجر الجيري قد تغير جانبيًا إلى الدولوميت في هذا الموقع بصفة خاصة.

أكسيد الألومنيوم Al_2O_3 - متوسط نسبة أكسيد الألومينا في عينات البئر ٣.٦٧٪ مع بعض التغيرات في الآبار من ٤.٤١٪ إلى ٢.٨١٪، مع ملاحظة فروق أكثر في عينات الطبقة الواحدة من ٧.٢١٪ إلى ٢.٣٪، الطبقات البنية تحتوى على أكسيد ألومينيوم أكثر؛ حيث إنها على وجه العموم تمتزج مع الطين أكثر من الطبقات الأخرى. يوجد أكسيد الألومينيوم أساسًا في معادن الطين المصاحبة للحام. التغيرات الرأسية والأفقية في نسبة أكسيد الألومينيوم غير ثابتة.

أكسيد التيتانيوم TiO_2 - توجد عمومًا كآثار، ولكن توزيعها غير منتظم غريب الأطوار، وبعض القيم العالية نسبيًا غير متوقعة. متوسط أكسيد التيتانيوم في عينات البئر ٠.٠٣٪ وتراوح في الآبار من ٠.١٥٪ إلى آثار، وفي عينات الطبقة الواحدة تتراوح من ٠.١٦٪ إلى آثار. القيم العالية متوقع وجودها في الطبقات البنية والبنية الداكنة. رأسيا أكسيد التيتانيوم لا يبدو متحيزا لأى مستوى معين، وجانبياً فإنه أكثر ارتباطاً بالآبار - ١٣١، ١١١، و ١١١٣ في شمال وجنوب جبل غرابى.

خامس أكسيد الفوسفور P_2O_5 - يوجد عمومًا كآثار، نادرًا ما يمكن اكتشافه، ولكنه يوجد في عينتين بكميات يمكن تقديرها. متوسط أكسيد الفوسفور ٠.٠٨٪ > في عينات الآبار مع النسبة العظمى ٠.١٥٪ و ١.٤٨٪ في كل من الآبار، وفي كل من الطبقات على التوالي.

خامس أكسيد الفوسفور يكون مصاحبًا - بكميات يمكن تقديرها - في الطبقات البنية والبنية الداكنة. في توزيعها الرأسى، فإنها أكثر ارتباطًا لأجزاء قاع الحام عن الأجزاء العليا. هذا يمكن فهمه، إذا ما افترضنا أن خامس أكسيد الفوسفور ينتمى لطبقات الفوسفات الموجودة سابقًا في طبقات العصر الطباشيرى الأعلى.

يشير التوزيع الجانبي تركيزًا أعلى نسبيًا في الآبار بمناطق شمال وجنوب غرابى، قد يكون التغيير الجانبي في تكوين الصخور قد نتج عنه جيوب من التكوينات الفوسفاتية، هذه المعلومة تؤكد حقيقتها وجود قيم عظمى لأكسيد خامس الفوسفور تكافئ ١٢.٣٧٪ في عينات المكشف.

الكلور Cl^- - يوجد الشق الحامضى للكلوريدات في الأملاح موزعة في الجيوب والطبقات، أو منتشرة في خام الحديد. متوسط نسبة الكلوريد « Cl^- » في عينات الآبار ٠.٦٢٪ مع زيادة معقولة في أجزاء القمة للحام. في عينات المكشف متوسط نسبة الكلوريد تعتبر عالية؛ إذ تصل إلى ٢.١٥٪. هذه الزيادة في كمية الأملاح بمكاشف الحام بسبب الخاصة الشعرية. إذا أخذنا في الاعتبار هذا العامل، فالقيمة المتوسطة الحقيقية للكلوريد « Cl^- » تكون - بأقصى احتمال - حوالى ١.٢٥٪.

الكبريت S - هذا العنصر لم يتحدد في عينات الآبار. عينات المكشف تعطى ٠.٨٦٪ و ٠.٦٥٪، هذه القيم قد تؤخذ كمتوسط جيد. الكبريت « S » يوجد كمكون للجبس، والذي نلاحظ تركيزه في أجزاء القاع للحام. هذا المعدن هو المسئول عن نسبة الكبريت العالية نسبيًا في الحام.

حساب كمية خام الحديد فى المناطق الثلاث:

التلال المبعثرة، جبل غرابى ومنطقة الحرة

خام الحديد، فى جبل غرابى والتلال المبعثرة شمال غرابى وكذلك الخام فى منطقة الحرة يكاد يكون أفقياً ذا حدود غير منتظمة. لذلك يمكن القول أن سمك الخام فى الحفر يمثل السمك الحقيقى. الفرق الأساسى بين السمك فى الحفر وآبار الحفر الآلى والسمك الذى تم الحصول عليه من مكاشف الخام يمكن توضيحه نتيجة لعوامل التعرية التى أثرت بشدة على مكاشف الخام عند حواف الوديان أكثر من تأثيرها على الأجزاء الداخلية للخام.

فى جبل غرابى يتغير سمك خام الحديد من ١, ١٠ إلى ٢٠, ٣٠ متراً، بمتوسط سمك ٨, ٠٩٣ متراً؛ بينما فى التلال يتغير سمك الخام من ١, ٥ لى ٢٨, ٧ متراً بمتوسط ٨, ٧٦ متراً. وفى منطقة الحرة يتغير السمك من ١, ٦ إلى ٢٢, ٣ متراً بمتوسط سمك ٧, ٠٣ متراً.

لقد تم تقييم الخام وذلك برفع حدود الخام بالمناطق الثلاث على خرائط ودراسة نتائج ٢٢٠ حفرة و ٢٠ بئراً آلياً فى الخام والمناطق المحيطة - وكانت النتائج كما يلى:

منطقة الحرة	جبل غرابى	التلال المبعثرة	
٢٣٠١٤٤٨	١٨٩٠٣٧٠	١٩٦٦٢٧٤	المساحة بالمتر المربع
٢, ٣٤٩	٢, ٥٥٧	٢, ٣٣٦	متوسط الكثافة النوعية
٧, ٠٣	٨, ٩٣	٨, ٧٦	متوسط سمك الخام
٣٨٠٠٤٨٩٢	٤٣١٤٧٨٤٦	٤٠٢٣٦٥٧٢	كمية الخام (طن)

ماء الرطوبة H_2O - متوسط الرطوبة فى عينات الآبار تساوى ٠, ٩, ١ مع بعض التغييرات فى الآبار. طبقات الخام البنية والبنية الداكنة تمتلك متوسطات عالية من الرطوبة عن مثيلاتها الصفراء. المنابع الرئيسية للرطوبة هى الطين وأكاسيد الحديد.

الفاقد بالحرق - المتوسط فى عينات الآبار هو ٩, ٩٣٪ مع نسبة عظمى ٤٤, ١٣٪، ونسبة أدنى ٧, ١٥٪، أما فى الطبقات فإن النسبة العظمى ٦, ١٤٪ تقل إلى ٥, ٧٤٪. الفاقد بالحرق تسببها المعادن المختلفة خاصة أكاسيد الحديد، وأكاسيد المنجنيز، الكربونات والطين.

المتوسط الأدنى (٥, ٥٧٪) يوجد فى الطبقات البنية الداكنة، حيث يكون الهيماتيت مكوناً مهماً، بينما الطبقات الصفراء والبنية تشير إلى قيم عالية (٤, ١١٪ و ٨٤, ١٠٪ على التوالى) حيث يكون الجوتيت أكثر معادن الحديد وجوداً.

فى التغيير الرأسى، قيم الفاقد بالحرق تكون أعلى عموماً فى أجزاء القمة للخام حيث الكربونات تكون أكثر شيوعاً والهيماتيت يكون أقل كذلك.

وفىما يلى متوسط نسبة تحاليل مكونات الخام فى المناطق الثلاث:

جدول رقم - ٣٢ : نسبة تحاليل مكونات الخام فى كل من التلال المبعثرة، وجبل غرابى، ومنطقة الحرة

التلال المبعثرة	جبل غرابى	منطقة الحرة
٠.٠٥٨	١.٢٥	٠.٤٩
٤.٤٢	٣.٣٤	٣.٩٠
٤.٥٤	٤٢٧	٤.٠٣
٣.٧	٨.٧٣	٩.١٢
٥١.٥٤	٥٠.٧٣	٤٩.٢٥

(١) معادن الخام:

لقد اعتبر الشاذلى (١٩٦٢) المكون الأساسى لخام الحديد هو الجوتيت، مكونا حوالى ٨٠٪ حجما، يليه فى الوفرة الهيماتيت مكونا ٢٠٪. لقد أشار كل من غيث (١٩٥٥) وزعطوط (١٩٥٨) لوجود السيديريت والماجنتيت بكميات ضئيلة فى جبل غرابى، بينما لم يعثر الشاذلى (١٩٦٢) على أثر لأى منهما فى جبل غرابى.

أما فى منطقة الحرة ومنطقة جبل غرابى، فقد تم تقسيم أنواع خام حديد عضو الجديدة فى الحقل إلى ثلاثة أنواع رئيسية (المؤلف):

١- هيماتيت: صلد (٦)، مصمت، بنى داكن، ذو لمعان معدنى.

٢- جوتيت: متوسط الصلابة (٥)، بنى إلى بنى مصفر، طبقى ذو فجوات.

٣- هيدروجوتيت: متغير الصلابة عادة أقل من ٣، هش وسهل التفطيت، أصفر ولكنه قد يتدرج إلى اللون الأسود نتيجة لازدياد نسبة المنجنيز.

على وجه العموم، فإن الجوتيت يمثل معدن الحديد الأساسى فى الخام البنى والأصفر، بينما الهيماتيت يمثل المكون المهم لطبقات الخام البنى الداكن، والتى تميل إلى إظهار درجة من درجات لون الاحمرار.

هذه البيانات عالية تمثل متوسط تحليل كامل لعدد ١٤٩ عينة من الحفر فى المناطق الثلاث: ٦٥ عينة من التلال المبعثرة (ناصر)، ٥٩ عينة من جبل غرابى، ٢٥ عينة من منطقة الحرة.

الدراسة المعدنية لمنطقتى الحرة وجبل غرابى

التركيب المعدنى لخام حديد عضو الجديدة بمنطقتى الحرة وجبل غرابى ذى طبيعة معقدة. التنوع فى الخام والشوائب المعدنية توجد بكميات مختلفة فى الطبقات بل وخلال كل طبقة على حدة.

لقد قسم الشاذلى (١٩٦٢) الأنواع الرئيسية لخام حديد عضو الجديدة بجبل غرابى فى الحقل إلى: الأصفر، البنى، والبنى الداكن. كل نوع من هذه الألوان يحتوى على عدة أنواع فرعية، لها ظلال الألوان المختلفة، التركيب، والمحتوى المعدنى. هذه التغيرات نتيجة للظروف الكيميائية الطبيعية وبيئة الترسيب. الصخور الأصلية أثرت بدرجة ما على ترسيب بعض المعادن فى مستويات معينة، تركيب الخام، وتوزيع العناصر الكيميائية. تمت دراسة المعادن المكونة للخام ميكروسكوبياً بالضوء المنفذ والمنعكس. لقد تم تقسيم المعادن إلى مجموعتين: (١) معادن الخام والتى تحتوى على الحديد والمنجنيز و(٢) الشوائب المعدنية شاملا المعادن الأخرى.

نلاحظ وجود فجوات صغيرة في الخام توحى بتركيب مسامى، ورغم ذلك فإن الخام البنى الداكن صلد جدًا. ونسبة الحديد في الخام البنى الداكن أعلى منها عما هي في الخام الأصفر والبنى. خام الهيماتيت يوجد غالبًا قرب القاع، بينما الخام الجوتيتى مرتبط أكثر بالأجزاء العليا لكتلة الخام. القطاع الميكروسكوبى في الصورة - ١٩، شكل - ١، يوضح وجود هيماتيت دقيق، والأحزمة المتوازية ذات الشكل غير المنتظم للجبس والكالسيت المتبلور.

معادن المنجنيز: وهى تكوّن أحزمة رفيعة أو جيوبًا ذات أبعاد مختلفة أو قد تنتشر في خام الحديد. تركيب معادن المنجنيز غروى أساسًا، شاملاً وجود مواد تراسية ودقيقة التبلور، طبقات حلقيه وشقوق التقلص.

معادن المنجنيز تتمثل في تراسى وبيرولوزيت دقيق، بزيلوميلين وكريتوميلين مع طبقات حلقيه (صورة - ١٩ - شكل - ٢) ومانجانيت. في جميع الحالات، توجد معادن المنجنيز تحيط معادن الحديد.

جدير بالملاحظة أن نشير إلى أن معادن المنجنيز تتركز على الأطراف في منطقتى الجديدة وجبل غرابى - مع نقصان نسبتها في الجديدة، عما هي عليه في جبل غرابى؛ بينما نجد معادن المنجنيز تتركز في وسط خام حديد الحره، مع ازدياد نسبتها نحو قاع الخام بصفة خاصة. يفسر ذلك، بالنظرة على الخرائط التركيبية للمناطق الثلاث - حيث نجد معادن المنجنيز تزداد في الأخدود التركيبى، مثل: أخدود التلال المبعثرة (تلال ناصر) وأخدود الوادى الغربى بمنطقة الجديدة وأخدود منطقة الحره؛ أى إن معادن المنجنيز تزداد في مناطق الهبوط بين الفوالق.

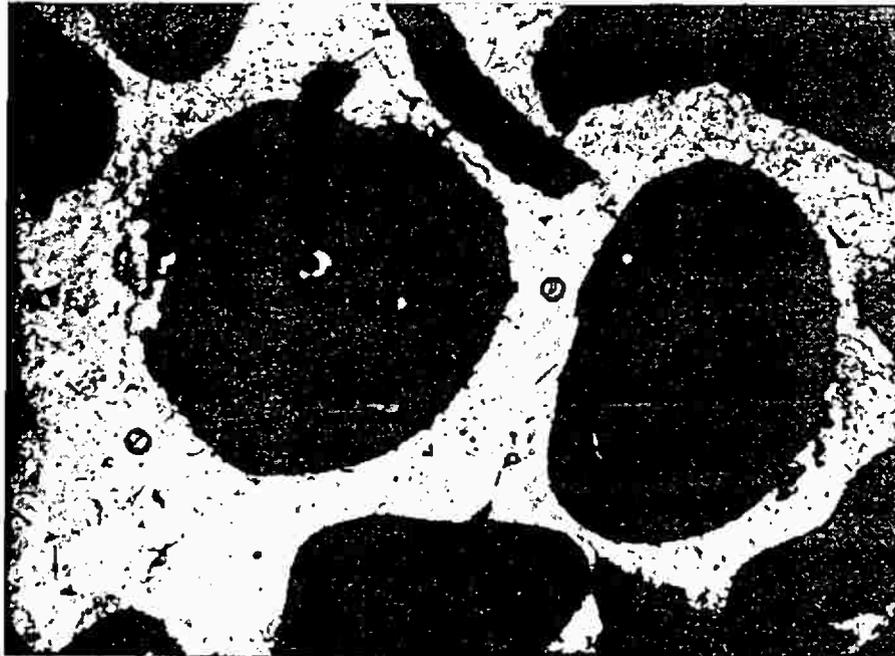
التركيب أو البنية السائدة تشير إلى ترسيب شبه غروى، ومع ذلك فإن البنية - نتيجة عملية الإحلال - تتضح جليا في الخام الضعيف النسبى، حيث نجد معادن الحديد تحمل محل المعادن الأصلية شاملاً الكوارتز، إلخ. توجد الفجوات بمقاييسها المختلفة في الخام. في الخام الأصفر يتراوح التركيب من بيزوليتى إلى تراسى، جبات البيزوليت قد تكون كبيرة جدًا أو ذات حجم عادى، وقد تتدرج في الصغر إلى الحجم الأوليتى. الكوارتز يعتبر معدن الشوائب الشائع مصاحبًا للخام الأصفر.

في الصورة - ١٨ - شكل - ١ قطاع ميكروسكوبى في الخام الأصفر حيث توجد البيزوليت ذات القطر ٢ مم على هيئة: مستديرة، بيضاوية، مستطيلة، أو غير منتظمة. قد يظهر أحيانًا في قلب البيزوليت نواة صغيرة من الكوارتز الدقيق المتبلور، وهو أيضًا يكون مادة النسيج للبيزوليت. بللورات الكالسيت توجد أيضًا مصاحبة نسيج الكوارتز السائد.

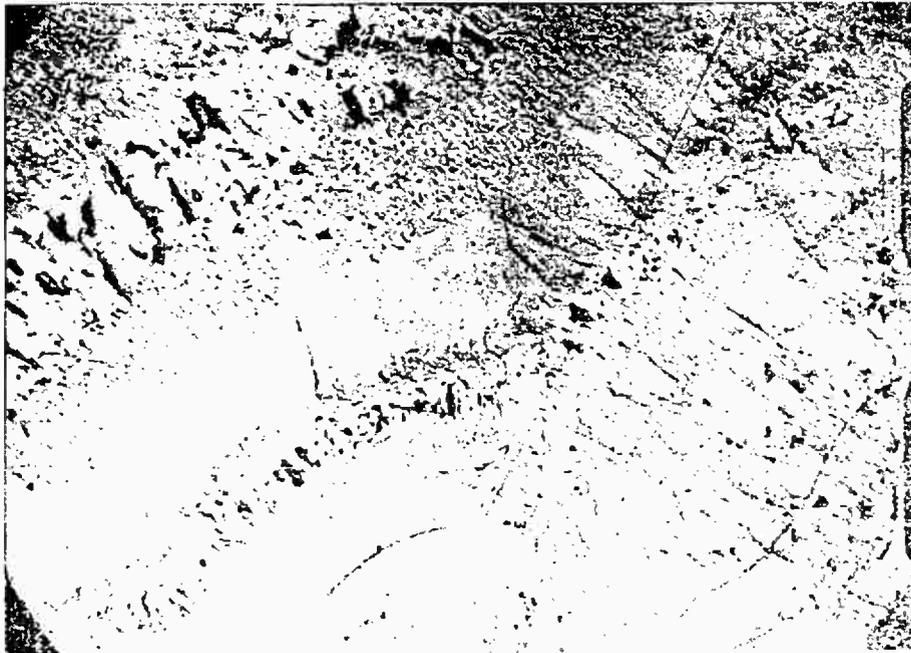
في الخام البنى، تركيب الجوتيت قد يكون تراسيًا ولكنه في الأساس يتركب من بللورات دقيقة مكونة طبقات أو حلقات من المعدن متحدة المركز «colloform». خام الجوتيت المصمت يرى في الصورة - ١٨ - شكل - ٢، حيث تتضح حلقات المعدن المتحدة المركز، وفيها توجد الخيوط الليفية للجوتيت ذات الأبعاد المختلفة، التى تنتظم عموديا تقريبًا على حلقات المعدن. قد يصادف وجود التركيبات الحلقيه الأخرى شاملاً شقوق التقلص والفجوات الكبيرة. لقد تلاحظ أحيانًا وجود مزيج أو خليط من الخام مع كميات كبيرة من الطين والكوارتز.

في الخام البنى الداكن، يوجد الهيماتيت كمعدن حديد سائد مع وجود الجوتيت المرافق كمعدن ثانوى.

صورة ١٨ - جبل غرابي



١- خام بيزولينى اصفر. حبات البيزوليت تتكون من الجوتيت بينما التسيح يتكون من كوارتز دقيق وبعض الكالسيت. ضوء عادى - تكبير $\times 24$.



٢- جوتيت يظهر التسيح الغروى، خام مصمت بنى. ضوء عادى $\times 67$.

الدولوميتى. هذا الحجر الجيرى الدولوميتى يعتبر في هذه الظروف الموجودة كنتيجة للتغير الجانبي في تركيب مستويات الحجر الجيرى بجبل غرابى والحديسة. الدولوميت الموجود في هذه المناطق أعيد بلورته، ويُظهر نفس الصورة التركيبية مثل الكالسيت.

المبخرات - وهى المعادن التى نشأت عن طريق تبخر مياه البحر، وتمثل الشوائب المعدنية للمبخرات فى الجبس والأملاح، وهى قد توجد مائثة الشقوق فى الخام، أو فى طبقات موازية لخام الحديد أو منتشرة خلال الخام. الجبس يظهر ميله نحو التركيز فى الأجزاء السفلى والأملاح فى الأجزاء العليا للخام. والتفسير، أنه قد ترسب الأملاح فى أزمنة لاحقة فى فترات الأمطار الشديدة وحملها للأملاح من الصخور السطحية، فترسب فى الطبقات العليا للصخور المكشوفة، أو قد تكون كما يرى الشاذلى (١٩٦٢) من التسلسل العادى لترسيب الأملاح فى البحيرات من حيث أقل المعادن (جبس) ذوبانا يترسب أولاً عند القاع وأكثر المعادن (الأملاح) ذوبانا يترسب أخيراً على القمة، عندما يكون تركيزها بالكفاية التى تسمح بذلك.

الفوسفات - وجود خامس أكسيد الفوسفور (P_2O_5) بغير انتظام وأحياناً بكميات كبيرة، مما يدعو للاستنتاج إن بعض معادن الفوسفات موجودة فى خام الحديد، ومع ذلك لم يتم تعريفها فى تحاليل العينات. من المفروض أن معادن الفوسفات قد جلبت من الطبقات الفوسفاتية بالعصر الطباشيرى الأعلى (جبل الهفوف)، وهى تمثل التغيرات الجانبية فى الصخور الجيرية والطينية. توجد المساحات الصغيرة الفوسفاتية غير منتظمة التوزيع فى جبل غرابى بمنطقتى A و C.

الباريت - بللورات الباريات الصغيرة والمتوسطة تنتشر عشوائياً فى كل مكان من الخام بجبل غرابى،

الكوارتز - هذا المعدن هو الأكثر شيوعاً من بين الشوائب المعدنية فى خام الحديد. لقد تلاحظ وجود تغيرات فى توزيع الكوارتز، فهو يوجد عموماً أكثر نسبياً بالقرب من قمة وقاع الخام، ومع ذلك، فهو يوجد أحياناً بكميات أكثر فى الأجزاء الوسطى للخام.

قد يوجد الكوارتز كبللورات صغيرة فى تركيب حبيبي متحدا مع الخام، وبالتالي إما متبلوراً من مادة الجِلّ «gel» أو بالإحلال كما فى الخام المنخفض النسبة حيث يوجد الكوارتز، وبه علامات الإحلال بمعادن خام الحديد.

طبقات الشيرت ذات الكوارتز المتبلور غالباً ما يلاحظ وجودها فى خام الحديد، هذه الطبقات يوجد بها معادن الحديد والمنجنيز.

معادن الطين - يوجد عادة فى الخام، النسبة الكبيرة من الطين الموجود فى الخام هى بقايا صخور الطين الأصلية التى تم إحلال بعضها بمعادن الحديد. طبقات وعدسات من الطينة الحديدية توجد مصاحبة للخام.

الكربونات - الكالسيت هو أحد الشوائب المعدنية الشائعة، ويوجد بصفة خاصة فى الأجزاء العليا من الخام، بينما لا يوجد فى الأجزاء السفلى، إلا أنه قد يوجد فى وسط الخام فى أماكن قليلة بمنطقة الحره. برغم وجود نسبة كبيرة من الكالسيت فى الخام، متأصلة من أو بقايا من الحجر الجيرى والصخور الجيرية الموجودة سابقاً، ومع ذلك فقد خضعت لعملية إعادة البلورة بحجم كبير، وهذا يبدو جلياً فى شمال الحافة الغربية لمنطقة الحره.

لقد تم تعريف معادن الدولوميت فى بعض المناطق من الخام؛ حيث يرجع مصدرها للحجر الجيرى

الدراسة الميكروسكوبية للقطاع المنفذ للضوء، والقطاع المصقول العاكس للضوء، أثبتت وجود اثنين من المعادن هما الكوارتز والجوتيت. يوجد الكوارتز على هيئة حصوات معدنية ذات أحجام مختلفة، قليل منها مركب والبعض الآخر يعطى انطفاءً نموذجياً. أما أكسيد الحديد المائي - جوتيت - فإنه يتكون من بللورات دقيقة جداً^(٢).

من الواضح أن الجوتيت يحل مكان الكوارتز على حواف الحصوات الكوارتزية وخلال الشقوق (صورة - ٢٠ - ١ و ٢) مسيياً شكلاً متعرجاً لحصوات الكوارتز. ففي العينة بالصورة - ٢٥ - ١ يبدو الإحلال متقدماً بالمقارنة بالعينة في الصورة - ٢٥ - ٢. كلا العينتين تمثل تغيرات نموذجية في نسب الجوتيت والكوارتز في الصخر الرملي الحديدي.

بصرف النظر عن الجوتيت والكوارتز، فمن الواضح من التحاليل الكيميائية وجود كميات صغيرة من أكسيد المنجنيز، الجير والطين في حالة دقيقة متحدة مع كتلة رواسب الجوتيت دقيق البللورات - لقد كان التحليل الكيميائي لخام الحيز بمعرفة الكيميائي يحيى عبدالعظيم بالمعامل المركزية للمساحة الجيولوجية كالتالي:

أكسيد سيليكون	أكسيد حديدك	أكسيد ألومينيوم	أكسيد كالسيوم	أكسيد ماغنسيوم	أكسيد منجنيز	خامس أكسيد الفوسفور
٦١,٩٣ - ٥٩,٨٦	٣١,٧٨ - ٣٠,٦٨	٢,٥٨ - ٢,٢٤	٣,٤٣ - ٢,٨٦	٠,٨٨ - ٠,٣٤	١,٥٦ - ١,١٢	آثار

ونادراً في منطقة الحرة. عموماً يوجد الباريت بكميات صغيرة وأحياناً تكون بللورات كبيرة كاملة جيدة التبلور - توجد كميات كبيرة منها في منطقة الجديدة حتى أصبحت كخام يجمع من الطبقات السفلى للخام. أحياناً يوجد الباريت في طبقات موازية لخام الحديد.

٤- خام الحديد بمنطقة الحيز (شكل - ١٤)

تقع منطقة الحيز على الهضبة الغربية على هيئة بروز يطل على منخفض البحرية، يمر وسطها خط العرض ٢٨° ١٢ شمالاً وخط الطول ٢٨° ٤٢ شرقاً، وهي ما يطلق عليها جبل متيلع رضوان على خريطة الواحات البحرية (المساحة العسكرية ١٩٨٥). خام الحديد بمنطقة الحيز صنفه الشاذلي (١٩٦٢)^(١) كخام حديد منخفض النسبة المثوية بالنسبة للخام الاقتصادي في المناطق الثلاث: الجديدة، الحرة، غرابي. فهي تمثل صخوراً رملية حديدية. لقد كان الغرض من دراسة هذا الموقع هو دراسة المعادن المكونة لهذا الخام كمرحلة أولى لترخيص واستخدام الخام بهذه المنطقة مستقبلاً.

الدراسة الميكروسكوبية للخام

الخام شديد الصلادة وبنى اللون، ينكسر إلى قطع ذات زوايا حادة. اللون لمسحوق العينات بنى مصفر.

(١) قدمت الدراسة كتقرير داخلي، مصلحة المساحة الجيولوجية والأبحاث التعدينية، ١٩٥٨ - القاهرة.

(٢) اعتبر عاطف دردير (١٩٧٥) إن خام الحيز هو حجر رمل حديدي وليس خاماً للحديد؛ حيث إن نسبة أكاسيد الحديد أقل من ١٨٪ في المتوسط مما لا يمكن اعتباره خاماً للحديد تقرير داخلي - هيئة المساحة الجيولوجية.

الميكروسكوب؛ باستخدام القرص المدمج لليتز «Leitz Integrating stage»، وكانت نتائج التحليل المعدني بالحجم كما في الجدول رقم - ٣٣ التالي:

التحليل المعدني (صورة - ٢٠)

تم تحديد نسبة حصوات الكوارتز والبللورات الدقيقة للجوتيت بخام حديد الحيز تحت

جدول رقم - ٣٣: نتائج التحليل المعدني بالحجم.

رقم العينة	حجم كتلة راسب الجوتيت	حجم الكوارتز الحصى
١	%٥٥	%٤٥
٢	%٤٥	%٥٥
المتوسط	%٥٠	%٥٠

وشكل حصوات الكوارتز في خام حديد الحيز المنخفض النسبة «ElHeiz lowgrade iron ore» يتحكم فيها أولاً أصل حجم وشكل حصوات الصخر النوبي، وثانياً درجة الإحلال الأخيرة بالجوتيت.

القياسات بالجدول - ٣٤ ممثلة بالجدول - ٣٥ من خلال المناخل.

فضلاً عن ذلك يوجد الكوارتز الدقيق التبلور في كتلة الراسب الجوتيتي والذي تم تقديره على وجه التقريب من التحليل الكيميائي مثل ٤ : ٩ في العينة - ١ و ٢ : ١١ في العينة - ٢ (حيث ٤ و ٢ يقابل الكوارتز الدقيق التبلور بينما ٩ و ١١ تقابل حصوات الكوارتز المرئية بعدسة التكبير العادي). فإذا أخذنا ذلك في الاعتبار، فإن جدول - ٣٥ يمكن أن يعدل كما في الجدول - ٣٦.

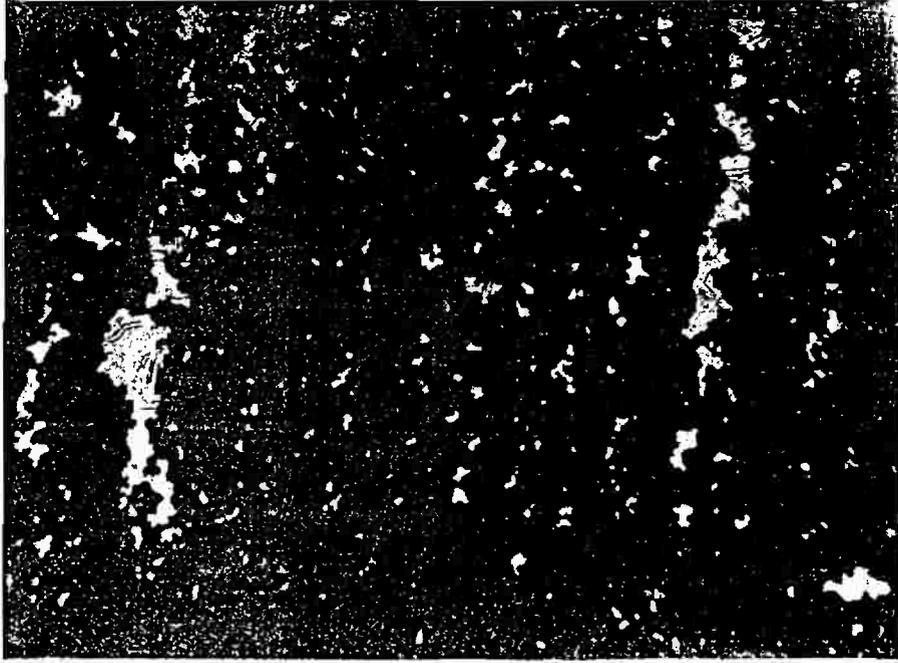
يجب أن نأخذ في الاعتبار أن القيم الممثلة للنسبة بالوزن في جميع الجداول هي فقط قيم تقريبية.

من هذا الجدول يتضح أن خام الحيز يحتوي في المتوسط على نصف حجمه من كتلة راسب الجوتيت والنصف الآخر من الكوارتز الحصى، حيث ترى الحصوات بعدسة التكبير العادي. ومع ذلك، فإن التحليل الكيميائي للعينة رقم ١٠ أعطى %٢٣.٢٥ حديد في مقابل %٣٧ جوتيت وزنا و%٢٧ حجماً. علاوة على ذلك فإن تحليل العينة رقم - ٢ أعطى %٢٢.٥١ حديد، في مقابل %٣٦ جوتيت وزنا و%٢٦ حجماً. وبالتالي ففي العينتين ١ و ٢ تحتوى كتلة الراسب الجوتيتي على جوتيت ونسبة كبيرة من المادة الدقيقة التبلور، والتي تحتوى أساساً على الكوارتز مع قليل من الطين، الجير،... إلخ.

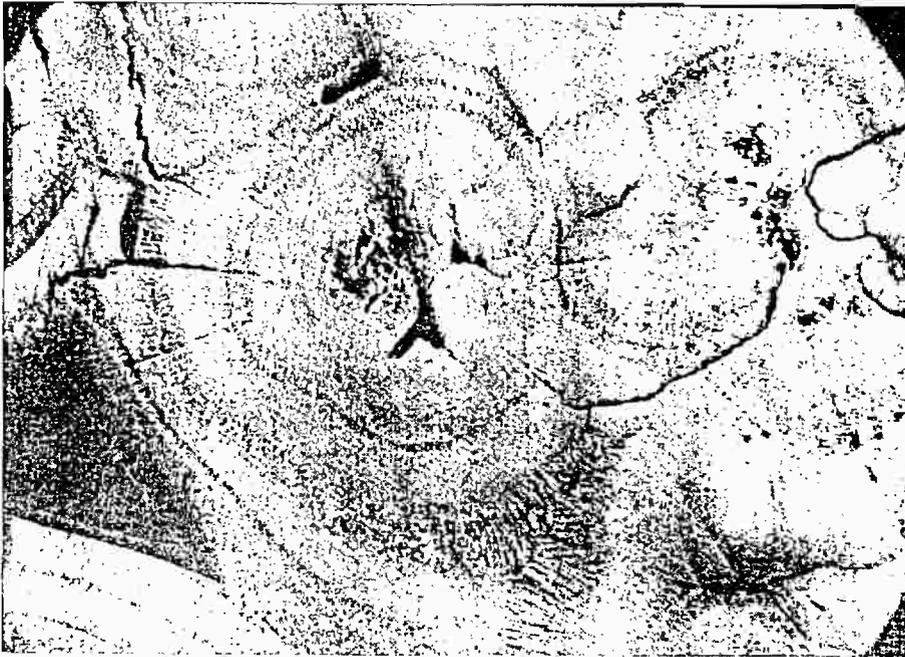
القياس الحجمي لحصوات الخام

تم قياس القطر الأكبر لعدد ٣٠٠ حصوة كوارتز للعينتين ١ و ٢، وكانت النتائج في الجدول - ٣٣ تشير إلى أن أكبر قطر هو ٠.٧٢ مم. وكقاعدة عامة فإن حجم

صورة ١٩- : جيل غرابي



١- خام بني داكن، يظهر الهيماتيت لداكن مع جيس منبلور أبيض وكالسيت. ضوء عادى ٢٤X.



٢- بزيلوميلين وكربتوميلين في نسيج غروي. ضوء عادى ٦٧X.

جدول رقم - ٣٤

هيئة رقم ٢		هيئة رقم ١		النظر في مصر
النسبة المئوية (%)	كمية الحمولة	النسبة المئوية (%)	كمية الحمولة	
٠.٠٠١	١٠	٠.٠١	٢٨	٠.٠١ ±
٠.٠٥	١٢	٠.٢	١٢	٠.٠٥
٠.٥	٢١	٢.٠	٢٣	٠.٠٦
٠.٥	٧	٢.٠	٨	٠.٠٩
١	٥	٣	٧	٠.١٢
٣	٩	٣	٣	٠.١٥
٨	١٢	٥	٣	٠.١٨
١١	١١	٥	٢	٠.٢١
٣	٢	٣	١	٠.٢٤
٧	٣	٥	١	٠.٢٧
٣	١	١٤	٢	٠.٣٠
٥	١	٥	٢/٤	٠.٣٣
١١	٣	٥	١/٤	٠.٣٦
٨	١	٥	١/٤	٠.٤٢
٥	١/٤	١١	١/٤	٠.٤٨
٥	١/٤	-	-	٠.٥١
٢٢	١	-	-	٠.٥٤
٧	١/٤	-	-	٠.٥٧
-	-	٣٢	١/٤	٠.٧٢

جدول رقم - ٣٥
التحليل الحجمي لحصوات الكوارتز

النسبة التقريبية بالوزن		
هينة - ٢	هينة - ١	
-	٣٢	منخل + ٢٨
٧٣	٤٥	منخل + ٦٠
٢٢	١٣	منخل + ٨٠
٣	٣	منخل + ١١٥
١,٥	٥	منخل + ٢٠٠
١,٥	٢	منخل - ٢٠٠

للواحات البحرية، تحت ظروف طبوغرافية ذات ميل بسيط، تسمح بتفعيل التعرية الكيميائية. المواد المنقولة إما أنها ترسبت مباشرة في البحيرة أو تحللت صخور الإيوسين - السينوماني بقاع البحيرة حيث تم إحلالها تفاضلياً. بعض الجيولوجيين سلكوا نهج نظرية الشاذلي مع بعض التغييرات.

- على عكس وجهات النظر عاليه؛ ذكر كل من غيث (١٩٥٥، ١٩٥٩)، نخلة (١٩٦١) والحناوى (١٩٦٥) إن خام حديد جبل غرابي ذو أصل إحلال حرْمائي «hydrothermal replacement». لقد أضاف نخلة إمكانية الترسيب من المحاليل الغروية وخلال الفجوات.

- أول من افترض العلاقة بين النشاط البركاني وتكوين خام حديد البحرية هو كولب - ١٩٥٧ (kolbe)؛ ثم نخلة (١٩٦١)، الحناوى (١٩٦٥)، بسطا وعامر (١٩٦٩) والبسيونى (١٩٧٠).

جدول رقم - ٣٦
التحليل الحجمي للكوارتز

هينة - ٢	هينة - ١	
-	%٢٢	منخل + ٢٨
%٦٢	%٣١	منخل + ٦٠
%١٨,٧	%٩	منخل + ٨٠
%٢,٦	%٢	منخل + ١١٥
%١,٣	%٣,٥	منخل + ٢٠٠
٠,٤ (± ٠,١ جم)	١,٥ (± ٠,١ جم)	منخل - ٢٠٠
%٢٥ (تيلور دقيق)	%٣١ (تيلور دقيق)	

لقد تم إجراء اختبار على العينتين المذكورتين عاليه بواسطة «x-ray powder method» بالمركز القومي للبحوث، وكانت نتيجة هذا الاختبار أن الجوتيت والكوارتز هما المعادن الأساسية الموجودة في خام حديد الحيز.

أصل خام حديد البحرية

«Origin of the Bahariya Iron Ore»

لقد ناقش كثير من الباحثين أصل خام حديد جبل غرابي باللوحات البحرية. منهم بول وبيدتل (١٩٠٣)، هيوم (١٩٠٩) وعطية (١٩٥٠) جميعهم اعتبروا الخام ترسيباً بحرياً ضحل المياه في عصر الأوليجوسين.

- بينما اعتقد الشاذلي (١٩٥٦، ١٩٦٢) أن رواسب خام الحديد قد تكونت خلال فترة البحيرات (أو آخر الإيوسين - أوائل الأوليجوسين) بواسطة التعرية البطيئة واختزال الصخور الرملية الحديدية والتكوينات الأخرى الحاملة للحديد في المناطق الوسطى والجنوبية

- من رسم خرائط منطقة الحره والدراسة الدقيقة للاستراتيجى الجرافى والتركيب الجيولوجى، استطاع المؤلف (١٩٧٠) تعريف عضوين بتكوين الحديد الاقتصادى بمنطقة الحره: عضو حديد الحره ويتمثل فى الطبقات السفلى ويتمى للعمر الكامبينيان (عصر الطباشير الأعلى)؛ عضو حديد الجديدة ويشتمل على الطبقات العليا والأكبر سمكا ويتمى للعمر بيريزيان «Ypresian» (عصر الإيوسين الأسفل)، بينما عدم تطابق زاوى (الأشكال - ٢٢، ٢٤، ٢٥).

ومن تجميع بيانات الدراسات الجيولوجية والمعدنية والكيميائية التى تمت على خام الحديد بالبحرية يمكن أن نتفق مع غيث (١٩٥٥) بسطا و عامر (١٩٦٩) على أن خام حديد الواحات البحرية عموماً ذو أصل إحلال حرمانى تحوالى «Metasomatic Hydrothermal replacement» للصخور الجيرية القرمزية المكونة للهضبة الشمالية لمنخفض البحرية، بينما المحاليل الحاملة لعناصر الحديد التى نشأت من أصل بركانى، مصدرها العمليات البركانية، التى أدت إلى وجود البازلت والدولوريت بمنخفض البحرية، حيث تركزت فى سناطق التصدع أسفل الصخور المضيفة «host rocks».

لقد تلاحظ وجود خامات الحديد (عضو الجديدة) بمناطق الجديدة و غرابى تعلق قمة التركيب المحذب لصخور الحجر الرمل السينومانى، بينما خام الحديد (عضو الجديدة) بمنطقة الحره يعلو صخور الكامبينيان والسينومانى ويوجدان فى أخدود تركيبى حدث بعد السينومانى، على عكس ما أشار إليه بسطا و عامر (١٩٦٩)، النقاط التالية تحت منشأ الحديد سوف تفسر هذه الظاهرة وتؤيد نظرية الإحلال بواسطة الإحلال بالمحاليل الحرمانية التحوالى «Slow & Intense Metasomatic Hydrothermal Replacement».

- بسطا و عامر (١٩٦٩) اقترحوا إن خام حديد منطقة الجديدة قد تكون بواسطة الإحلال الميتاسوماتى، البطئ والكثيف، لصخور الحجر الجيرى للعصر الإيوسين الأوسط، مع إحلال جزئى للأجزاء العليا من الصخر الرملى لتكوين البحرية والجزء الأسفل من تكوين رضوان؛ أما السوائل الحاملة للحديد فقد أتت «من تحت» وقد جلبت من أصل بركانى (أفتيدأهل - ١٩٥٨). ثم أضافا العلاقة بين تمعدن الحديد والتركيب الجيولوجية المحدبة حيث استنتجا أن خام الحديد بالجديدة والحره ينحصر فى قمة التركيب المحذب، الحره الجديدة، وبالمثل محذب جبل غرابى.

- لقد استهوى كثير من الباحثين اكتشاف منجم حديد الجديدة - فتحدثوا كثيرا عن أصل خام الحديد فى أواخر القرن العشرين. نذكر منهم على سبيل المثال: العارف و لطفى (١٩٨٩)، حسين والشرفاوى (١٩٩٠)، مساعد (١٩٩٠)، خليل (١٩٩٥)، العارف وآخرين (١٩٩٩)، جميعهم أرجعوا أصل خام الحديد فى البحرية إلى الطبوغرافية القديمة للبحرية وأجوائها القديمة لتكوين الحديد كترسيب طبقة سطحية «Duricrust» تحتفظ بأكاسيد الحديد، الألومينا، والسيليكات «Lateritic»، وتراكم الخام فى الكهوف (نتيجة كارست «karst») مع حديد اللاتيريت فى الهضبة الجيرية الشمالية الشرقية (الجديدة)، وكذلك تكوين حديد الحيز «as lateritic (ferricrete) duricrust». لقد رفض العارف وآخرون نظرية الإحلال بواسطة المحاليل الحديدية المصاحبة لطفح بازلت الأوليوسين بالبحرية. فعلاقة العمر المشتركة بين صخور الحديد مع الصخور المضيفة وقربها من الفعل البركانى، يبدو أنه حجر الزاوية لتفهم أصل تمعدن الحديد.

الفوالق، في حين يوجد الخام المنخفض الدرجة كلما بعدنا عن هذه الفوالق.

٣- ظاهرة نشاط المحاليل الحرثانية في مصر تتضح من وجود الأنايب الحديدية في صخور عصر الأوليغوسين بالجبل الأحمر بمدينة نصر بالقرب من القاهرة، والتي تم تفسيرها على أنها نتيجة تصاعد المحاليل الحاملة للحديد والمنجنيز (شكري ١٩٥٣). مثل هذه الظاهرة توجد أعلى طبقة الكونجلوميرات أسفل عضو الحجر الرملي الأوسط لتكوي البحرية بمنطقة الحرة (صورة-٨) ولكن بمقياس صغير بالنسبة لتلك بالجبل الأحمر. وكذلك توجد مثل هذه الأنايب الحديدية في الصخور الرملية الحديدية بجبل حديد بوادي النظرون (شكل ٣٣).

٤- يتفق المؤلف مع نظرية الشاذل بالنسبة لمنشأ محتوى الحديد بالحجر الجيري القرمزي. وقد تشارك - المجارى المائية الحاملة لمواد الحديد المائي وأكسيد المنجنيز والسيليكات - الينابيع الحارة بالبحرية في مراحل التعرية الأولى لمحدب البحرية، وخاصة وقد أشار كولب (Kolb, 1957) إلى وجود مثل هذه الينابيع الحارة المحتوية على ٦٩٪ حديد وأكسيد ألومنيوم في الواحات البحرية (بسطا وعامر ١٩٦٩). الحديد الذى انتشر في مياه بحر الإيوسين الأسفل نتيجة اختزال وترشيح الطبقات الحديدية بمرتفع البحرية قد تركزت لدرجة معينة؛ خلال هذه الحقبة، يبدو أن عملية الإحلال المصاحبة، والتي تمت مباشرة بعد ترسيبات كربونات الحجر الجيري بتكوين النقب «diagenetic replacement» قد جرت في بحر الإيوسين الأسفل مكونة الحجر الجيري القرمزي بشمال البحرية.

فرضية المحاليل الحاملة لعناصر الحديد المكونة لخام الحديد عموماً بالواحات البحرية، مصدرها العمليات البركانية بالمنخفض، تتضح من النقاط التالية:

١- وجود صخور البازلت في كل من الهفوف ومنديشة ومعيسرة على نفس محاور التراكيب الجديدة - الحرة وجبل غرابى - تل دمبل على التوالي. لقد كان للفالق الرئيسى الذى وقعه بول وييدنل (١٩٥٣) بوسط المنخفض والمار بجبل الهفوف إلى الشمال الشرقى حتى حافة الهضبة بمنطقة الحرة، علاقة وطيدة بالنسبة لانسياب محاليل الحديد إلى هذه المناطق.

٢- من التوزيع الجغرافى والاستراتيجرافى والتركيب الجيولوجى لمناطق خام الحديد في منطقة البحرية يدعوا التفكير فى العلاقة الوطيدة بينها وبين البراكين:

أ- وجود خام الحديد فى أماكن تبعد بمسافات متقاربة عن مواقع العمليات البركانية، التى أدت إلى وجود البازلت والدولوريت.

ب- تتميز أماكن وجود خام الحديد بتركيب جيولوجى حاد، بينما المناطق المجاورة لها وعلى امتداد الهضبة المحيطة بالمنخفض لا توجد بها مثل هذه التشوهات التى حدثت فى نهاية العصر الطباشيرى الأعلى. قد يحدث تجديد نشاط هذه المحاور بعد عصر الإيوسين ولكنها قد تؤثر أو لا تؤثر فى صخور الإيوسين الأسفل.

ج- وجود علاقة بين تركيز الخام والفوالق، حيث نجد الخام العالى الجودة يشغل مناطق بين

مباشرة، ثم تركيزه بإسهام عناصر الحديد الإضافي في مرحلة لاحقة.

في مرحلة لاحقة تم إثراء محتوى الحديد بالحجر الجيري القرمزي بالإحلال التحوالي، والذي يعتقد أنه تم في زمن الأوليجوسين - الميوسين، واحتمال ارتباطها بالمواقع البركانية في وسط وشمال منخفض البحرية. الحقائق الحقلية لم تترك أى شك بخصوص الإحلال (المتاسوماتي) التحوالي، والذي أثيرى طبقات خام الحديد وبصفة خاصة حول مستويات الفوالق والمناطق بينها. فوجود مجموعة الفوالق أسفل تكوين الهفوف وتكوين النقب في الأماكن الثلاث دون غيرها تؤيد نظرية الإحلال التحوالي بالمحاليل الحرمائية «metasomatic hydrothermal replacement»^(٢).

٦- في خامات حديد البحرية، متوسط محتوى Cr، Ti، Co، Ni، V، Al، تكون منخفضة بكل وضوح عن أولئك في خام الحديد الرسوبي، بالإضافة إلى تطابقها جيداً مع القيم الموجودة في خام الحديد ذي الأصل البركاني (هازدز - ١٩٦٤).

هذا بالإضافة إلى وجود أكسيد الألومنيوم بنسبة ضعيفة جداً (غير موجود - آثار في منطقة الجديدة، ٢.٢٤ - ٢.٥٨٪ أكسيد الألومنيوم بمنطقة الحيز، أقل من ٥٪ في المتوسط أكسيد ألومنيوم بشرق أسوان)، مما يشكك في نظرية العارف وآخرين، حيث لا يوجد خام حديد في مصر ذي أصل متبقّي «of residual origin»، وهو ما يكون عموماً أصل البوكسيت (غيث ١٩٥٥ ص ١١٣). كما توجد كهوف منخفضة الفرازة والكهوف المنهارة بين البحرية والفرازة، كهف الأبيض

ظاهرة الينابيع الحارة هذه مازالت موجودة حالياً في شمال غرب الواحات الداخلية حيث توجد آبار الموهوب تضخ مياهها الساخنة (٣٧°م)^(١). من الملفت للنظر صعود كرات أكاسيد الحديد المائي في حجم كرة التنس يغلفها سطح ترابي، تندفع مع المياه إلى قنوات الري حيث ترسب على جوانبها. إذا ما تم الضغط على هذه الكرات، فإنها تلون اليد باللون الأحمر الوردى، الذي لا يمكن التخلص منه بسهولة، بل يستحسن استخدام الصابون، حيث إن له قوة التصاق كبيرة كما أن قوة التلوين عظيمة جداً. إن أكسيد الحديد المائي هذا يذكرنا بوصف عطية (١٩٥٠، ص ١٠٧) لهيماتيت خام الحديد الأوليتي بشرق أسوان؛ وكان كرات الحديد هذه جاءت من طبقة عميقة بتكوين النوبيا مماثلة لطبقة الهيماتيت بخام الحديد الأوليتي بشرق أسوان.

٥- خام الحديد الأوليتي الموجود في الأطراف المرتفعة الجنوبية بمنطقة الحرة (منطقة الحفرة - ٤٠) وبمنطقتي الجديدة وجبل غرابي، يعتبر ترسيباً بحرياً ضحلاً. لقد تمت البرهنة تجريبياً على أن مياه الأنهار يمكنها حمل كمية معقولة من أيونات الحديد في المحلول (بسطا وعامر ١٩٦٩). إذا ما تم دخول هذا المحلول بيئة بحرية حيث مادة كربونات الكالسيوم تكون في حالة توازن مع مياه البحر، فإن الحديد سوف يتأكسد وترسب على هيئة أكسيد حديديك، على حدّ سواء في الماء وكإحلال لكربونات الكالسيوم. الخام الأوليتي يمكن - لذلك - اعتباره كإحلال مبكر (قبل التجمد) للأوليت الكلسي، والذي تم ترسيبه كيميائياً

(١) استحم المؤلف في بئر الموهوب (١٩٥٩) - البعثة الجيولوجية لدراسة الوادي الحديد - منطقة الواحات الداخلة

(٢) الإحلال التحوالي = metasomatic replacement، بالمحاليل الحرمائية hydrothermal solution.

ومعيرة - هى حجر الزاوية لتمعدن وإثراء هذه المناطق الثلاث بعناصر الحديد. وهنا تجدر الإشارة إلى دراسة المنيسى والقلوبى (١٩٧٥) على بازلت البحرية؛ لقد حددا عمر صخور البازلت بالبحرية بين ١٦ مليون سنة و ٢٠ مليون سنة، وانتهيا إلى أن حدثين متعاقبين من النشاط الزلزالي حدثا في المنطقة خلال الأوليغوسين الأعلى - الميوسين الأسفل. ومن هنا يمكن الاعتقاد بأن محاليل الحديد التى تسربت خلال الصدوع العميقة الرئيسية بالمنخفض (من تحت) إلى الفوالق المصاحبة لها أسفل تكوين الهفوف وتكوين النقب، هى التى أدت إلى تكوين خام الحديد في هذه المناطق الثلاث. الشواهد الحقلية لم تترك أى شك نحو صحة نظرية الإحلال التحوالى بالمحاليل الحارمائية المصاحبة للنشاط البركاني بالمنخفض لتكوين خام الحديد الاقتصادى (عالي الجودة) بالمناطق الثلاث. وكذلك الحديد المنخفض الجودة بمنطقة الحيز. لذلك نجد إثراء نسبة الحديد تحددت في مناطق بين الفوالق وحول مستوى هذه الفوالق؛ وإن عمر تمعدن وإثراء الحجر الجيري القرمزى بعناصر الحديد، الذى أدى إلى تكوين الخام الاقتصادى بالمناطق الثلاث، هو الأوليغوسين الأعلى - الميوسين الأسفل.

أما كون وجود الحفريات في خام الحديد (عضو الجديدة)، سواء تم إحلالها بالكامل و/ أو جزئيا فهى تتبع عصر الإيوسين الأسفل، وكذلك الحفريات التى تم جمعها من عضو خام الحرة تتبع الكامبينيان (كريتاس أعلى) وهى حفريات موجودة في الصخر المضيف «Host rock»، وهو ما يوضح الوضع الجيولوجى للخام وليس بمعنى تمعدن الخام؛ حيث إن عملية التمعدن حدثت في عصر لاحق للترسيب، وهو الأوليغوسين الأعلى، وهذا ما ينفى المقصود من مقولة الشراوى وسحيم (٢٠٠٢ ص ٨٥).

بالرفرافة، كهف المحجر بدرب البهنساوى بين البحرية ووادى النيل أمثلة لكارست قديمة (إمبابى - ٢٠٠٠). كلها توجد في صخور الحجر الجيري ورغم ذلك لا يوجد أثر لوجود عناصر حديد بها.

عمر التمعدن Age of Mineralization

محاليل الحديد التى انتشرت في بحر الإيوسين الأسفل نتيجة اختزال وترشيح الطبقات الحديدية بمرتفع البحرية وانسيابها إلى الشمال، تم تركيزها بدرجة معقولة أدت إلى ترسيب الحجر الجيري القرمزى؛ نتيجة للإحلال أثناء وبعد ترسيب كربونات تكوين النقب «diagenetic replacement». لذلك نجد الحجر الجيري القرمزى يغطى الهضبة الشمالية لمنخفض البحرية ولا نجده في الجنوب. فإذا كان التمعدن حسب نظرية الشاذلى، فلماذا تركز الخام العالى الجودة في مناطق متفرقة دون بقية الحجر الجيري القرمزى المكون للمناطق المجاورة لها وامتدادها بالهضبة الشمالية. إن التوزيع الجغرافى لهذه المناطق الثلاث (الجديدة، الحرة، غرابى) وقربها من مواقع النشاط البركاني يدعو للتفكير في انفراد هذه المناطق بنوعية الخام الاقتصادى دون غيرها - بدون شك ليس كونها أحواضا متفرقة على تركيب محدد - بدليل حديد الحيز المنخفض الجودة بمحذب متيلع رضوان بغرب المنخفض، وكذلك محذب الصخور الحديدية بشرق المنخفض. بالدراسة التركيبية لهذه المناطق الثلاث (جديدة - حرة - غرابى) نجدتها تتميز بصدوع أسفل تكوين الهفوف (عضو حديد الحرة)، وأسفل تكوين النقب (عضو حديد الجديدة)، بينما المناطق المجاورة لا توجد بها هذه الصدوع فبقيت كما هى حجر جيري قرمزى. إذن علاقة هذه المناطق الثلاث والتركيبات الجيولوجية بها مع مواقع النشاط البركاني القريبة منها - بجبل الهفوف ومنديشة

وفيا يلي ما يدعم نظرية الإحلال التحوالى هذه:

١- الصخور القريبة من الفوالق عادة ما تكون سيليسية وتقطعها عروق رقيقة من الكالسيت وهو ما يشير إلى أن محاليل السيليكات والكربونات قد صعدت خلال مجموعة الفوالق وتسببت في سَلْيَكَة ودولوميتية صخور الإيوسين (dolomitization & silicification) بوجه البحث ٣١ و٣٢، بمنطقة الحره - بشمال الحافة الغربية. حقيقة أن عملية السَلْيَكَة سبقت عملية التمعدن بالحديد كما توضحه الدراسة المعدنية، دليل أيضًا على أن عمر تمعدن الحديد كان مؤخرًا بعد التصدع.

٢- الأجزاء السفلى لتكوين قطرانى (أوليغوسين) في منطقة الجديدة، قد تلاحظ أنها - في أماكن - حديدية بشدة، وهو ما قد تنتمى إلى خام الحديد المنخفض الجودة مثل خام الحيز الذى يعلو مباشرة تكوين البحرية. التشابه في المكونات المعدنية لخام الحديد بالجديدة، الحره، غرابى يشير إلى أن هناك احتمال وجود دورة واحدة لتمعدن الحديد، والتي امتدت من آخر الأوليغوسين إلى الميوسين الأسفل.

٣- غيث (١٩٥٩ ص ١٤) وصف باللورات الباريت الكاملة التكوين قرب مستويات الصدوع في جبل غرابى. هذا النوع من الباريت قد تكون بواسطة البلورة من المحاليل التى ارتفعت خلال الشقوق ومستويات الصدوع. باللورات الباريت قد تآكلت، وحدث لها إحلال جزئي بمعادن الحديد، وهذه حقيقة توضح قطعيا أن تمعدن الحديد أحدث من التصدع.

٤- وجود طبقات الطين والحجر الرملى والحطاميات

الأخرى خلال عضو خام حديد الجديد، على هيئة عدسات، لن تعوق عملية الإحلال بالمحاليل الحارة الصاعدة، بينما كونها مغرية فهى فى جانب الأصل الحرّمائى «hydrothermal origin». حتى طبقات الطين الخضراء بين الخام الأسود فى عضو حديد الجديدة، نجد سطوحها السفلى والعليا تتميز بالمغرة الصفراء نتيجة للمحاليل الحارة الحاملة لعناصر الحديد، بمعنى إحلال بعد تصلب الراسب الطينى. بينما طبقات الطين المستمرة فى الأجزاء العليا لتكوين الهفوف، عملت كعازل، قد تسببت فى الإحلال التفاضلى لطبقات الصخر الرملى الحديدية (عضو حديد الحره). أقصى فرق بمكون الخام فى كلا الاتجاهين الرأسى والجانبى، يمكن اعتباره نتيجة للاختلاف فى مكون الصخر الأصلى «Host rock» قبل الإحلال. (الأشكال - ٢٤ و٢٥).

مما سبق يمكن أن نستنتج ما يلي بإيجاز:

١- جاء ذكر خام الحديد بالوحدات البحرية فى جميع النشرات والدراسات العلمية السابقة وكذلك المؤتمرات والندوات العلمية على أنه خام به حفريات تنتمى لعصر الإيوسين...

٢- من الدراسات عاليه، يمكن اعتبار منطقة الحره الموقع النموذجى لدراسة عضوى خام الحديد بالوحدات البحرية، حيث تمكن البسيونى (١٩٧٠) من فصل طبقة خام الحديد السفلى الخالية من الحفريات عن طبقة خام الحديد المحتوى على حفريات النيموليت والألثيولينا حيث تتبع المؤلف (١٩٧٠) سطح عدم التطابق بينهما خلال الحور الشرقى والحور الغربى، وعلى امتداد الحافة الغربية لمنطقة الحره.

٣- عناصر الحديد التي أضفت اللون الأحمر القرمزى على صخور الهضبة المحيطة للنصف الشمالى لمنخفض البحرية يرجع أصلها حسب نظرية الشاذلى (١٩٦٢) إلى ترسيبها خلال فترة وجود البحيرات فى المنخفض بواسطة التعرية البطيئة واختزال الصخور الرملية الحديدية فى المناطق الوسطى والجنوبية لمنخفض البحرية تحت ظروف طبوغرافية، ذات ميل بسيط يسمح بتفعيل التعرية الكيميائية. قد تشارك المياه الصاعدة من الينابيع الحارة الحاملة لأكسيد الحديد المائى فى ترسيب عناصر الحديد بهضبة الحجر الجيرى القرمزى. أما تركيز عناصر الحديد فى أماكن محددة، دون غيرها من الهضبة، لها ميزات وصفات خاصة من الناحية التركيبية غير موجودة فى باقى هضبة الحجر الجيرى القرمزى والأحمر الوردى، يرجع أصلها حسب نظرية الإحلال بالمحاليل الحرمائية (الميتاسوماتيك)^(١)، والتي صاحبت طفح البازلت فى النصف الشمالى من منطقة الواحات البحرية.

٤- يتركز خام الحديد الاقتصادى فى مناطق الجديدة والحره وغرابى بين مستويات الفوالق والمناطق المحيطة لها بالمناطق الثلاث؛ أى إن وجود مجموعة الفوالق أسفل تكوين الههوف وتكوين النقب فى الأماكن الثلاث دون غيرها بهضبة الحجر الجيرى القرمزى «Pink limestone» يؤيد نظرية الإحلال بالمحاليل الحرمائية التحولية^(١) تحت ضغط مرتفع ودرجة حرارة مرتفعة والمصاحبة لطفح البازلت بمنطقة البحرية، «Slow and Intense Metasomatic Hydrothermal Solution».

٥- إذا أخذنا فى الاعتبار نظرية العارف والشرقاوى

عصر الإيوسين وما بعده من عصور مطيرة - مهما كانت شدتها - لم تكن مهياة لتكوين اللاتيريت أو البوكسيت مثلما تجرى عملية التعرية والإحلال فى منطقة بحيرات النيل لعمق ٣٠ متراً تقريباً. فلماذا تكون خام الحديد فى هذه المناطق الثلاث دون غيرها؟! إن انحسار تركيز خام الحديد فى أماكن ذات تركيب حاد (التواءات وفوالق) دون استمرارها على امتداد الهضبة يبرهن على ارتباط تركيز عناصر الحديد فى هذه المناطق من خلال الفوالق، وهو ما يؤيد نظرية الإحلال بواسطة المحاليل الحرمائية التحولية^(١) «Metasomatic Hydrothermal Replacement».

اقتصاديات خام الحديد ومشاكل تصنيعه

يشير آخر تقدير للاحتياطيات الجيولوجية المؤكدة من خامات الحديد فى مصر أنها تقدر بحوالى ٤٠٠ مليون طن، هذا بالإضافة إلى ما يزيد عن ٣٠٠ مليون طن خامات يجرى تقييمها تفصيلاً وأخرى مكتشفة حديثاً بمنطقة العوينات بالصحراء الغربية.

(١) metasomatism = التحوال : تحوّل ينطوى على تغيرات فى تكوين الصخور الكيميائى وفى نسيجها أيضاً.

احتياطيات الخامات المؤكدة في مصر، وتتحصر في أربع مناطق هي الجديدة وعرابى وناصر والحرة، وتقع هذه المناطق على مسافات متقاربة من بعضها، تتراوح ما بين ١٢ - ١٥ كيلو مترا. وأهم ما يميز هذه الخامات أنها تحتل مساحات محدودة لا تزيد مساحة أكبر منطقة منها عن ٦.٥ كيلو متر مربع، وذات السمك الكبير، والذي يصل في بعض المناطق إلى ٣٠-٣٥ متراً (بمتوسط ١٠-١٢ متراً). جزء كبير من خامات الحديد ظاهر على السطح تقريباً. أمّا معظم خامات الحديد فتقع تحت غطاء صخري بسمك يصل إلى ٢٥ متراً، ويتكون في الغالب من طفلات، تتراوح نسبة الإزالة بين ٠.١ إلى ٠.٦ طن طفلة/ طن خام؛ ولذلك فإن التعدين يكون بطريقة المنجم المكشوف كما هو الحال في مناجم الحديد، والتي عادة ما تكون تكلفتها منخفضة كثيراً.

يتصف خام حديد الواحات البحرية بتعدد الشوائب وتوزيعها غير المنتظم في جسم الخام واختلاف نسبتها من منطقة إلى أخرى وفي المنطقة الواحدة، ومن هذه الشوائب ما يوجد بنسب عالية مثل السيليكا والمنجنيز، ومنها ما يوجد بنسب أقل، ولكنها مؤثرة مثل الباريوم والكلور والألومنيوم والقلويات. أما بقية الشوائب، فموجودة غالباً بنسب صغيرة وأغلبها غير مؤثر مثل الفوسفور والمغنسيوم.

منجم الجديدة

بدأ تعدين خام الحديد بمنطقة الواحات البحرية بمنجم الجديدة (١٩٧٣) لما تميزت به خاماته من ارتفاع محتوى الحديد وانخفاض المتوسط العام للشوائب بالمقارنة بالمناطق الأخرى (عرابى والحرة) فضلاً عن كبر حجم الاحتياطي (١٤٣ مليون طن). ومع السنوات الأولى لتشغيل المنجم بدأ يتضح التوزيع المعقد وغير

هذه الخامات تم تصنيفها في مجملها بأنها فقيرة أو متوسطة الجودة لوجود شوائب ضارة - تقلل من اقتصادياتها. مثل السيليكا والفوسفور والمنجنيز والأملاح، الأمر الذي يدعو إلى إجراء معالجات تكنولوجية متقدمة للتخلص منها. وقد واجهت شركة الحديد والصلب المصرية - ولا تزال - صعوبات بالغة ومشاكل بالأقران العالية بمصانعها من جراء استخدام خامات أسوان (١٩٥٧-١٩٧٣) وخامات الواحات البحرية (حالياً) بسبب ارتفاع نسبة الشوائب المشار إليها عليه.

نظراً للموقف الحرج لاحتياطيات خامات الحديد الصالحة لصناعة الحديد والصلب، والتي تنحصر حالياً في الأرصدة المتبقية بمنجم الجديدة بالواحات البحرية (حوالي ٦٣ مليون طن عام ٢٠٠٩) وحيث إن الخامات الأخرى بمناطق الواحات البحرية وشرق أسوان ووسط الصحراء الشرقية، والتي تشكل احتياطيات كبيرة إلا أنها لا تصلح حتى الآن من الناحية التكنولوجية في التصنيع، لذا يستلزم دراسة مشكلة هذه الخامات ووضع حلول عملية بما يحقق استغلال أكبر قدر ممكن منها. ولا شك أن الأبحاث التفصيلية لهذه الخامات والتقييم الاقتصادي بها يبعث الأمل في إمكانية استمرار تزويد مصانع حلوان بعد استغلاله.

وقد أورد المهندس محمد عبد الحميد مزيد (٢٠١٠) تجربة شركة الحديد والصلب المصرية من خلال نشاطها في تعدين خامات الحديد وتصنيعها وفي الأبحاث وفي دراسات وتجارب المعالجة، وما واجهته في مصانعها من صعوبات ومشاكل من جراء استخدام هذه الخامات.

أولاً: خامات حديد الواحات البحرية

تبلغ الاحتياطيات الجيولوجية المؤكدة حوالي ٢٠٩ ملايين طن بما يوازي ٥٢٪ تقريباً من إجمالى

التعامل مع أكثر من عنصر في الخام المنتج لضبط التحاليل والجودة، فقد تكرر حدوث مشاكل في مراحل تجهيز واستخلاص فلز الحديد بالمصانع نتيجة حيود مفاجئ وغير متوقع لشائبة أو أكثر في بعض شحنات خام الحديد المشحونة للمصانع. من أبرز هذه المشاكل ما حدث بمصنع التلييد بسبب ارتفاع نسبة ملح كلوريد الصوديوم؛ مما أدى إلى تآكل حصىرة التلييد وانسداد مسامها، وفي الأفران العالية تسبب ارتفاع القلوبات (أكسيد البوتاسيوم وأكسيد الصوديوم) في الإقلال من مسامية شحنة الخام وتكوين الرواسب مما ترتب عليه مشاكل، تؤثر على الاتزان الحرارى للفرن (ارتباك في مناطق الاختزال)، هذا بالإضافة إلى إضعاف صلابة الفحم وتفتته، وزيادة معدل استهلاكه ونقص الإنتاجية. وتبدأ خطورة ارتفاع القلوبات عندما تتعدى حد ٧ كجم/ طن زهر. وهذا يعنى ألا تزيد نسبة القلوبات في خام الحديد عن ٠,٦٪ وفي شحنة اللييد عن ٠,٤٥٪.

أما تأثير ارتفاع نسب الشوائب الأخرى، نوجزه فيما يلي:

- أكسيد الباريوم BO : تؤثر كبريتات الباريوم (الباريت) الزائد على متغيرات عملية التلييد نفسها بالإضافة إلى تأثير أكسيد الباريوم على مسار اختزال اللييد بالفرن العالى، أيضًا تؤدي زيادة أكسيد الباريوم في الخبث عن حد معين (٩ - ١٠٪) إلى زيادة شديدة في لزوجة الخبث.

- أكسيد الألومنيوم Al_2O_3 : تؤدي زيادته إلى رفع درجة الانصهار، مما يتطلب زيادة درجة حرارة الفرن الذى يزيد من استهلاك الفحم والغاز والأكسجين، مع زيادة لزوجة الخبث وانخفاض حجمه؛ مما يسبب تكوين رواسب الأفران العالية والإقلال من معدل إزالة القلوبات.

المنتظم للخام - رأسياً وأفقيًا - لمكونات الخام وخاصة الشوائب، وظهور حيود في تحاليل الخام المنتج عما كان تم حسابه في دراسة الجدوى للمشروع مثل ارتفاع السيليكات والكلور، وعلى العكس من ذلك انخفاض نسبة المنجنيز عن نسبته في المتوسط العام للخام؛ مما يؤثر سلبياً على الرصيد الكلى للمنطقة كماً ونوعاً، وكان ذلك مرجعه أصلاً إلى القصور في بيانات التشغيل الأولية للمشروع وأهمها التحاليل الكيميائية وإلى خطة تشغيل المنجم، التى اعتمدت في تصميمها على عنصرى الحديد والسيليكات فقط. وتداركاً لهذا الموقف، قامت إدارة المناجم بشركة الحديد والصلب بالإسراع في تنفيذ برامج الحفر التفصيلية وإجراء تحاليل كيميائية كاملة لتوفير أقصى قدر ممكن من البيانات للتشغيل ولتوجيه عمليات الإنتاج وضبط الجودة. وفي حل عمل لتحسين جودة الخامات المنتجة اتبعت إدارة المناجم بالشركة طريقة التعدين الانتقائى والذى استمر بأسلوب محدود - مع التشغيل - بفصل المتداخلات الظاهرة من الرمال والطفلات، وكذلك الخامات التى تحتوى على تركيزات مرتفعة من بعض الشوائب مثل المنجنيز والباريت والتى تسوق وتباع - كمنتجات فرعية - إلى جهات خارجية مثل شركات الأسمت والشركات الوسيطة التى تعمل في مجال البترول. وقد لوحظ أن توفير معدات المناجم بالكفاءة والكم المناسبين من العوامل المهمة، التى تحسن من عمليات كشف وتجهيز الخامات، ومن إمكانية التعامل مع النوعيات المختلفة من الخامات بواجهات المنجم، بما يساهم في ضبط التحاليل طبقاً للمواصفات المطلوبة.

مشاكل خامات الحديد بالمصانع

على الرغم من الجهود الفائقة التى يبذلها العاملون بالمنجم في مراحل استخراج وتجهيز الخامات ومشاق

يجعل الصلب سهل الخراطة ويقلل من قابليته للتشغيل على الساخن، أما في حالة وجوده بنسب ضئيلة في الصلب، فإنه يرفع من جهد الشد وحد المرونة ومقاومة الصدأ. لا تحدث إزالة للفوسفور أثناء عملية التلييد؛ نظرًا لاحتياجه للحرارة العالية.

هذا وتعتبر المراحل اللاحقة التي تمر بها الخامات بعد وصولها للمصانع هامة؛ حيث إنها مكتملة للمناجم مثل تجنيس الخامات وتتمام عملية أخرى مثل غربلة شحنات اللييد قبل دخولها إلى الأفران لفصل الناعم (ما يسمى براجع اللييد) وعودته للتلييد. كذلك دور التلييد في خفض أو إزالة بعض الشوائب في شحنات اللييد المتجهة للفرن العالي مثل القلويات والزنك. وأيضًا جودة المواد الأخرى المستخدمة ومطابقة مواصفاتها وفي مقدمتها فحم الكوك؛ مما يساهم جميعه في تجنب العديد من هذه المشاكل.

ومن الخبرة المكتسبة في التعامل مع خامات حديد منجم الجديدة بالمصانع بحلولان، جرت اختبارات أمكن منها تعديل حدود مواصفات الخام metallurgical constraints لبعض الشوائب، بحيث تقلل الشوائب الغنية. وفي هذا الصدد تم رفع الحد المسموح به في نسبة أكسيد المنجنيز في الخام إلى ٣٪، وأكسيد الباريوم إلى ٢٪ وأكسيد الألومنيوم إلى ٢٪ والكلور ٠.٦٠٪ والقلويات ٠.٦٠٪ والزنك ٠.٢٪ والفوسفور ٠.٤٥٪ والكبريت ٠.٧٪ والكالسيوم ٠.٥٪ وعلى أن يكون متوسط تحاليل الحديد المصدر إلى المصانع بحلولان ٥٢.٥٪ و ١٪ والسيليكا ٧.٥٪ و ± ٠.٥٪ واتفق على أن وزن وحدة التعامل في الخامات المصدرة للمصانع هي الشحنة ٤٥ ألف طن (٢ - ١٣ قطارًا).

- أكسيد الزنك ZnO : تتسبب زيادته في حدوث الرواسب وفي انهيار البطانة الحرارية للفرن بالمناطق العليا منه. الحد الأقصى لنسبة أكسيد الزنك المسموح بها في الخام هو ٠.٢٪ حيث يتم في التلييد التخلص منها جزئيًا بنسبة تتراوح بين ١٠-١٥٪. وفي الأفران العالية ينجزل أكسيد الزنك بواسطة الكربون أو أول أكسيد الكربون، وللتشغيل الآمن، يجب ألا يزيد أكسيد الزنك في شحنة اللييد عن ٠.٠٥٪.

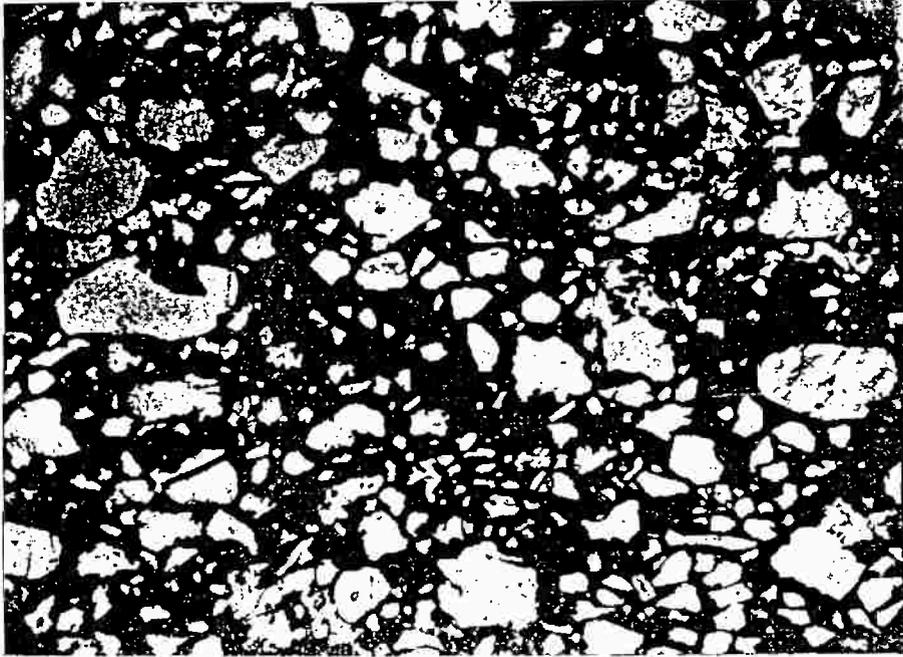
- السيليكا SiO_2 : نسبة السيليكا العالية تجعل شحنة الخام شديدة الحامضية مما يزيد من إضافة الحجر الجيري لمعادلة هذه الحامضية؛ الأمر الذي يترتب عليه زيادة كمية الخبث، علاوة على أن ذلك يتطلب درجة حرارة عالية يترتب عليها استهلاك كبير من فحم الكوك وانخفاض الإنتاجية وزيادة التكلفة، كما أن الانخفاض الكبير للسيليكا في الخام غير مرغوب فيه ويتسبب أيضًا في حدوث مشاكل.

- الكبريت S: للكبريت تأثيره الضار على خواص الصلب حيث يؤدي إلى حدوث تشققات بالمعدن عند طرده أو عند معالجته حراريًا. وفي عملية التلييد يحدث تخلص من معظم الكبريت وما تبقى يتم التخلص منه في الفرن العالي.

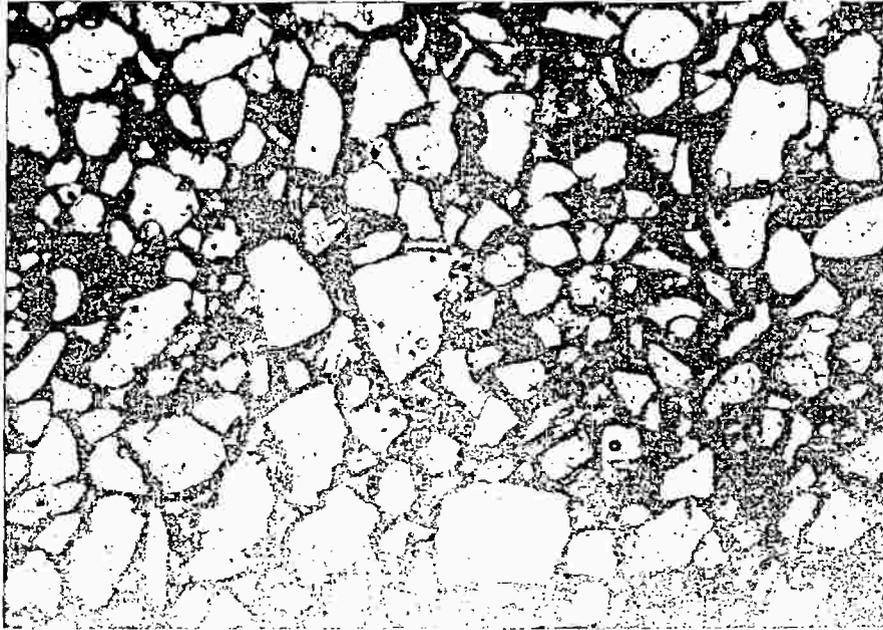
- أكسيد المنجنيز MnO : تؤدي زيادته إلى استهلاك عال في الفحم، يؤثر في بطانة المحولات، كما يتسبب المنجنيز في زيادة نسبة الكربون في المعدن لالتحاده مع الكربون مكونا كبريد المنجنيز الذي ينصهر في المعدن. يتوزع المنجنيز في الشمعة بين الخبث والحديد الزهر بنسب متقاربة تزيد قليلاً في الزهر، متسببًا في زيادة حجم الخبث وانخفاض الإنتاجية.

- الفوسفور P: وجود الفوسفور بنسبة مرتفعة

صورة ٢٠- : منطقة الحيز



١- عينة خام تظهر حبيبات الكوارتز (بيضاء) وجوتيت (أسود) ضوء عادي $34\times$.



٢- عينة خام حديد بها جوتيت أقل مما هو في الصورة العليا. ضوء عادي $34\times$.

أحدث تقدير لاحتياطيات الخام بمنجم الجديدة

(شكل - ٣١)

مع انتهاء أعمال الأبحاث التفصيلية بالمنجم واستكمال قاعدة البيانات، أعيد تقدير احتياطيات خامات الحديد بحساب الاحتياطيات الكلية؛ حيث بلغت ١٤٣ مليون طن بزيادة حوالى ١٤ مليون طن عن الأرصدة المحسوبة في دراسة الجدوى، وذلك لقيام إدارة الأبحاث بالشركة بتتبع امتدادات للخام خارج الحدود المعروفة في شمال وشرق المنجم.

• وقد أمكن حساب إجمالى الخام المنتج منذ بدأ التشغيل عام ١٩٧٣ حتى يونيه ٢٠٠٩ ولمدة ٣٧ سنة فبلغت ٧٥ مليون طن بمتوسط ٢.١ مليون طن/ سنوياً.

• بلغ الرصيد المتبقى من خام الحديد بالمنجم فى يونيه ٢٠٠٩ حوالى ٦٣ مليون طن تقريباً كاحتياطى جيولوجى، وهو ما يوازى ٥٥ مليون طن فعلى على الأكثر، بحساب فاقد التعدين والخامات المستبعدة عالية من الشوائب (منجنيز، باريت)، وما يتوقع من تخلف خامات غير مطابقة مع نهاية تشغيل المنجم. ويجرى حالياً إعادة حساب احتياطيات الخام المتبقية بالمنجم بمختلف نوعياته من واقع بيانات شركة الحديد والصلب، وقد وجد أن الخامات العالية المنجنيز بمنجم الجديدة تتركز بالوادي الغربى، وتقدر كمياتها بحوالى ٢٦-٢٨ مليون طن، أى حوالى ٤٣٪ من الرصيد المتبقى بالمنجم، أما بقية الخامات فهى منخفضة المنجنيز وتقع بالهضبة الوسطى الغنية بالحديد وتقدر احتياطياتها بحوالى ٢١-٢٢ مليون طن، وتتراوح نسبة الحديد بين ٥٥ و ٦٣٪ أما خام الحديد بالواديان الشرقية والشمالية وبياناتها كالتالى:

- خام عالى المنجنيز: ٤٩.٠٪ حديد، ٨.٨٤٪ سيليكاً، ٤.٢٪ أ. منجنيز، ٠.٣٦٪ كلور، ٠.٧٠٪ أ. باريوم.

- خام منخفض المنجنيز: ٥٤.٣٪ حديد، ٦.٧٪ سيليكاً، ١.٥٪ أ. منجنيز، ٠.٥٣٪ كلور، ٢.٣٪ أ. باريوم.

مع ملاحظة وجود خام الحديد العالى المنجنيز بالوادي الغربى، بينما منخفض المنجنيز بالهضبة الوسطى والواديان الشمالية والشرقية.

مناطق غربى وناصر والحرة (شكل - ٣٢)

لما كانت الأبحاث التى جرت بهذه المناطق بواسطة هيئة المساحة الجيولوجية نوفمبر ١٩٦٠-١٩٦٢ مقتصرة على شبكية ٢٠٠ × ٢٠٠ م، ٢٠٠ × ١٠٠ م، بالإضافة إلى القصور فى التحليل، التى لم تشمل جميع مكونات الخام مثل بعض الشوائب الضارة والمعروفة بتنوعها وتوزيعها غير المنتظم فى جسم الخام، والتى من أبرزها القلويات والباريوم والألومنيوم، بينما جاء تحليل السيليكاً فى العينات المركبة فقط، ولم تشملها العينات المترية.

هذه الأسباب ومع الدروس المستفادة من تشغيل منجم الجديدة، فقد قامت شركة الحديد والصلب من خلال قطاع المناجم بتنفيذ برامج أبحاث تفصيلية خلال الفترة (١٩٩١-١٩٩٦) بهذه المناطق شملت أعمال حفر الآلى بشبكات مكثفة وإجراء تحليل كيميائية كاملة بغرض توفير معلومات متكاملة عن هذه المناطق لإمكانية تشغيلها - تبعاً لمكونات الخام من العناصر الرئيسية والشوائب - إلى نطاقات، يمثل كل منها نوعية متماثلة مثل الخامات التى تحتوى على المنجنيز العالى...

* امتدادات منطقة الحره: ٢, ٤ مليون طن
بتحليل ٩, ٤١٪ حديد، ٨, ١٤٪ سيليكاً،
٤٣, ٠٪ كلور، ٧١, ١٪ أكسيد منجنيز.

* امتدادات ناصر: ٩, ٦ مليون طن بتحليل
٦, ٤٤٪ حديد، ٥, ١١٪ سيليكاً، ٦٧, ٠٪
كلور، ٤٩, ٢٪ أكسيد منجنيز.

• بيان الأرصدة والتحليل لمناطق حديد الواحات
البحرية مبين بالجدول المرفق، مع ملاحظة أن
منطقتي غرابي وناصر، اعتمدت في بياناتها على تقرير
هيئة المساحة الجيولوجية لسنة ١٩٧٥؛ نظرًا
لعدم استكمال التحليل في ذلك الوقت.

هذا وقد جرى تصنيف خامات حديد مناطق
غرابي وناصر والحره؛ تبعًا لنسبة المنجنيز إلى خامات
عالية المنجنيز وأخرى منخفضة المنجنيز كالتالي:

• خام عالي المنجنيز: ٨, ٨٤ مليون طن بتحليل
٦, ٤٧٪ حديد، ٨, ٨٧٪ سيليكاً، ٤, ٨٤٪ أ.
منجنيز، ١, ١٪ كلور.

• خام منخفض المنجنيز: ٢, ٦١ مليون طن بتحليل
٥, ٤٥٪ حديد، ٢٨, ١٢٪ سيليكاً، ٢, ٧٣٪ أ.
منجنيز، ٧٩, ٠٪ كلور.

كما سبق يتضح:

• تشكل أرصدة الخام العالي المنجنيز بمناطق غرابي
وناصر والحره ٦٥٪ من إجمالي الرصد (الخام
المنخفض المنجنيز ٣٥٪).

• انخفاض في نسبة الحديد وارتفاع في نسبة السيليكاً
بالخامات المنخفضة المنجنيز مع ارتفاع نسبة الكلور
في كلا النوعين.

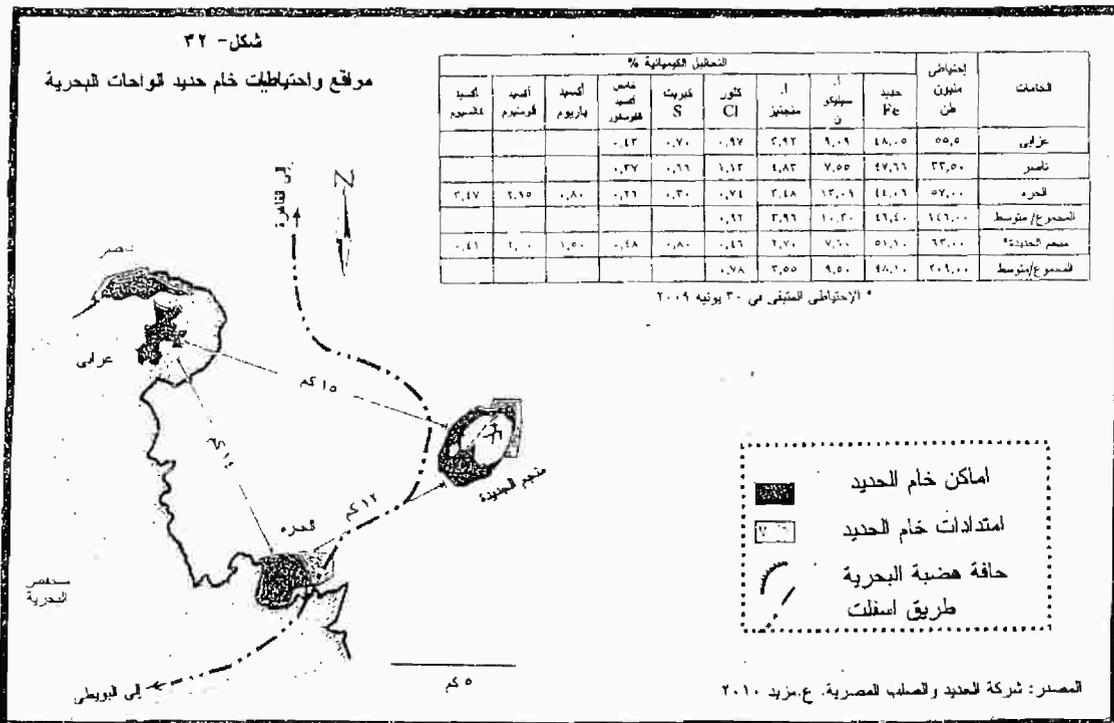
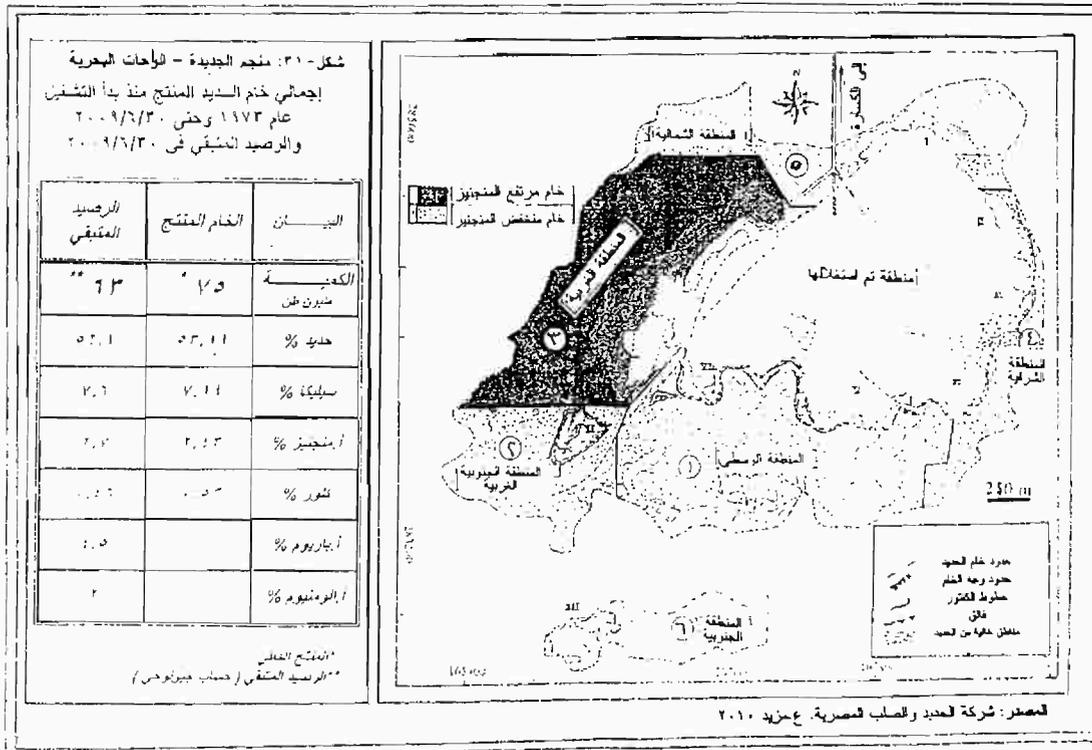
وإلى الخامات التي تتميز بمواصفات مقبولة تسمح
باستغلالها ودخولها في الإنتاج مع خامات منجم
الجديدة؛ مما يطيل من عمر تشغيل المنجم وسنوات
إمداد المصنع بخامات الحديد. هذا بالإضافة إلى أهمية
هذا التصنيف عند اختيار العينات الممثلة كماً ونوعاً
لغرض دراسات وتجارب المعالجة في مجال تركيز
الخامات، وفي اختبارات التصنيع (التليد والصهر).
وعلى ضوء ما تقدم، بادرت شركة الحديد والصلب
للحصول على تراخيص بحث واستغلال من الجهات
المختصة لمناطق غرابي وناصر والحره.

حساب الاحتياطيات

بعد أن قطعت الأبحاث التفصيلية بمناطق
الواحات البحرية مرحلة كبيرة، وأيضاً بعد استكمال
التحليل الكيمائية لبعض المناطق، جرى تقييم منطقتي
الحره وناصر، وامتدادات الخام بهما، وذلك بحساب
الأرصدة الجيولوجية والأرصدة القابلة للاستغلال،
والتي روعي فيها أسس مهمة مثل الحد الأدنى لسماك
طبقة الخام وحدود التحليل وسماك المتداخلات وكيفية
معالجتها في حساب سمك طبقة الخام القابل للتشغيل،
هذا بالإضافة إلى حساب كميات الغطاء الصخري
ونسبة الإزالة.

وكانت نتائج هذه الأعمال كما يلي:

• قدرت الاحتياطيات الجيولوجية بمناطق
الامتدادات للخامات المعروفة بحوالي ٢١ مليون
طن (٥, ١١ مليون طن في ناصر، ٥, ٩ مليون طن
في الحره) تم حساب الاحتياطيات القابلة
للاستغلال بعد استبعاد الخامات الضعيفة (أقل من
٣٠, ٤٠٪ حديد أو سمك خام صغير يعلوه غطاء
صخري سميك (يزيد على ٢٥ مترًا) وبيانها
كالتالي:



السيليكات وشوائب أخرى مثل الفوسفور والألومنيوم. يظهر الخام في كثير من المناطق على السطح؛ ولذلك تستخرج الخامات التي لا يزيد فيها سمك الغطاء الصخري عادة عن ٤-٥ أمتار بطريقة المنجم المكشوف، أما إذا زاد سمك الغطاء الصخري عن ذلك، فمن المربح أن يتم استخراجها عن طريق مناجم تحت الأرض، حيث يصل سمك الغطاء الصخري في بعض الأماكن؛ وخاصة في منطقة أبو صيرة إلى أكثر من ٤٠ متراً.

احتياطيات خامات الحديد (شكل - ٣٣)

- قدرت إجمالي الاحتياطيات الجيولوجية بحوالى ١٢١,٥ مليون طن في ١٣ موقعا بصحراء شرق أسوان بتحليل، تراوحت بين ٨,٤٢٪ - ٥٠٪ حديد بمتوسط ٨,٤٦٪، ١٠-٢٦٪ سيليكات بمتوسط ١,١٤٪ (المساحة الجيولوجية ١٩٥٥).
- قامت شركة الحديد والصلب المصرية بأبحاث تفصيلية بمنطقة الاستغلال (٦٠ كم شرق/ غرب - ٢٠ كم جنوب/ شمال) قدرت الاحتياطيات الجيولوجية المؤكدة منها بحوالى ٣٠ مليون طن بمتوسط ٤٣٪ حديد و١٧٪ سيليكات استخراج منها (١٩٥٥-١٩٧٥) حوالى ٩ ملايين طن، ومتبقى منها حوالى ١٧ مليون طن منها حوالى ٥ ملايين طن، يمكن تعدينها عن طريق المنجم المكشوف و١٢ مليون طن، توجد تحت غطاء سمك من الصخور الرملية، و قدرت احتياطيات الخام غير الصالحة في ذلك الوقت بحوالى ٥,٣١ مليون طن.
- في أواخر السبعينيات قامت هيئة المساحة الجيولوجية بأبحاث تفصيلية بمناطق اللاوى والعويرة وأم حقبان، و قدرت الاحتياطى بحوالى ٧٤ مليون طن (١٩٧٨) يبلغ متوسط سمك الخام في بعض هذه الأماكن في حدود ١٨٠ سم، بينما تصل نسبة الحديد إلى حوالى ٥٣٪ ونسبة السيليكات حوالى ٦,٥٪.

• في تجارب التركيز التي قامت بها هيئة الصلب الأمريكية على خامات البحرية (١٩٧٨-١٩٨٠) أمكن رفع نسبة الحديد وخفض بعض الشوائب مثل كلوريد الصوديوم والسيليكات، الأمر الذي يعطى أملاً في تطبيق هذه التجارب على الخامات المنخفضة المنجنيز لتحسين جودتها.

• اتجهت بعض دول العالم لاستغلال خامات عالية المنجنيز بطرق مختلفة، ويجب دراسة ما يناسب خاماتنا.

خامات حديد الحيز

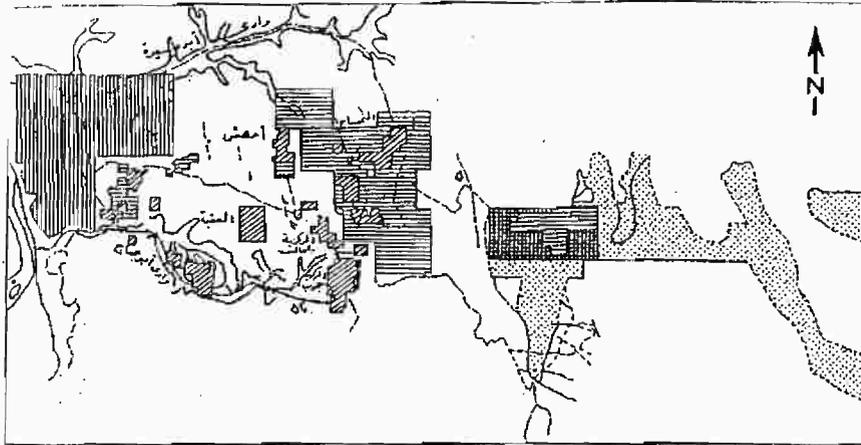
يرد ذكرها مع خامات حديد الواحات البحرية برغم أنها لا تعدو أن تكون صخوراً رملية ذات نسبة من الحديد تزيد أحياناً عن ٢٣٪، قدرت بعض المراجع احتياطياتها بحوالى ٣٩ مليون طن، وتحليل: ٢٣,٠٪ حديد، ٥٥٪ سيليكات، ٢,٠٪ كلور، ٤,٠٪ أكسيد منجنيز، ٣٥,٠٪ خامس أكسيد الفوسفور، ٢٣,٠٪ كبريت، ٢٧,٠٪ أكسيد باريوم، ٧,٠٪ أكسيد الألومنيوم، ١,٥٪ أكسيد كالسيوم.

وعلى أساس هذه التحاليل وشدة صلابة الرمال بها، فقد اعتبرت غير اقتصادية لانخفاض الجودة وعدم ثبوت جدوى عمليات التركيز، حسبما ظهرت من نتائج تجارب التركيز التي أجرتها هيئة الصلب الأمريكية (كما أن هناك رسائل في كلية الهندسة بجامعة القاهرة قامت بمحاولات لتركيز هذه الخامات).

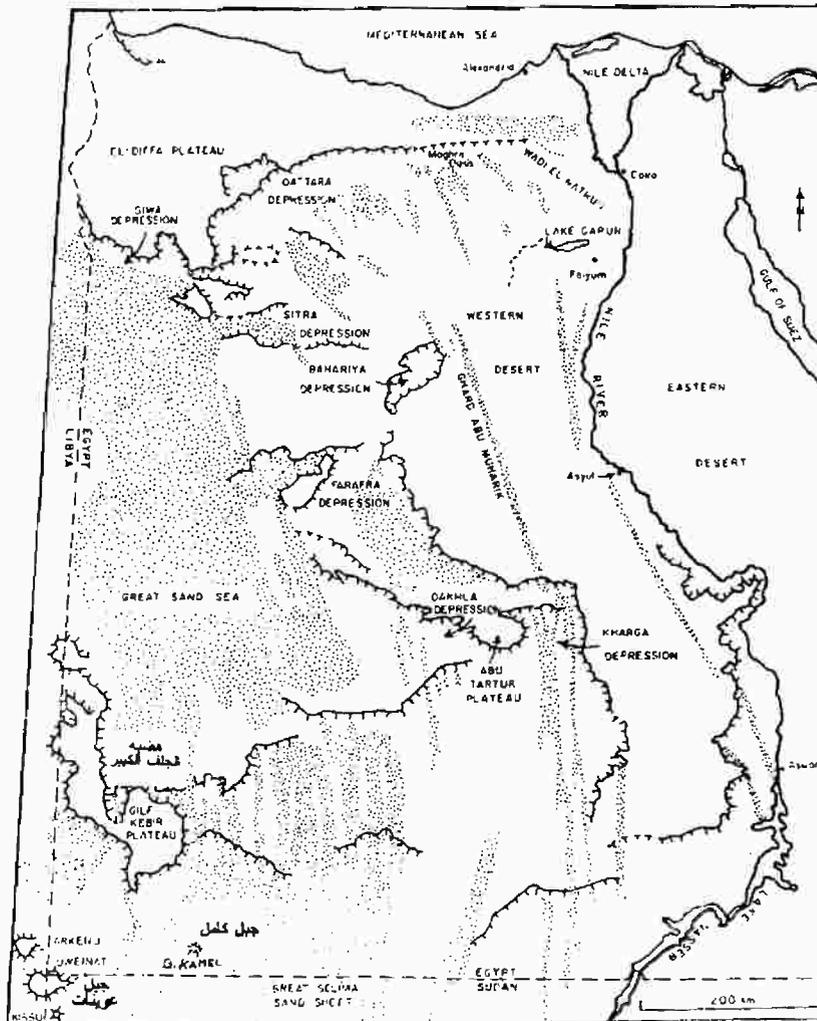
ثانياً: خامات حديد شرق أسوان (شكل - ٣٣)

تعتبر خامات حديد شرق أسوان من أقدم خامات الحديد، التي عرفت في مصر منذ عصور الفراعنة، حيث استخدموا هذه الخامات في تلوين التماثيل ورسومات المعابد وغيرها. ينتشر الخام في مساحات شاسعة شرق أسوان وجنوب شرق أسوان، وبسمك صغير يتراوح في الغالب بين ٦,٠ - ١ متراً. ويتصف الخام بارتفاع نسبة

مواقع الاستكشاف والاستغلال بمناطق الحديد شرق أسوان



شركة الحديد والصلب المصرية



شكل - ٣٤ : موقع هضبة الجلف الكبير، جبل عوينات، جبل كامل

شوائب أخرى ضارة مثل الفوسفور؛ مما تسبب في صعوبات بالغة، واجهت مصانع حلوان لسنوات عديدة تمثلت في تعذر وصول الأفران العالية إلى طاقتها التصميمية، وزيادة استهلاك فحم الكوك المستورد حينئذ كما تأثرت جودة الحديد الزهر المنتج. كما تزايدت تكلفة الاستخراج، مع التوسعات المطلوبة بشركة الحديد والتي تتطلب إنتاجًا كبيرًا من الخام يتعذر تحقيقه من خلال مناجم أسوان لأسباب، منها انتشار الخامات في مساحات شاسعة وبسبك صغير، وكان من حسن الحظ اكتشاف خام حديد «الجديدة» بمنطقة الواحات البحرية، الذي يصل فيه سمك الخام إلى ما يزيد عن ٣٠ مترًا (ومتوسط ١١-١٢ مترًا) فضلًا عن تفوق خاماتها كميًا ونوعًا، مما دعا إلى إصدار القرار لتشغيل منجم الجديدة لإمداد المصانع بخاماتها بديلاً لخامات مناجم أسوان التي توقفت تمامًا عام ١٩٧٥.

ثالثًا: خامات حديد وسط الصحراء الشرقية

من المعروف أن خامات حديد وسط الصحراء الشرقية بمنطقة البحر الأحمر بحثت تفصيليًا، منذ نهاية الخمسينيات من القرن الماضي بواسطة هيئة الجيولوجية، تركزت الأبحاث في ستة مواقع هي: وادي كريم، جبل الحديد، وادي الدباح، أم نار، أم غميس الزرقاء وأبو مروان بحفر أتفاق تمتد مع طبقات الخام أو عمودية عليها (cross-cut)، كذلك حفر آبار آلية مائلة، وقد كانت هذه الأعمال ضمن مشروع مشترك مع شركة «كروب» الألمانية (١٩٥٨-١٩٦٦) لدراسة إمكانية استغلال هذه الخامات بالمنطقة، وإقامة مصنع للحديد والصلب. وقد شملت الدراسة تقييم الاحتياطيات الجيولوجية وإقامة منجم تجريبي، وأجريت تجارب التركيز وتجارب الاستخلاص^(١).

• مع نهاية عام ١٩٩٦ أسفرت دراسات وأبحاث المشروع القومي لاستكشاف خام الحديد عن الامتداد الطبيعي لخام حديد شرق أسوان جنوبًا، قدر مبدئيًا بما يزيد على ٣٠٠ مليون طن بنفس نوعية ومواصفات الخامات المعروفة، يجري في هذه المناطق أبحاث تفصيلية لحصر وتقييم الخامات الصالحة للاستغلال الاقتصادي والتي يراعى في تقديرها الأسس المهمة السابق ذكرها، مثل تحديد سمك طبقة الخام القابل للتشغيل (مع استبعاد المتداخلات أو دخولها بمواصفاتها في حالة تعذر فصلها أثناء عمليات الاستخراج). هذا ومع توافر معدات المناجم العملاقة، يمكن دخول هذه الخامات في حيز الاستغلال - والتي كانت مستبعدة من قبل بسبب ارتفاع سمك الغطاء الصخري، أو عدم ثبات صخور الغطاء (unstable roof) وبنسب إزالة تصل إلى ٢٠ مترًا أو يزيد.

• قدرت الاحتياطيات الجيولوجية المؤكدة بمنطقة شرق أم حبال - من واقع الأبحاث التفصيلية التي قامت بها شركة الحديد والصلب - بحوالي ١٠ ملايين طن وبتحاليل: ٥٨، ٤٨٪ حديد، ٢٢، ١٠٪ سيليكًا، ٧٦، ١٪ خامس أكسيد الفوسفور، بالإضافة إلى ٧، ٥ مليون طن احتياطيات محتملة.

توقف مناجم أسوان

كان المخطط للخامات المنتجة من مناجم أسوان أن تكون بتحاليل ٤٧، ٢٪ حديد، ١١، ٤٪ سيليكًا ± ١ ٪، إلا أنه حدث حيود في التحاليل الفعلية لهذه الخامات حيث انخفضت نسبة الحديد إلى أقل من ٤٤٪ وارتفعت نسبة السيليكًا إلى حوالي ١٧٪ أو أكثر، مع ارتفاع في

(١) أرسلت عيناتها التكنولوجية إلى ألمانيا (معامل كروب) عام ٦٢-١٩٦٣.

والكالسيت الشوائب الرئيسية في الخام، وترتبط معه في صورة معقدة عند درجة نعومة كبيرة .

٢- الخام على درجة كبيرة من الصلابة عند استخراجها، كما أنه يحتاج في تكسيره وطحنه إلى جهود كبيرة ومعدات بمواصفات معينة، وأيضًا في عمليات التخريم أثناء تعدين الخام.

٣- نظرًا لتراكيب الخامات المعقدة لتعرضها لحركات أرضية شديدة؛ مما أدى إلى وجود تصدعات وميل الطبقات بدرجة كبيرة تتراوح بين 55° و 80° فإن ظروف التعدين سوف تكون صعبة، ومن المتوقع أن يتم تعدين جزء من الخام، الذي يقع فوق مستوى سطح الوادى بطريقة المنجم المكشوف، وهى كميات قليلة، أما طبقات الخامات الأخرى التى تمتد تحت سطح الوادى فيتم تعدينها بطريقة مناجم تحت الأرض (المنجم التجريبي لشركة كروب)..

٤- تتراوح الكثافة بين ٣.٦ - ٤.٠ جم/سم^٣ (بمتوسط ٣.٨) مما يجعله مناسبًا لاستخدامه في قطاع البترول، الذى يقوم باستيراد كميات تزيد على ١٠٠ ألف طن سنويًا من خام الحديد المجروش؛ لدخوله في خلطة تغليف أنابيب البترول والغاز في الحقول البحرية.

٥- تفرد خامات وسط الصحراء الشرقية دون الخامات الأخرى بانخفاض كبير في بعض الشوائب (أقل من ٠.١٪) - باستثناء السيليكا والكالسيوم - مما يجعل خاماتها بعد التركيز أنسب في إنتاج الصلب العالى الجودة (المخصوص)، الذى يشكل المادة الأساسية في تصنيع أجزاء المعدات الاستثنائية في الصناعات المدنية والحربية.

والجدول المرفق رقم ٣٧ يلخص الاحتياطي الجيولوجى والتحليل الكيمياءى لرواسب خام الحديد بالصحراء الشرقية والوحدات البحرية.

قدرت الاحتياطيات في مجمل المناطق بحوالى ٥٣.١ مليون طن. تراوحت نسبة الحديد بين ٣٥-٤٥٪، ونسبة السيليكا بين ٢٥-٣٥٪، وحسبت الأرصدة القابلة للتعدين منها بحوالى ٣٣ مليون طن لأربع مناطق: ١٧.٧ بوادى كريم، ٦ بوادى الدباح، ٥.٦ بأم غمبس الزرقاء، ٣.٦ بجبل الحديد، بالإضافة إلى ١٣.٧ بأم نار و ٦.٥ بأبو مروات. هذا وقد اختير وقتها موقع لإقامة المصنع بجنوب مدينة القصير بالشرق القبلى (بئر إثل) لتوسطه بين مواقع مناطق الخام. إلا أنه تبين من الدراسة أن طريقة القرن العالى ليست اقتصادية لهذه النوعية من الخامات؛ بسبب الارتفاع الكبير في نسبة السيليكا، وقد اقترح مؤخرًا إقامة مصنع يقام على أساس طريقة كروب رين Kropp-Renn بتحويل الخام إلى كريات حديدية Pellets، تضاف جزئيًا إلى شحنات الفرن العالى على اعتبار أنها نوع من خرده الحديد.

ونظرًا لما تتميز به هذه الخامات - بالمقارنة بخامات الواحات البحرية - من انخفاض كبير في نسبة عدد من الشوائب مثل المنجنيز والكلور والكبريت والباريوم والصدوديوم والبوتاسيوم (أقل من ٠.١٪) فقد اهتمت شركة الحديد والصلب بهذه الخامات ودراسة إمكانية استغلالها؛ وخاصة مع ما تعانيه من مشاكل في مصانعها بسبب ارتفاع هذه الشوائب. لذلك قامت الشركة باستخراج عشرات الأطنان من خامات حديد مناطق جبل الحديد ووادى كريم وأم نار؛ بهدف إجراء المزيد من تجارب التركيز والتصنيع بمراكز البحث مثل معهد بحوث الفلزات ومعهد التبين للدراسات المعدنية. ومن واقع المشاهدات الحقلية ودراسة تقارير هذه المناطق، خلصت الشركة إلى النقاط التالية:

١- تتفاوت نسبة معدن الماغنيتيت إلى الهيماتيت من منطقة إلى أخرى (أعلى في كل من وادى كريم وجبل الحديد وأقل في أم نار) ويمثل الكوارتز

جدول - ٣٧: ملخص الاحتياطي الجيولوجي والتحليل الكيميائي لرواسب خام الحديد بوسط الصحراء الشرقية، شرق أسوان والبحرية

ملاحظات	وسط الصحراء	شرق أسوان			الواحات البحرية					حدود مواصفات الخام المعدنية
		عملية	شركة الحديد والصلب	هيئة المساحة الجيولوجيا المصرية والتعدين	جبل غراب	منطقة ناصر	منطقة الحرة	منطقة الجديدة	التبني	
المسك «م»	٠,٢-٠,١٠	٠,٤٠-٢,٥	٠,٣-٠,٠٩٠	٠,٣٥-١,٥٠	١١,١٠	١,٥٠	٨,٠٠	١,٥٠-٣,٥	١,٥-٢,٥	
الاحتياطي الجيولوجي مليون جنيه	٥٣,١	١٢١,٦	٣,٠	٧٤,٧	٥٥,٥	٣٣,٥	٥٧	١٤٣	٦٣	
Fe%	٥٤-٥٣	٦٢,٣-٣١,٢	٤٣-٤١	٤٦	٤٨,٥	٤٧,٦٦	٤٤,٠٦	٥٢,٦٤	٥٢,١	١ ± %١٥٢,٢
SiO ₂ %	٣٥-٢٥	٣١,٠-٥,٢	١٩-١٧	١٥,٠١	٩,٠٩	٧,٥٥	١٣,٠٩	٧,٤٨	٧,٦	٠,٥ ± %٠,٧
MnO%	٠,١٥-٠,٠٣	١,٧٧-٠,٠٠	٠,٧	٠,٣٢	٣,٩٢	٤,٨٣	٣,٤٨	٢,٥٥	٢,٧	٣,٠ ± عظمى
Cl%	٠,٠١ - Nil		٠,٤-٠,٠١		٠,٩٧	١,١٣	٠,٧٤	٠,٥	٠,٤٦	٠,٦٠ ± عظمى
P ₂ O ₅ %	١,٢-٠,٥	٨,٠٩-٠,٠٩	١,٩	٢,١	٠,٤٣	٠,٣٧	٠,٢٦	٠,٤٦	٠,٤٨	٠,٥٤
S%	٠,٠١-٠,٠٥	٠,٣-Trace	٠,٣	٠,١	٠,٧	٠,٦٦	٠,٣٠	٠,٨٦	٠,٨	٠,٧٠
BaO%	Nil						٠,٨	١,٦٣	١,٥	٢,٠ ± عظمى
Al ₂ O ₃	٣,٥-٠,٧	٩,٩-٣,٤	٤,٢				٢,٩٥	١,٨٧	٢,٠	٢,٠ ± عظمى
CaO%	٥,٥-٣,٠	٨,٦-٠,٢٥	٣,٥				٣,٤٧	٠,٤	٠,٤١	٠,٥٠
Na ₂ O ₂	٠,٣-٠,١٧		٠,٣٥					٠,٣٦	٠,٣٦	٠,٦٠ ± عظمى
K ₂ O%	٠,٥٥-٠,٠١						٠,٢٥	٠,٢	٠,٢٢	
MgO%	١,٣-٠,٢٠	١,٨١-٠,٠٨	١,٥				٠,٦١	٠,٣٨	٠,٣٧	
ZnO%	٠,٠٣ - Nil						٠,٢	٠,١٤	٠,١٤	٠,٢٠ ± عظمى
ملاحظات		متوسط % ١٦,٨ Fe % ١٤,١ SiO ₂	احتياطي حتى ٢٦م رصيد متبقي ١٩	علاوى / عوريشة أم حقبان					احتياطي متبقي فى يونيو ٢٠٠٩	

كلوريد الصوديوم مع عدم حدوث تغيير في المكونات الأخرى مثل الحديد والسيليكا والمنجنيز والألومنيوم. (٢) لم يتحقق تخفيض في نسبة البوتاسيوم للحد المقبول. (٣) استجابات الخامات التي تتميز بنسب حديد منخفضة (٣٧ - ٤٠٪) إلى طرق الفصل المغناطيسي في مجال مغناطيسي رطب «WHIMS»، وأمكن الحصول على ركاز بنسبة حديد ٥٠-٥٦٪ وبعائد مقبول. (٤) أمكن بطريقة الفصل المغناطيسي بالتحميص إزالة نسبة من الكلور، بينما تبقى نسبة كبيرة من القلويات لم تزال تبقى. (٥) لم يتم في أى من هذه الطرق التخلص من المنجنيز العالى (وذلك لارتباطه مع الحديد في صورة دقيقة جداً ومعقدة)، علماً بأن الخامات العالية المنجنيز تمثل الجزء الأكبر من احتياطات خامات الحديد بمنطقة الواحات البحرية. ولقد كان لمركز بحوث وتطوير الفلزات بالتبين دور في متابعة هذه التجارب؛ حيث قام بعمل بعض التعديلات في لوحة التشغيل، وقد أجرى المركز - ولا يزال - العديد من التجارب في مجال معالجة خامات الحديد سواء في التركيز أو تجهيز الخامات للاختزال (تجارب التليد والتكوير). وفي عام ١٩٩٨ استقبل المركز عينات من مناطق الخام المختلفة أخذت ضمن أعمال المشروع القومي لأبحاث الحديد، وقام بعمل الدراسات والتجارب التي خلصت إلى خفض بعض الشوائب مثل السيليكا والفسفور في بعض العينات والحصول على ركاز بنسب حديد تراوحت بين ٦٢-٦٧٪ إلا أنه لم يتحقق خفض أو فصل المنجنيز لنفس الأسباب السابق ذكرها.

وقد أشير في تقرير هذه الدراسات (التقرير النهائي في يونيو ١٩٩٨) إلى ضرورة اختيار أكثر من عينة من كل موقع تمثل النوعيات المختلفة لخامات الحديد وبكميات تسمح بتصميم وحدة تجارب نصف صناعية

نظراً لأن الغالبية العظمى من خامات الحديد المعروفة في مصر تتصف بانخفاض جودتها المتمثل في انخفاض محتوى الحديد، وارتفاع نسب الشوائب وما تسببه من مشاكل في مراحل التصنيع من جراء استخدامها، فقد خضعت لعمليات المعالجة بهدف تركيزها وتخليصها من الشوائب، بما يناسب عمليات التليد أو التكوير للاستخدام، مع تكنولوجيا القرن العالى أو تكنولوجيا الاختزال المباشر وغيرهما؛ للحصول على أنواع جيدة من الحديد والصلب. وقد تبين من الدراسات المعدنية والميكروسكوبية وجود ترابط شديد للمعدن والشوائب المصاحبة عند درجة نعومة فائقة، الأمر الذى يشكل صعوبات في عمليات التركيز، ويتطلب الطحن لدرجة نعومة عالية (-٢٠ ميكرون) للوصول إلى درجة تحرر مناسبة. وقد أجرى العديد من التجارب على مستوى معملى أو نصف معملى أو نصف صناعى بالجامعات ومراكز البحث المحلية والأجنبية مثل شركة «كروب» الألمانية (١٩٥٨-١٩٦٦) التي أجرت تجارب للتركيز وتجارب الصهر على خامات وسط الصحراء الشرقية، وكذلك هيئة الصلب الأمريكية، التي أجرت دراسات وتجارب بمقر الهيئة بأمريكا (١٩٧٨-١٩٨٠) على عينات حجمية (٢٠ طناً) جمعت من مناطق غرابى وناصر والحرة والجديدة بالواحات البحرية، ممثلة لنوعيات الخام المختلفة. وقد ركزت التجارب حول طرق الغسيل أو الفصل المغناطيسى في مجال مغناطيسى رطب «WHIMS» والفصل المغناطيسى بالتحميص.

وكان من أهم نتائج هذه التجارب:

(١) أمكن بطريق الغسيل إزالة ٨٠-٩٠٪ من

أ- محتوى الحديد والشوائب في خامات الحديد المحلية تختلف نسبتها من منطقة إلى أخرى، وأن ارتفاع بعضها في بعض المناطق يقابله انخفاض كبير في المناطق الأخرى؛ مما يعطى ميزة لخفض شوائب هذه الخامات وتحسين جودتها، ويمكن تحقيق ذلك من خلال البدائل التالية:

١- عمل خلطة (Blends) بين خامات حديد متفاعة من بعض المناطق تفصيليا (خامتين أو أكثر) ومحاولة تحسين جودة هذه الخامات أثناء الاستخراج - إذا اقتضى الأمر، وإذا سمحت ظروفها - باتباع طريقة التعدين الانتقائي.

٢- معالجة الخامة الأكثر استجابة لعملية التركيز (لوحة تشغيل غير معقدة) مع دراسة دقيقة للجدوى الاقتصادية والتي يجب أن تأخذ في الاعتبار احتياطيًا مناسبًا، ويستغل الركاز الناتج على النحو التالي:

- إضافة الركاز إلى خامات أخرى لتحسين جودتها برفع محتوى الحديد وخفض الشوائب.
- إنتاج لبديد لتكنولوجيا الأفران العالية و/ أو إنتاج مكورات لتكنولوجيا الاختزال المباشر لتوفير مخزون الغازات الطبيعية بالدلتا، والتي يستفاد منها في إنتاج أنواع جيدة من الحديد تغذى العديد من الصناعات، مثل: الصلب المخصوص والصلب السبائكي.

٣- استيراد كميات محسوبة من خام حديد عالي الجودة لخلطه بخامات الحديد المحلية؛ لتحسين جودتها وتأهيلها للاستغلال، وإطالة عمر الخامات المناسبة المتبقية.

٤- دراسة الجدوى الاقتصادية والفنية للمقارنة

عينة منطقة اللاوى بشرق أسوان، 250kg grab (sample) وقد تلاحظ أيضًا في عينة الحديد من منطقة الحره أنها منخفضة جدًا في نسبة الحديد (٣٥٪) ونسبة السيليكا (٨، ٢٩٪) ومن المعروف أن متوسط نسبتي الحديد والسيليكا لحام حديد منطقة الحره ٢، ٤٤٪، ٩، ١٢٪ على التوالي للمنطقة الأصلية و٤٢٪ حديد، ٨، ١٤٪ سيليكا للامتداد شمال وشرق الحره.

هذا وقد أجريت تجارب بمعهد المعادن بالتبين وجهات أخرى بهدف فصل الباريت المصاحب لحام الحديد في بعض مناطق الواحات البحرية وخاصة بالهضبة الوسطى بمنطقة الجديدة؛ حيث يظهر الباريت في تجمعات بالحام تتراوح نسبة أكسيد الباريوم فيها تقريباً من ٧-١٤٪ (متوسط ٩، ٥٪) وبكمية حوالى ٥، ١-٢ مليون طن. أمكن في هذه التجارب الحصول على ركاز مزدوج: ركاز الحديد بنسبة ٦٧٪ يستفاد به في خلطه بالحام المنتج بالمنجم، وركاز الباريت بنسبة ٥، ٩٧٪ كبريتات الباريوم (كثافة ٥، ٤ جم/سم^٣)، الذى له استخدامات كثيرة كإضافته مع طفلة الحفر لآبار البترول، وكذلك في الطلاء وصناعة البلاستيك.

الخلاصة والتوصيات

من الاستعراض السابق عن خامات الحديد، الذى بدأ بتوضيح موقف الاحتياطيات وبيان مواصفات هذه الخامات واستخدام مشاكل التصنيع والعوائق الفنية التى حالت دون التوسع فى استغلالها، ودراسة حلولها فى مراحل الاستخراج والمعالجة والتصنيع، وعرض دراسات وتجارب المعالجة التى تهدف إلى تحسين جودة هذه الخامات بما يتيح استغلالها فى إنتاج الحديد والصلب... فقد خلص المهندس عبد الحميد محمد فى تقريره ٢٠١٠ - شركة الحديد والصلب - إلى الآتى:

٤١١ مليون طن بتحاليل: ٤٢٪ حديد، ٢٨٪ سيليكات - (Jaspilitic Iron ore).

- مشروعات خامات الحديد في الجزائر وليبيا، وادى الشاطئ، التى تتشابه مع خامات الواحات البحرية في ارتفاع بعض الشوائب مثل الفوسفور.
- خامات حديد مناجم اللورين في فرنسا، وهى تماثل خامات حديد شرق أسوان.

ب- الحديد الشرائطى بمنطقة العوينات (شكل - ٣٤)

يقع جبل العوينات في الركن الجنوبي الغربى لمصر عند تقاطع الحدود المصرية - الليبية - السودانية شكل - ٢.

حسانين بك، كبير أمناء القصر الملكى سابقاً، أول من اكتشف جبل العوينات سنة ١٩٢٣، منذ ذلك الحين والمنطقة أصبحت معلماً مميّزاً للمكتشفين وعلماء المناطق الجافة. بوسط ونهاية سنة ١٩٣٠، كان علماء الآثار الأفراد الهامة في هذه البعثات، شواهد بارزة لإقامة واسعة الانتشار للإنسان في أواخر عصر ما قبل التاريخ أصبحت واضحة. لقد أوقفت الحرب العالمية الثانية البعثات العلمية إلى المنطقة، على الرغم من هجمات القوات البريطانية على القوات الإيطالية الليبية على الحدود. لقد بدأت الأبحاث العلمية لمنطقة العوينات ثانية في ١٩٦٠ بمجموعات بريطانية، مصرية، بلجيكية وليبية، مع علماء الآثار العنصر الهام في البعثة البلجيكية. لقد شهد عام ١٩٧٠ بعثتين مشهورتين للجلف الكبير - جبل العوينات قبل بعثة المساحة الجيولوجية المصرية ومعهد سميثسونيان الأمريكى في سنة ١٩٧٨. بعثة ١٩٧٨ هذه إلى الجلف الكبير -

بين إنشاء مصنع تركيز خامات الحديد المحلية، أو استيراد خام حديد على الجودة مع الأخذ في الاعتبار إمكانية التركيز ومواصفات الركاز المنتج وفترة تشغيل مصنع التركيز.

ب- التوسع في اختبارات وتجارب التليد على خامات الحديد لدراسة مدى استجابتها في عملية التليد لإمكان الحصول على لييد يصلح للفرن العالى، وكذلك دراسة سلوك شحنات لييد الخام بالفرن العالى لإنتاج الحديد الزهر، على أن تشمل الدراسة تأثير الشوائب، وما يحدث لها من إزالة في هذه المراحل، وكذلك إمكانية تعديل الحدود مما يزيد من استخدام خامات الحديد.

ج- مع استكمال الأبحاث التفصيلية والتقييم النهائى لمناطق الخام المختلفة وخاصة مناطق شرق أسوان بما فيها المناطق المأمولة بالعويرشة واللاوى والامتدادات شرقاً وجنوب شرق أسوان، فإن الصورة سوف تكون أكثر وضوحاً لاختيار الأسلوب المناسب لاستغلال هذه الخامات واستثمارها كثروة قومية تشكل أحد عناصر الإنتاج الداعمة للاقتصاد الوطنى.

د- الاطلاع على المشروعات التى تقوم على خامات مشابهة في بعض الدول العربية والأجنبية والاستفادة من نتائج دراستها ونذكر منها على سبيل المثال الآتى:

- مشروع حديد وادى صواوين بالملكة العربية السعودية (استخراج - مصنع تركيز - إنتاج مكورات للاختزال المباشر) وهى تشابه في تكوينها وتركيبها المعدنى خامات حديد وسط الصحراء الشرقية (الاحتياطى الجيولوجى

«Para&Orthogneiss». تم تعريف ثلاثة أنواع مختلفة من الحديد الشرائطي: أ- النوع الطبقي، ب- نوع البريشيا، ج- الشيرت الحديدى.

خطاب وآخرون (٢٠٠٢) عرفوا نوعين من الحديد الشرائطي: أ- النوع الطبقي، ب- نوع البريشيا، حيث قسموا الخام إلى ثلاثة نطاقات في حوض جبل كامل: ١- النطاق الغربى، ٢- النطاق الأوسط، ٣- النطاق الشرقى. لقد أشاروا إلى أن تكوين الحديد الشرائطي يوجد على هيئة طبقات رفيعة تصدعت ومحدبة بشدة خلال الأركيان إلى بروتيروزويك السفلى. تحاليل المذهب وضحت إثراء النطاق الأوسط نسبيا من الذهب؛ حيث يحتوى على ٢, ٧ جرام/طن^(١)، بينما النطاق الغربى أغنى بالحديد (٣٩, ٣٢٪ ح).

هيئة المساحة الجيولوجية قامت بالدراسات الاستكشافية لهذا الخام الشرائطي؛ حيث أثبتت الدراسات الاستكشافية لهذا الخام وجود الذهب بنسب من ٠, ٦ جم/طن حتى ١٤ جم/طن^(١) (٧٠٠ عينة) وبمتوسط ٠, ٣, ٨ جم/طن، وأن أكاسيد الحديدك تتراوح ما بين ٤, ٢١٪ حتى ٢٧, ٥٥٪ (جدول - ١)، k3 خطاب وآخرين (٢٠٠٢).

وقد تم إجراء تجارب الاستخلاص لكل من الذهب والحديد على ست عينات تكنولوجية (وزنها يتراوح من ١/٣ طن حتى ٢, ٥ طن) حيث تم فصل الذهب بالسيانيد مع التقلب، وأعطى من ٢ جم/طن حتى ٨, ٦ جم/طن؛ وأن الحديد بعد الفصل المغناطيسى تتراوح نسبته من ٢٣٪ حتى ٣٢٪، (خالد وآخرون - جزء ٢٥، ٢٠٠٢).

لقد تم تقسيم خامات الحديد في الهند على أساس اللون. تكاوين الحديد بالهند قد ترسبت خلال زمن

العوينات، كان هدفها التحقق من الاستنتاجات الجيولوجية لصور أبوللو - سوزير. هذه الصور وصور الأقمار الصناعية أظهرت تفاصيل المعالم التى ظهرت بالصور التى أخذت خلال المهام العلمية لمارينر وسفينة الفضاء فايكنج إلى المريخ. لذلك كان الهدف من هذه البعثة في ١٩٧٨ إلى الجلف الكبير إجراء دراسة حقلية هذه المعالم؛ من أجل فهم أحسن للتضاريس المماثلة على سطح المريخ. في هذه البعثة إلى الجلف الكبير كأنها وقف علماء ناسا الأمريكية على سطح المريخ (انظر صورة - ٢١).

تكون صخور منطقة العوينات من صخور نارية في الركن الجنوبي الغربى، وهى صخور ذات اللون الفاتح felsic وأخرى اللون الداكن mafic، جرانوليت، بارانيس والصخور المتحولة والأرثونيس. صخور الجرانيت تحللت الصخور المتحولة القديمة، بينما صخور الفانيروزويك تعلق هذه الصخور القديمة. الصخور البركانية للعصر الثلاثى تحللت صخور القاعدة وصخور الفانيروزويك على هيئة صفائح وسدادات بركانية.

خلال الصخور المتحولة، يتكشف تكوين الحديد الشرائطي فوق صفائح جبل كامل شرق العوينات وجبل نظر، وهى توجد على هيئة راقات - محدبة جدًا وذات صدوع - تمتد في اتجاه شمال شمال شرق - جنوب جنوب غرب، شمال شرق - جنوب غرب. سمك هذا التكوين يتراوح من بعض الأمتار حتى ٥٠ مترا مع بعض قليل من الشادات (تصل إلى ٣٠٠ متر) وتمتد في اتجاه المضرب لعدة كيلومترات، وتتكون من راقات متبادلة من أكاسيد الحديد (الهيمايت - الجوتيت - الماجنتيت) مع السيليكات (الكوارتز - الشرت - الجاسبر) وتحيط بها صخور الأمفيبول - البرانيس والأرثونيس (١) خطاب وآخرين (٢٠٠٢).

وادي النظرون (شكل - ٣٥). أول من سجل وجود الصخور الرملية الحديدية بهذه المنطقة هو برور «Brower» (١٩٤٢) - شركة استاندر أويل، حيث وقع على الخريطة الجيولوجية مقياس رسم ١: ٢٥٠٠٠٠، جبل الحديد غرب وادي النظرون، تقرير رقم ١٠٣، بينا فيشر «Vischer» (١٩٤٧) - شركة أنجلو إيجيبيسيان للبترو «AEO» (تقرير رقم ٦٤٥)، وصف جيولوجية المنطقة (مقياس ١: ١٠٠٠٠٠) حيث أطلق اسم «سحنة حديد» ضمن «تكوين رمل» للعمر ميوسين أسفل، والشكل - ٣٦ لفيشر، يوضح فيه «تكوين رمل» وبه صخور الرمل الحديدية. من الملفت للنظر وجود أنابيب من صخر الرمل الحديدية «Geyser» مثل ما هو بالجبل الأحمر قرب القاهرة، من خلال صعود المياه الحرمائية الحاملة لعناصر الحديد «hydrothermal solution» حيث رسبت عناصر الحديد حول حبات الكوارتز، ويمكن أن تكون قد غزت حبات الكوارتز كما جاء في وصف الشاذلي (١٩٦٢) لحديد الحيز؛ لذلك يرى المؤلف أن هذا الخام بجبل الحديد يماثل خام حديد الحيز.

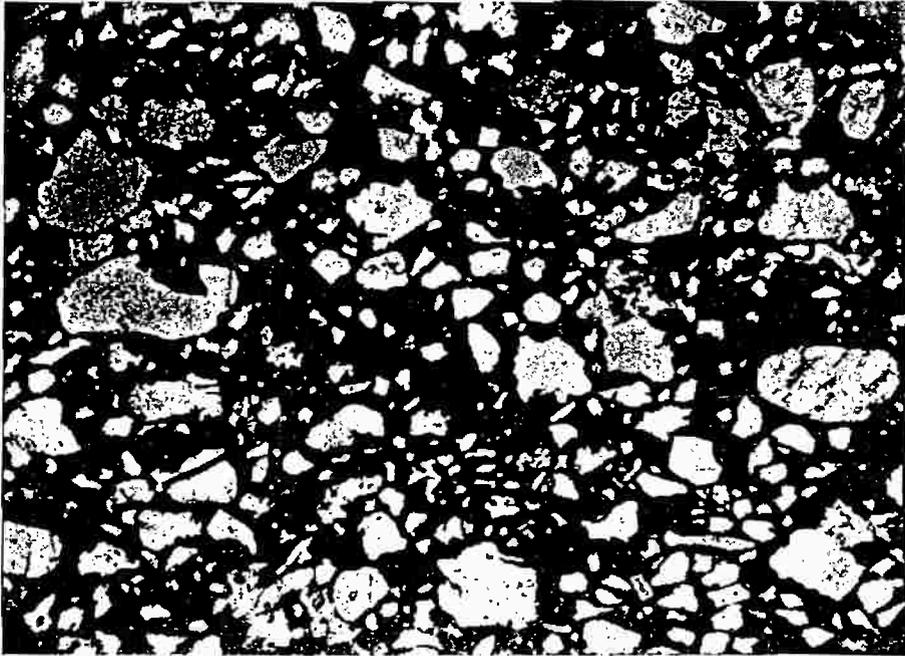
فإذا كانت هناك رغبة مستقبلاً لتركيز خام حديد الحيز، فالأولى البدء في دراسة خام الحديد بجبل حديد بوادي النظرون من الناحية الجيولوجية والمعدنية، وتقدير كمية هذا الخام على غرار دراسة خام الحيز. ونتيجة لنتائج هذه الدراسة، يتم التفضيل بين منطقتي الحيز ووادي النظرون، مع الأخذ في الاعتبار قرب جبل الحديد بوادي النظرون بالنسبة لمصانع الحديد والصلب بالتبين.

الأركيان (سيككا - ١٩٦٣ «sikka»). لقد عرّف جيمس (١٩٥٤) تكوين الحديد على أنه «ترسيب كيميائي شرائطي رفيع أو طبقات مضغوطة تحتوى على ١٥٪ أو أكثر حديد ذو أصل رسوبي، عادة وليس ضرورياً أن يحتوى على طبقات من الشيرت». يودور (١٩٥٧) وأبلسون وآخرون (١٩٥٩) قد وضحوا أن كل طبقة مضغوطة أو شرائط من الخام تسلك نظاماً كيميائياً مستقلاً يفسر تركيب كل طبقة. ومعنى ذلك أن كل طبقة أو كل وحدة استراتيجرافية معينة ستنتج نوعاً واحداً من الخام، وأن درجة الخام تكون أكثر انتظاماً على امتداد الطبقة عما هو عليه عبر حدود الوحدات الاستراتيجية. وهذه الصفات هي مميزات خامات الحديد الرسوبي في مناجم تكوين الحديد بالهند، وفي سلسلة بحيرة كنوب «Knob Lake Range» بكندا، ومن منطقة بحيرة سوپيريور «Superior Lake» بالولايات المتحدة. أصل خامات الحديد الطبقيه هذه رسوبي، تكونت في ما قبل العصور القديمة «pre-Paleozoic». وكذلك خام الحديد الشرائطي في الصخور المتحولة بمنطقة العينات بمصر. بينا خام حديد البحرية ليس به مواصفات الخام الرسوبي، وما به من طبقات وعدسات متداخلة من الطين والصخر الرملي هي، في الأصل، تتابع في الصخر المضيف «Host rock».

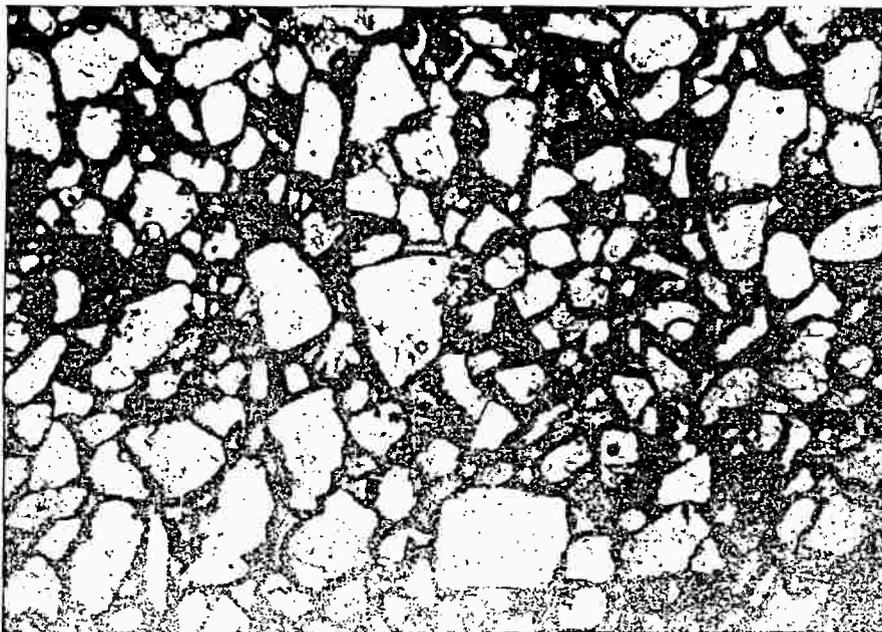
ج- خام حديد جبل الحديد بوادي النظرون

أثناء عمل المؤلف لتقييم خام الرمل الأبيض لصالح مصنع الزجاج بوادي النظرون - أوائل ١٩٦٢ - زار جبل الحديد الذي يقع غرب وادي الفارغ بمنطقة

صورة - ٢٠ : منطقة الحيز



١- عينة خام تظهر حبيبات الكوارتز (بيضاء) وجونيت (أسود) ضوء عادي $34\times$.



٢- عينة خام حديد بها جونيت أقل مما هو في الصورة العليا. ضوء عادي $34\times$.

صورة ٢١- شرق العوينات والمريخ



(a) الخطوط البيضاء والسوداء بشرق جبل العوينات؛ (b) الخطوط البيضاء والسوداء في منطقة سيربيروس بالمريخ؛ (c) الظلال السوداء في الجانب المحجوب عن الريح لجبل العوينات؛ (d) الظلال السوداء في الجانب المحجوب عن الريح لفوهة بركان على المريخ.

المراجع باللغة العربية

- د. أحمد عاطف دردير؛ أغسطس ١٩٧٦ - تقرير عن خامات ومناجم حديد أسوان (تقرير داخلي - المساحة السجولوجية).
- _____؛ ديسمبر ١٩٩٠ - خامات الحديد في مصر. ندوة حاضر ومستقبل صناعة الحديد والصلب في مصر. المؤتمر الدولي الثالث في هندسة الإنتاج والتصميم للتنمية.
- _____؛ ٢٠٠٤ - الإطار التشريعي المؤسس للثروة المعدنية. ندوة الثروات المعدنية في مصر - الحاضر والمستقبل. وزارة البحث العلمي، أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا (أكتوبر ٢٠٠٤).
- _____؛ ٢٠١٠ - الثروات المعدنية في العالم العربي وحتمية التنسيق - الملتقى الثاني لاقتصاديات المناجم والمهاجر بالوطن العربي. القاهرة، ٢٣-٢٥ فبراير ٢٠١٠.
- د. جبريل عبد الكريم النديم؛ ٢٠٠٧ - توزيع رواسب حديد أسوان مع التأكيد على أهميتها الاقتصادية. الجمعية المصرية لعلم المعادن. ندوة خام الحديد المصرية - الحاضر والمستقبل - ٢٠٠٧/٥/٣٠.
- أ. سليم حسن؛ موسوعة مصر القديمة. الأجزاء ٤-٩. مكتبة الأسرة - مهرجان القراءة للجميع. القاهرة.
- أ. عبد الحميد محمد مزيد؛ ٢٠١٠ - خامات الحديد في مصر وصناعة الحديد والصلب. الملتقى الثاني لاقتصاديات المناجم والمهاجر بالوطن العربي. القاهرة ٢٣-٢٥ فبراير ٢٠١٠.
- د. عبده عبده البسيوني؛ ١٩٦١ - تقرير مبدئي عن اكتشاف حديث لرواسب خام الحديد بمنطقة الجديدة، الواحات البحرية. مسجل تحت رقم ١٩٦١/٣٤ - وثائق هيئة المساحة السجولوجية.
- د. عبده عبده البسيوني؛ ٢٠٠٣ - بنو إسرائيل والخروج من مصر بين الأسطورة والتاريخ. رقم الإيداع: ٢٠٢٤٩ / ٢٠٣ / X ١١٣٩ - ١٧ - I.S.B.N: ٩٧٧، دار الكتب المصرية.
- د. عثمان عبد المنعم، د. ع. قرني، د. عباس يوسف؛ ٢٠١٠ - تواجد ومواصفات الباريت المصاحب لخامات الحديد - الواحات البحرية. الملتقى الدولي الثاني لاقتصاديات المناجم والمهاجر بالوطن العربي. القاهرة ٢٣-٢٥ فبراير ٢٠١٠.
- ج. محمد سميح عافية؛ ٢٠٠٦ - التعدين في مصر قديماً وحديثاً. مكتبة الأسرة - سلسلة العلوم والتكنولوجيا - الأجزاء الأول والثاني والثالث، ٢٠٠٦.
- الرواسب المعدنية في مصر (تحت التنمية)، تقرير رقم ٦١ - الهيئة العامة للمساحة السجولوجية والمشروعات التعدينية، مايو ١٩٧٤.
- أهم الإنجازات التي حققتها الهيئة المصرية العامة للمساحة والمشروعات التعدينية في مجال البحث السجولوجي والكشف التعديني خلال الأعوام ١٩٧٠-١٩٧٦، (التخطيط والمتابعة).

- 1- Abdel-Tawab, M.M.; 1961 – Report on the Ilmenite Deposit of Abu Ghalaga, Eastern Desert. Geol. Surv. Egypt (internal report No. 22/61).
- 2- Al-Baghdady, A.A.; 2003 – Associate of Apatite with Magnetite in some banded Iron Formation of Central Eastern Desert, Egypt. Ann. Geol. Surv. Egypt. Vol.; XXVI.
- 3- Affia, M.S. and Nesim, S.; 1952 – Preliminary report on the iron ores of G. Ghorabi, Bahariya Oasis : Unpublished report, Mines Dept. Mineral Research Section, Egypt, Cairo.
- 4- Alling, H.:L.; 1947 – Diagenesis of the Clinton hematite ores of New York. Bull. Geol. Soc. America, Vol. 58, pp. 991-1018.
- 5- Amer, A.F.; 1961 – Titaniferous iron ores. Iron-steel Conference, Cairo. (in Arabic).
- 6- Amine, M.S.; 1954 – The Ilmenite Deposit of Abu Ghalaga. Econ. Geology, Vol. 49, No. 1, pp. 77-87.
- 7- Anwar, Y., and Rasmy, A.; 1960 – Report on the mineralogy of the Ilmenite of Abu Ghalaga Geol. Surv. of Egypt (internal report).
- 8- Attia, M.I.; 1950 – The Geology of the iron ore deposits of Egypt. Geol. Surv., Cairo.
- 9- Attia, M.I.; 1955 – Topography, Geology and iron ore deposits of the district east of Aswan. Geol. Surv. Egypt.
- 10- Awad, G. H. and Ibrahim Fawzy, M.A.; 1956 – The Cenomanian transgression of Egypt. Bull. Inst. Desert, Egypt. 6 (1) : 168-429.
- 11- Ball, J.; 1902 – On the topographical and geological results of reconnaissance survey of Jebel Garra and the oasis of Kurkur, Egypt. Surv. Dept., Cairo, 40 pp.
- 12- Ball, J.; 1907 – A description of the first or Aswan cataract of the Nile, Egypt. Surv. Dept., Cairo, 121 pp.
- 13- Ball, J. and Beadnell, H.J.L.; 1903 – Bahariya oasis : Its topography and geology. Egypt. Surv. Dept., Cairo. 84 pp.
- 14- Basta, E.Z. and Amer, H.I.; 1969 – El-Gedida iron ores and their origin, Bahariya oasis, W.D., U.A.R., Econ. Geol., Vol. 66, pp. 424-444.
- 15- Bateman, A.; 1942 – Economic Mineral Deposits : Wiley and Sons, New York.
- 16- Beadnell, H.,J.L.; 1905 a – The relation of the Eocene and Cretaceous systems in the Esna-Aswan reach of the Nile Valley. Quart. J. Geol. Soc. London, 61 : 667-678.
- 17- Beadnell, H.J.L.; 1905 b – The topography and geology of the Fayum

- province of Egypt. Egypt. Surv. Dept., Cairo, 101 pp.
- 18- Blanckenhorn, M.; 1900 – Meues zur Geologie und Palaeontologie Aegyptus. II : Des Palaeogen (Eocan und Oligocan). Z. deut. Geol. Ges., 52 : 403-479.
- 19- Blanckenhorn, M.; 1903 – Die *Vola* Arten des Aegyptischen und syrischen Neogens. Neues Jahrb. Mineral, 17 : 163-186.
- 20- Blanckenhorn, M.; 1921 – Handbuch der regionalen Geologie, Bd. VII, Abt. 9, Heft 23, Aegypten. Carl Winters Universitätsbuch-handlung, Heidelberg, 244 pp.
- 21- Boukhary, M.A. and A.Y. Abdellah; 1982 – Stratigraphy and Microfacies of the Eocene limestone at Beni Hassan, Nile Valley, Egypt. Neues Jahrbuch Geologie und Palaeontologie Monatsheft, V.: 151-155.
- 22- Boukhary, M.A. and W.M. Abdelmalek; 1983 – Revision of the stratigraphy of the Eocene deposits in Egypt. Neues Jb. Geologie und Palaeontologie, Mh. Stuttgart, 6 : 321-337.
- 23- Burgel, H.; 1938 – Geological report on an excursion to Bahariya, Farafra and Ain Dalla in the Libyan Desert of Egypt : unpublished report No. 10, South Medit., Cairo.
- 24- Cuvillies, J.; 1930 – Revision due nummulitique Egyptien. Mém. Inst., Égypte, 16 : 371 pp.
- 25- Cuvillies, J.; 1935 – Etude complémentaire sur la palaeontologie du nummulitique Egyptien. Mem. Inst. Egypte, 28 : 1-81.
- 26- Delfour, I.; 1976 – Comparative study of mineralization in the Nubian and Arabian Shields. Mineral Resources Bulletin, 16. Jiddah, 1976.
- 27- Demag Co.; 1962 – Report on the Ilmenite Deposit of Abu Ghalaga. Geol. Surv. Egypt., (internal report).
- 28- Egyptian Geological Survey and Mining Authority. Potential Mineral Resources of Egypt. Proceeding of the 2nd Seminar of Minerals, Petroleum and ground-water Assessment Program (Aid Project 263 – 0105) Sonesta Hotel, Nasr City, Nov. 5-6, 1984. Cairo.
- 29- El Aref, M.M. and Lotfy, Z.H.; 1989 – Genetic Karst significance of the iron-ore deposits of Bahariya oasis, W.D., Egypt Ann. Geol. Surv. Egypt. Vol. XV (1985), pp. 1-30.
- 30- El Aref, M.M.; El Sharkawi, M.A. and Khalil, M.M.; 1999 – Geology and genesis of the stratabound and stratiform Cretaceous – Eocene iron-ore deposits of Bahariya Region, W.D. – In Proceeding of

- the 4th Internat. Conf. Geology of the Arab World, Cairo University, pp. 450-475.
- 31- El Bassyony, A.A.; 1961 – A preliminary report on the discovery of new iron-ore deposit, El Gedida area, Bahariya oasis. Unpublished report, registered No. 34/1961, Geol. Surv. of Egypt.
- 32- El Bassyony, A.A.; 1970 – Geology of the area between Gar El Hamra of Ball & Beadnell – Qur Lyons and Ghard El Moharik and its correlation with El Harra area, Bahariya oasis, Egypt. A Thesis submitted for the degree of M. Sc., Faculty of Sc., Cairo University.
- 33- El Bassyony, A.A.; 1978 – Structure of the northeastern plateau of the Bahariya oasis, W.D. of Egypt. *Geologie en Mijnbouw*, Vol. 57 (1), pp. 77-86.
- 34- El Bassyony, A.A.; 1980 – The discovery of El Gedida Iron Ores and their Origin. Bahariya oasis, Western Desert, Egypt. *J. Geol. Soc. Iraq*, 13 (1), pp. 119-130. Also in the Proceeding of the Fifth Iraqi Geol. Conf. held at Baghdad, 28-31/12/1978.
- 35- El Bassyony, A.A.; 1994 – Prospective locations for new iron-ore occurrences in North Bahariya oasis depression. *Geol. J. Egypt*. Vol. 38, No. 1, pp. 349-358.
- 36- El Bassyony, A.A.; 2000 – Geological Setting and origin of El Harra iron ores, Bahariya oasis, W.D., Egypt. *Ann. Geol. Surv. Egypt*. 22 : 203-222.
- 37- El Bassyony, A.A.; 2004 – Stratigraphy of El Harra area, Bahariya oasis, W.D., Egypt. *J. Sedimentological Soc. Egypt*. 12 : 207-232.
- 38- El Bassyony, A.A.; 2005 – *Bahariya teetotumensis* n. gen. n. sp. from the Middle Eocene of Egypt. *Revue de Paléobiologie, Genève*, 24 (1) : 319-329.
- 39- El Bassyony, A.A. and Kalmikov, A.F.: 1970 – El Mahamid Phosphate Deposit. Extracted from : "Studies on some mineral deposits of Egypt" Editors : Osman Moharram, D.Z. Gachechiladze, M.F. El Ramly, S.S. Ivanov and A.F. Amer, Part II, article 8.
- 40- El Hennawi, E.; 1965 – Contribution to the study of Egyptian (U.A.R.) iron ores : *Econ. Geol.*, V. 60, pp. 1497-1509.
- 41- El Sharkawy, M.A.; Sehim, A. and Madani, A.; 2002 – Modes of occurrence of the Basaltic Rocks in Northern Bahariya oasis, W.D. Egypt. *Ann. Geol. Surv. Egypt*. V. XXV, pp. 83-100.
- 42- El Shazly, E.M.; 1956 – Notes on the mining map of Egypt : International Geological Congress, Mexico.
- 43- El Shazly, E.M.; 1958 – Report on the mineralogy of the low grade iron ore at El Heiz, Bahariya oasis : unpublished report,

- Geol. Surv. and Mineral Research Dept., Cairo.
- 44- El Shazly, E.M.; 1962 – Report on the results of drilling in the iron ore deposit of Gebel Ghorabi, Bahariya oasis, and Report on the Mineralogy of the low grade iron ores of El Heiz area, Bahariya oasis, W.D. Geol. Surv. and Mineral Research Department.
- 45- El Shazly, E.M. and El Saady, M.N.; 1958 – Report on the drilling party of Bahariya oasis (in Arabic) : unpublished report, Geol. Surv. and Mineral Research Dept., Cairo.
- 46- El Shazly, E.M.; Abdel Hady, M.A.; Morsy, M.A.; 1976 – Geologic Interpretation of Infrared Thermal Images in East Qatrani area, W.D., Egypt. Remote Sensing Center, Academy of Scientific Research and Technology, Egypt.
- 47- El Shazly, E.M.; Abdel Hady, M.A.; El Ghawaby, M.A. and Khawasik, S.M.; 1976 – Regional Prospecting for iron ores in Bahariya oasis – El Fayum area, Egypt. Using Landsat Satellite Images. NASA Landsat G. 27930. Remote Sensing Center, Academy of Sci. Research and Technology, Cairo, Egypt.
- 48- El Shazly, E.M.; Abdel Hady, M.A.; El Ghawaby, M.A. and El Kassas, I.A.; 1974 – Geol. Interpretation of ERTS-1 Satellite Images for East Aswan area, Egypt. Proceeding of the Ninth International Symposium on Remote Sensing of Environment, Michigan (15-19 April).
- 49- El Shimi, K.A.M. and Soliman, A.A.; 2002 – Gold Mineralization associated Banded Iron Formation in the Central Eastern Desert of Egypt : First record. Annals of Geological Survey of Egypt, V. XXV (2002), pp. 281-299.
- 50- Eid, A.M.; 1964 – New Source for the Production of Pig Iron from Ilmenite ores. Paper No. 24, Geol. Surv. Egypt (Cairo, 1964).
- 51- Embabi, N.S.; 2000 – Karst landforms and Karstification in the Western Desert of Egypt. Intern. Conf. on the Western Desert of Egypt : Geol. Environment and Development Potentials, Jan. 2000, Cairo, Egypt.
- 52- Embabi, N.S.; 2004 – The Geomorphology of Egypt, V. 1, The Nile Valley and the Western Desert. The Egypt. Geogr. Society, Special Publication.
- 53- Faris, M.I.; Farag, I.M. and Geith, M.A.; 1956 – Contribution to the Geology of Bahariya oasis, J. Geol. Soc. Egypt.

- 54- Franks, G.D.; 1982 – Stratigraphical modelling of Upper Cretaceous sediments of Bahariya oasis. Sixth EGPC Exploration Seminar, March 1982, Shell Winning N.V., Cairo.
- 55- Gamal Atwa; 1984 – The present Mining Industry of Egypt. In Potential Mineral Resources of Egypt. Egypt. Geol. Surv. and Mining Authority. Cairo, Egypt.
- 56- Geological Survey, Mineral Guidance Section; 1958 – Main Mineral Deposits Produced in Egypt.
- 57- Gheith, M.A.; 1955 – Classification and Review of Egyptian Iron ores deposits. Symposium on applied geology in the Near East. Ankara, 14-17 November 1955.
- 58- Gheith, M.A.; 1959 – Mineralogy, thermal analysis and origin of the Bahariya iron ores of Egypt. International Geological Congress, Mexico.
- 59- Harder, H.; 1964 – Kohlenäuerlinge als eine Eisen quelle der sedimentaren Eisenerze : Sedimentology and Ore Genesis, Proc. Sym. 6th. Intern. Sedim. Congr. Delft, 1963, pp. 107-112.
- 60- Hussein Abdel Aziz, A. and El Sharkawi, M.A.; 1990 – Mineral deposits. In The Geology of Egypt. Edt. By R. Said. Rotterdam.
- 61- Hermina, M.H.; *et al.*; 1957 – Final geological report on geology of Bahariya oasis. Unpublished report No. 26, Sahara Petroleum Co.
- 62- Hume, W.F.; 1909 – The distribution of iron ores in Egypt. Surv. Dept., paper No. 20.
- 63- Hume, W.F.; 1911 – The effect of secular oscillation in Egypt during the Cretaceous and Eocene Periods. Quart. J. Geol. Soc. London, V. 67, pp. 118-148.
- 64- Hume, W.F.; 1965 – Geology of Egypt. V. III. The Stratigraphical History of Egypt – Part 11, from the close of the Cretaceous Period to the End of the Oligocene. Geol. Surv. and Mineral Research Dept.
- 65- James, H.; 1954 – Sedimentary facies in iron formation : Economic Geology, 49, No. 3.
- 66- Jones, C.H.; 1934 – The iron ore deposits of Bihar and Orissa : Mem. Geol. Surv. India. V. 53, pt. 2.
- 67- Khalid, A.M.; *et al.*; 2002 – Southwestern Desert B.I.F. Laboratory Studies and Gold extraction Tests. Ann. Geol. Surv. Egypt. V. XXV (2002), pp. 315-332.
- 68- Khalifa, M.A.; 1977 – Geological and Sedimentological Studies of ElHefhuf area, Bahariya oasis, M. Sc. Thesis. Cairo University.
- 69- Khalil, M.A.; 1994 – Geological and

- mineralogical studies on the northeastern part of El Bahariya oasis, W.D., Egypt. Ph. D. Thesis. Al Azhar University, 237 p.
- 70- Khattab, M.M.; *et al.*; 2002 – Al Uwaynat Banded Iron Formation and related Gold Mineralization. Ann. Geol. Surv. Egypt. V. XXV, pp. 343-364.
- 71- Klitzsch, E. and Schandelmeier, H.; 1990 – South Western Desert. In the Geology of Egypt, edited by R. Said, 1990. Printed in Netherlands, Rotterdam.
- 72- Kolbe, H.; 1957 – Zur Geologie der Eisenerzvorkommen Agyptens : Geol. J. B., V. 74, 611 p.
- 73- Kotb, H.; 1965 – Report on the chemical, geochemical studies of Abu Ghalaga ore. Geol. Survey of Egypt. (Internal report).
- 74- Laffitte, R.; 1939 – Etude geologique de l'Aures. Bull. De la Carte Geol. De l'Algerie, Ser. 2, No. 15.
- 75- Lebling, C.; 1919 – Ergebnisse der Forschungsreisen Prof. Stromers in den Wusten Aegyptens : Teil. 111, Forschungen in der Bahariya oase und oudenen Gegenden Aegyptens; Abhandl. bayer, Akad. Wiss., Math. Naturw. Kl. 29: 1-44.
- 76- Le Roy, L.W.; 1953 – Biostratigraphy of the Maqfi section, Egypt. Geol. Soc. Ann. Mem. 54, pp. 1-73.
- 77- Little, O.H. and Attia, M.I.; 1943 – The development of the Aswan District, with notes on the minerals of southeastern Egypt. Geol. Surv. Egypt, 107 pp.
- 78- Lotfy, H.I. and Abd El-All, E.; 2003 – Paleomagnetic study on the Middle Eocene limestone, the Tertiary Basalt and the iron mineralization, West El Minia, Egypt. Ann. Geol. Surv. Egypt. V. XXVI, pp. 507-528. Cairo 2004.
- 79- Lyons, A.G.; 1894 – On the stratigraphy and physiography of the Libyan Desert of Egypt : Q.J.G.S., London, V. 50, pp. 531-547.
- 80- Mahgoub, O.M. and Amer, A.F.; 1964 – Geological studies and evaluation of the three iron ore deposits, Ghorabi, Nasser and El Gedida : Geol. Surv. Egypt, Cairo. Unpublished report.
- 81- Meneisy, M.Y. and El Kaliuobi, B.A.; 1975 – Isotopic ages of the volcanic rocks of the Bahariya oasis. Western Desert, Egypt. Annals of Geol. Surv. of Egypt. V. V, pp. 105-119.
- 82- Mesaed, A.A.; 1990 – Geological and Mineralogical studies on the ferruginous sediments of El Heiz area, Bahariya oasis, Western Desert, Egypt. M. Sc. Thesis, Cairo University, 235 p.
- 83- Main Minerals Deposits produced in Egypt. Issued by : Mineral Guidance

- Section. Geol. Surv. and Mineral Research Department, 1958. (Internal report).
- 84- Naim, G.M.; 1984 – Abu Ghalaga Titanium, Iron and Vanadium Reserves. In Potential Minerals Resources of Egypt. Egypt. Geol. Surv. and Mining Authority, Cairo.
- 85- Nakhla, F.M.; 1961 – The iron ore deposits of El-Bahariya oasis, Egypt. Economic Geology, V. 56, pp. 1103-1111.
- 86- Newton, R.B.; 1909 – On some fossils from the Nubian Sandstone of Egypt. Geol. Mag., 6 (Decade – 5) : 352-359.
- 87- Oftedahl, C.; 1953 – A theory of exhalative – sedimentary ore : Geol. Foren. I. Stokholm, Forth., V. 80, 11 p.
- 88- Said, R.; 1960 – Planktonic foraminifera from the Thebes Formation. Luxor, Egypt. Micro-Paleontology, 6, pp. 277-286.
- 89- Said, R.; 1962 – The Geology of Egypt. Elsevier Publishing Co.
- 90- Said, R. and Issawi, B.; 1964 – Geology of Northern Plateau, Bahariya oasis, Geol. Surv. Egypt, Paper No. 20.
- 91- Shukri, N.M.; 1945 – Geology of the Nubian Sandstone. Nature, V. 156, No. 3952, July 28.
- 92- Shukri, N.M.; 1953 – On Cylindrical structures and colouration of Gebel Ahmer near Cairo : Bull. Soc. Geogr. D'Egypt, 27.
- 93- Shukri, N.M. and Said, R.; 1945 – Contribution of to the geology of the Nubian Sandstone, Part 1 : Field observation and mechanical analysis. Bull. Fac. Sci., Cairo Univ., 25 : 149-172.
- 94- Sikka, D.B.; 1963 – Banded Hematite Quartzite of Bihar, Orissa and Madhya Pradesh. Mineral Markets, V. II, No. 1, February 1963.
- 95- Squires, Coy. H. and Hermina, M.H.; 1957 – Final report on the petroleum exploration well No. 1 at Bahariya oasis : unpublished report No. 31, Sahara Petr. Co.
96. Standard Oil Co. of Egypt S.A., December 1942, Report No. 103; Geological Map of Wadi Natrun area, Western Desert, Scale 1 : 250000.
97. Stromer, E.; 1914 – Die Topography und Geologie der Strecke Gharag – Bahariya nebst Ausfuehrungen ueber die geologische Geschinchte Aegyptens. Aby. Bayer. Akad. Wissensch, Math-Naturw. El., lb. 1-78.
- 98- Stromer, E. and Weiler, W.; 1930 – Beschreibung Ven Wirbeltur-Resten aus dem Nubischen Sandsteine. Oberagyptens und aus Agyptischen Phosphaten nebst Bemerkungen ueber oke Geologie der Ungegen vol. Mahamid in Obeagypten Abhandl. Bayer. Akad. Wissensch., Math. Naturw – Kl. 7 : 1-42.

- 99- Stubbins, J.B.; Balais, R.; Zajac, I.S.; 1961 – Origin of the soft iron ores of the Knob Lake Range : Bull. Coln. Instit./ Min. Met. V. 54, pp. 43-58.
- 100- Ulf Thorweihe; 1990 – Nubia Aquifer System : In the Geology of Egypt. edited by R. Said, 1990. Printed in the Netherlands, Rotterdam.
- 101- Vischer, A.; 1947 – Geological Report of Wadi Natrun area, Western Desert, Egypt. Report No. 645. 22-2-1947; A.E.O. Ltd.
- 102- Zaatout, M.A.; 1958 – The iron ore deposits of Bahariya oasis (in Arabic) unpublished report, Geol. Surv. Egypt.
- 103- Zaghloul, Z.M.; ElShahat, A. and Ibrahim, A.; 1983 – On the discovery of Paleozoic trace fossil *Bifungites* in the Nubian Sandstone facies of Aswan. Egypt. J. Geol. 27 : 65-72.
- 104- Zittel, A.K.; 1883 – Beiträge zur Geologie und Palaeontologie der Libyschen Wüste und der agren zenden Gebiete von Aegypten. Paleontographica, 30 (1) : 1-118.