

- 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 سهل الوط 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 ييضاوى - بمثل قلب الصحراء الغربية النابض - يمتد محورها الأكبر شمال شرق، مع امتداد ضيق عند طرفه. يبلغ طول محورها الأكبر الممتد شمال شرق - جنوب غرب حوالي ٩٤ كم، وعرضها الأكبر عمودى على طولها يبلغ حوالي ٤٢ كم، ويغشى 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 (الشمى 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 ارتتاد 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 وجيولوجية الواحات البحرية قام بها جون بول وبياتل (١٩٠٣)، شترومر (١٩١٤)، ليلنج (١٩١٩). ثم تلا ذلك دراسات مناطق متفرقة من الواحات البحرية أضافت كثيراً للمعلوماتنا عن سمات عديدة من جيولوجيتها 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 وجيولوجية الواحات البحرية مثل: هيرم (١٩٠٩)، مركجـراف (١٩١١-١٩١٢)، وبليز (١٩٣٠)، لوروى (١٩٥٣)، فارمن وفرج وغيث (١٩٥٦)، غيث (١٩٥٩)، التاذلي (١٩٦٢)، سعيد (١٩٦٢)، سعيد وعيسى (١٩٦٤)، بسطا وعسامر (١٩٦٩)، البسيوني (١٩٧٨، ١٩٨٠، ٢٠٠٠)، خليفة (١٩٧٧) والعارف والشردوي وخليل (١٩٩٩).

وفيما يلي وحدات الصخور الظاهرة 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 غرابى. الحائط المحيط لهذا الامتداد من المنخفض أقل انخفاضاً بل وأقل انحداراً من امتداد الحائط جنوباً، حيث ترتفع أرض الواحة باتجاه جبل غرابى. لذلك معظم الطرق التى تربط الواحة بالقاهرة تستخدم هذا الميل السهل. من هذا الامتداد شبه الدائري يتباعد حائط المنخفض، الحائط الغربى يتجه ٣٠° بشكل عام جنوب الغرب لمسافة حوالي ٢٠ كم، بعدها يتجه لمسافة حوالي ٥ كم مكوناً لسائناً 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 الغريبة 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 الرملى الحديدى الذى أعطى لبعض الجبال والتلال بالمنخفض لونها الداكن. من بين مجموعة هذه التلال، جبل الهفوف، وهو عبارة عن تل من الحجر الجيرى، مستطيل ضيق، أسود المظهر عند جانبه الشمالى المتكون من طفح البازلت (دوليريت). أما التلال الأخرى والمغطاة قممها بالحجر الجيرى البنى ترتفع إلى ١٣٠ متراً عن مستوى قرية «القصر». كما توجد تلال من الصخر الرملى تشغل مساحة كبيرة قرب الحائط الشرقى للمنخفض. جبل المعيسرة وجبل منديشة ذو القسم السوداء المكونة من طفح البازلت تقسم الأراضى الزراعية في الواحات.

١١- ترسيبات وديانية ورمال سفياء وغرود رمال بعضر الحديث

١٠- بازلت

أوليوسين	برايايونيان	Qatrany Form.	٩- تكوين قطراني
إيوسين أعلى	بارتونيان	Qasr el Sagha Form.	٨- تكوين قصر الصاغة
إيوسين أوسط	يبريزيان	Birkit Qarun Form	٧- تكوين بركة قارون
إيوسين اسفل		Qazzun Form.	٦- تكوين القزون
		Naqb Form.	٥- تكوين الثقب
طباشير أعلى	مستريختيان كامبينيان سينومائي أعلى سينومائي أسفل وأعلى	Khoman Form.	٤- تكوين خومان
		Hefhuf Form.	٣- تكوين الهفوف
		Heiz Form.	٢- تكوين الحيز
		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 النهريحية: Fluvio marine beds صخر رملي خشن حديدي، كوارتزيت، وطبقات صخر رملي مع سيلت	٤٠-١	قطراني		اليوسين
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 teetotumensis</i> ElBassyony.	٣٢-٦	بركة قارون	بازتونيان	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 يبريزيان	إيوسين أسفل

وصف الصخر	السماك	تكوين	عمر	حقبة/ عصر
حجر جيرى، قرمزي 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. deletrai, O. rouvillei</i>	٣١١-٤٥	بحرية	سينومانى	
يتميز بوجود طبقتى حجر جيرى دولوميتى بقمة وأسفل التكوين بينها صخور الطين والحجر الرملى: <i>Heterodiadema libyca, Hemiaster fourneli, Dosinia deletrei and Ostrea sp.</i>	٣٠-١	الحيز	آخر	
بقايا الدينوصورات			باكر	

التركيب الجيولوجى للوحدات البحرية

على امتداد هذا الطىّ المقعر. لقد وقعا في تقريرهما رسومات تخطيطية لبعض التركيبات الجيولوجية (شكل ١٢)، وكذلك سجل المؤلف تركيبات جيولوجية 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 الواحات البحرية في (١٨٩٤)، حيث توقع عدم التطابق بين صخور الإيوسين في البحرية وصخور العصر الطباشيرى أسفلها. وأيضاً استنتج وجود البحرية والفرافرة على محور محذب واحد عمودى على محور الخارجة - الداخلة.

بول وبيدتل (١٩٠٣)، ناقشا تركيب الواحات البحرية ووصفا بالأخص طياً مقعراً مميّزاً يبدأ من الحافة القريبة للوامة 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

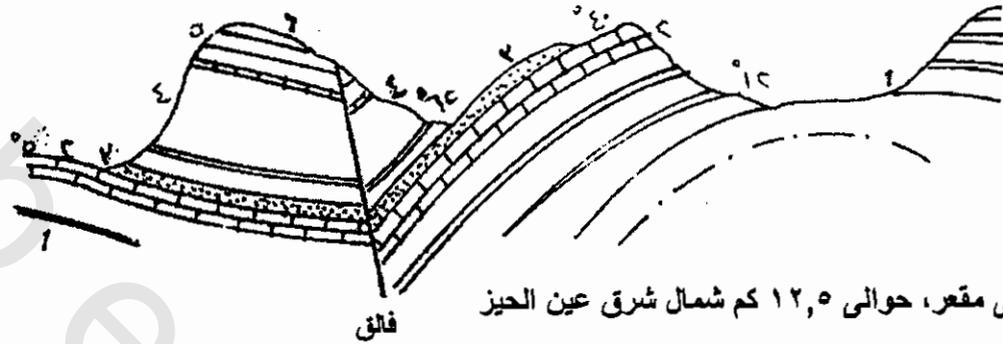
الهضاب المحيطة تطل على لب التركيب المحذب.

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 تمامًا. 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 المسثولة 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 فى 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.

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

(١) اطلق عليه «محدب غرابى» فى 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 -



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

- ١- طفلة و صخر رملى به: *Neolobite vibrayenus etc., Cacullarea, Exogyra, Arca*
 ٢- حجر جبرى متبلور صلد به فلنت. ٣- حجر رملى يتغير إلى كوارتزيت صلد. ٤- حجر رملى مرقش
 به شرائط من الحجر الجبرى الرملى. ٥- حجر جبرى متبلور سيليسى صلد، بنى داكن. ٦- صخر رملى
 خشن جبرى (طبقة العظم) يتحول فى بعض الأجزاء إلى صخر رملى، بغطيه حجر جبرى متبلور صلد
 به حفريات.

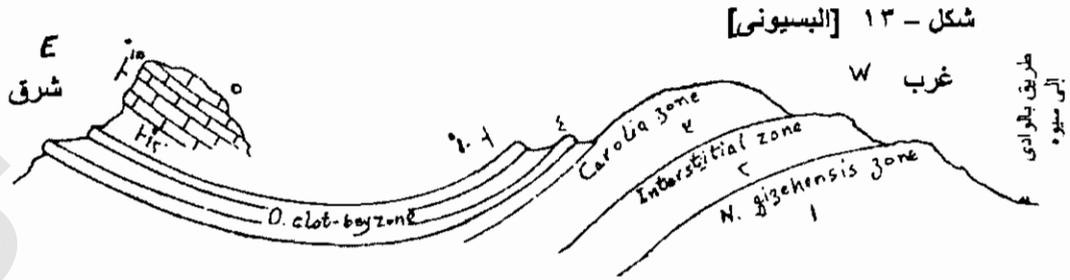
شكل - ١٢ (بول و بيدنل ١٩٠٣ - Fig-1, Fig-2)



[Fig-2] رسم يوضح العلاقة المحتملة للعصر الإيوسينى والعصر الطباشيرى فى محذب ١١,٥ كم شمال غرب القصر

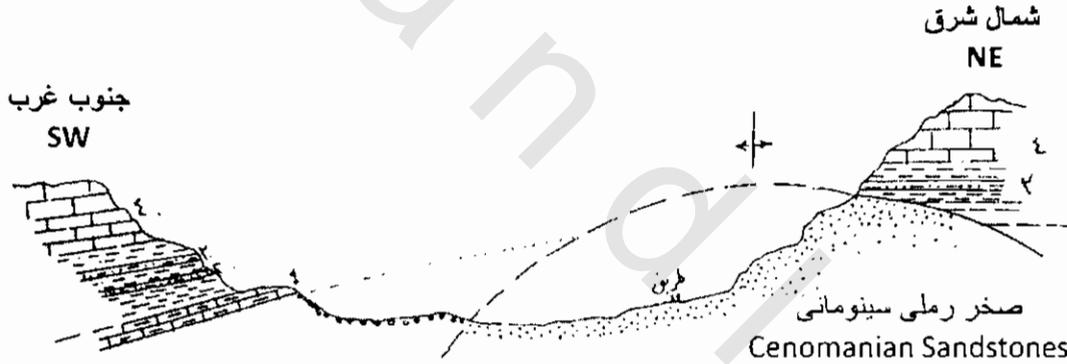
- ١- حجر جبرى رمادى. ٢- حجر جبرى طباشيرى رملى أبيض صلد. ٣- حجر رملى جبرى رمادى. ٤-
 حجر جبرى به نيموليت و أبيركيولينا.

- ٥- رملى جبرى. ٦- حجر رملى أبيض. ٧- حجر جبرى متبلور. ٨- طين و حجر رملى
 سينوماتى به : *Exogyra flabellata, E. mermeti & E. olisoponensis, etc.*



II W - قطاع فى مقعر كالطبق العميق - حوالى ٥٠ كم شمال غرب نقب التليفون (شمال غرب البويطى).

- 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 (?) وكاروليا بلاكيونويدز صغيرة، مع فسيلا ديبيرديتا.
- 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 فى محذب ٧٠ كم شمال غرب نقب التليفون يوضح لأول مرة الإيوسين الأعلى يعلو الصخر الرملى للعمر السينوماتى بالواحات 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 النيموليت في الطبقات، والتي لا تنتمي إلى تلك الأنواع القديمة مثل: N. fraasi, N. deserti، والتي توجد في الفرافرة. كوفيه لم يتفق مع مجهودات بوساك «Boussac's effort» لإقصاء الإيوسين الأسفل من التابع الاستراتيجرافي في مصر.

بلانكنهورن:

ص ٣٩: كما جاء أولاً في تقرير زيتل، قرر بلانكنهورن أن الليبيان الأسفل والليبيان الأعلى يكافئان الإيوسين الأسفل الأوروبى «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*، الألفيولينا 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 أى 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، وبسبيل 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 هيوم (مجلد III، جزء II) ١٩٦٥ من نهاية العصر الطباشيري إلى نهاية

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

Nummulites, Operculina, & flat Lucina، مكونا الطبقات التي تغطي صخور العمر الكريتاسى الأعلى. قليل من الحفريات وجدت في الحدود الشمالية لمنخفض البحرية، وفي الأجزاء العليا لحافة الهضبة وفي التلال بين غرود غرابى لأشيرزون المحتوية على الأفيولينا بالإضافة إلى مجموعة الحفريات التي 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 في مصر، من الإيوسين الأسفل.

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

في مراكش نيموليت أتايسيكس 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. التي تنتمى إلى *بيريزيان* أو *لندينيان*، والتي حاليًا تكون الإيوسين الأسفل كما تم تعريفه الآن.

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

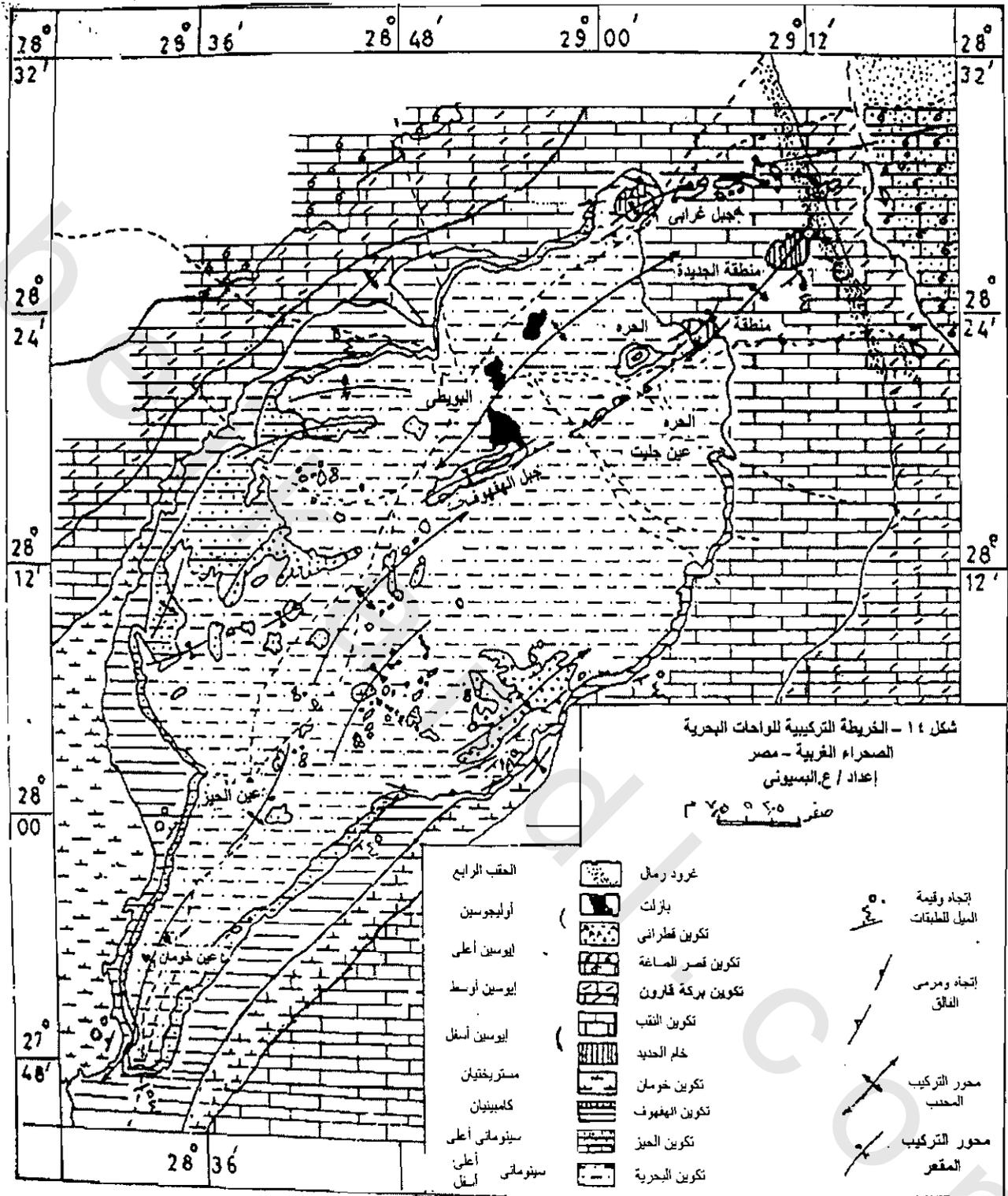
● من بين الحفريات المميزة، في المكان الأول احتلت الحفرية *Operculina libyca* Schwag. من الأفيولينا يوجد فقط النوع الكروى (A. *decipiens & A. paticillata* Schwag) "spherical form". النيموليت ممثلة بالأنواع الآتية: *N. fraasi, N. solitaria and N. deserti, N. biarritzensis var. praecursor de lattarpe, N.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

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

- من حافة الهضبة شمال الواحات البحرية *Hebertia sp. Pseudopygaulus aegyptecus*

هيوم (١٩٦٥) «نشر بعد وفاته في 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 يبغى 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
فتتمدد 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، ونتيحة
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 تم تعريفها
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 سريري المطوى وفرشت بطانية أسفل وثلاثة بطاين فوقى، ورحت في سبات عميق بعد طول يوم سفر شاق بالسيارة وهى تُخَضِّصُنَا طوال الطريق بمطباته. لقد أستيقظت في الصباح الباكر وأزحت البطاين عن وجهى أتحمس 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 البطاين 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 الجنوبي، حيث الصحراء منبسطة مترامية الأطراف على طول امتداد البصر، حيث يلتقى الأفق بسطح الصحراء. هناك يعلو الأفق ويهبط مع سطح الصحراء وكأنه يحثنا 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 تهددها، وأحياناً تتركها تنطلق على أرض صلدة حصوية - بألوانها المختلفة.. وهكذا تمتد هبوطا وصعودا 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 الأوليغوسين، 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 عيتتين. 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 ١٣.١٢٪، 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 للإيوسين، كما أعطى موجزاً لتمعن الخام. ثم أضاف غيث: إذا كان تقدير كمية الخام لهيوم 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 السجىولوجى 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 للخام، ووجود الجبس والباريت في الشقوق والفجوات.

أشار الشاذلى (١٩٥٦) في تقريره عن خريطة مصر التعدينية إلى أن خام حديد غرابى قد تكون باتحاد 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 الجداى 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	سدى جداى
	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 يلى 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° مكونة تركيباً محددًا صغيراً ومستطيلاً يأخذ الاتجاه شمال شرق.

أخذت عينة من هذا التركيب المحدد 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 الجيرى الحديدى القرمزى، وأقل من الحديد الاقتصادى بحفر الحرة. وبدأ لى أنه لو كان هذا التحدب كبيراً مثل تحدب جبل غرابى لزادت نسبة الحديد فيه إلى النسبة الاقتصادية (مع وجود نفس التراكيب السجولوجية).

وقررت متابعة هذا الاتجاه الشمالى الشرقى لعل وعسى أجد تركيباً محددًا كبيراً. وفى 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 فى وسطه يعلوها تلال قممها سوداء وعلى قمة إحداها نقطة مثلثات مساحة ٢٥٤ متراً بلوحة أسبوط (صورة - ٣). وقد عثرت على كتلة من الحديد الغنى فى الركن الجنوبى الغربى تماثل ما هو فى جبل غرابى والحرة. ثم اتجهت إلى الهضبة الوسطى لهذا المنخفض الطبوغرافى فوجدت مكشف طبقة خام الحديد فى الجنوب بسلك حوالى واحد متراً، يزداد السمك شمالاً عند الفالق الممتد شرق - غرب حيث يصل السمك ١٦ متراً صورة - ٤)، وفى الشرق سمك مكشف الحديد ٣, ١٤ متراً، وفى 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 فى منتصف الحجر الجيرى للهضبة شدت كل انتباهى. توقفت عند هذه الطبقة حيث تبينت بخبرتى أن الهضبة السمراء هذه هى من خام الحديد، التى تعتبر امتداداً لحديد غرابى إلى الشرق، كما وأن حديد التلال المبعثرة امتداداً لحديد جبل غرابى إلى الشمال. وبدأ التفكير بعمق فى هذا اللغز؟

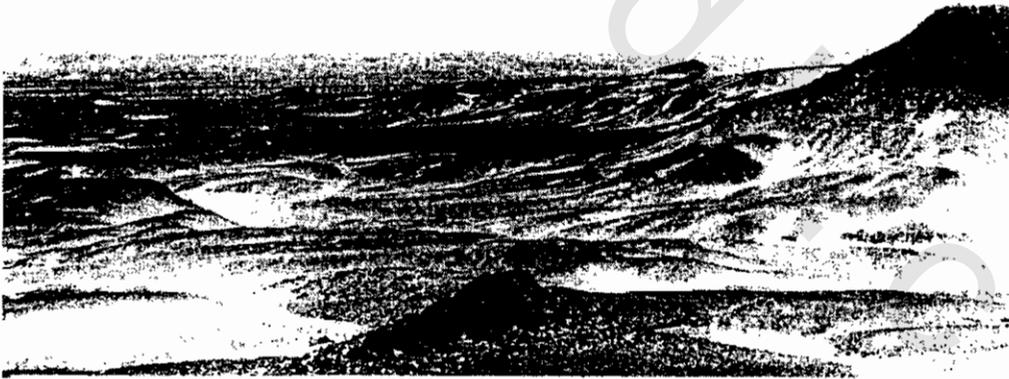
وبدأت العمل فى منطقة الحرة، وخلال ذهابى وإيابى لها من معسكر المشروع، الذى يقع على مسافة ١٤ كم، عرجت يمينا إلى حافة الجدافى، وإذا بى أجد فالقين وطبقات الطفلة بينهما ارتفعت وبقي على الجانبين الحجر الجيرى غير الحفرى (تكوين الحيز) وتحت الطفلة مكونا «نتق» «Horst»، بينما طبقة الحديد غطت كل هذا بعد تسويتها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

ومن خلال دراستى لمنطقة الحرة اكتشفت وجود خام الحديد بها فى منخفض تركيبى «Trough» على عكس ما هو موجود فى تحدب جبل غرابى - وفى شمال منطقة الحرة، لاحظت امتداد الحجر الجيرى القرمزى اللون شمالاً، ويبدو اللون غامقاً وملفتاً للنظر شمال شرق خريطة الحرة، حيث تزداد نسبة الحديد فى 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، الكرواتزية 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 تملو عضو خام حديد الجديدة

بذلك تم اكتشاف 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 الحره فرحة هذا الاكتشاف، وقرروا القيام بحفر خمسة آبار رأسية لتقدير كمية الخام بالهضبة الوسطى دون إنقاص معدل الحفر بمنطقة الحره. وقد تم قياس سمك الحديد بالحفر الخمس، وجمعت عيناتها للتحليل على الوجه التالى:

توجد صخور الحجر الرملى أسفل خام الحديد مكونة انحدارًا متوسط الارتفاع عند حدود الهضبة الوسطى الجنوبية - حيث تم الصعود إلى الهضبة من هذا الجانب - تميل هذه الصخور الرملية شمالا مكونة تركيبا محدبا بغاطس شمال شرق. ويوجد خام الحديد ممتدا 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 الحره، وأمرت بتسليم نوتة الحقل بما فيها من وصف الخام بالحفر.

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.

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

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 والتحققت 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، وزيارة 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 ممراً 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 تقريباً 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 جزئياً 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 وادياً عريضاً 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 للوحدات 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 للوحدات 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 للوحدات 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 تدريجياً إلى أن يتداخل في المنسوب العام للهضبة الجيرية، ويعتبر ممراً جيداً لوادى 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 متراً، 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 التابع 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 متراً بينها. طبقة الكونجلوميرات التى تعلو خام الحديد فى الهضبة الوسطى تتكون من حصوات حديد مسنة ونصف مسنة، وقليل من حصوات الحجر الجيرى. فى المنطقة المنخفضة حول الهضبة الوسطى، يتراوح سمك تكوين قطرانى من مترين إلى + ١٣ متراً 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.

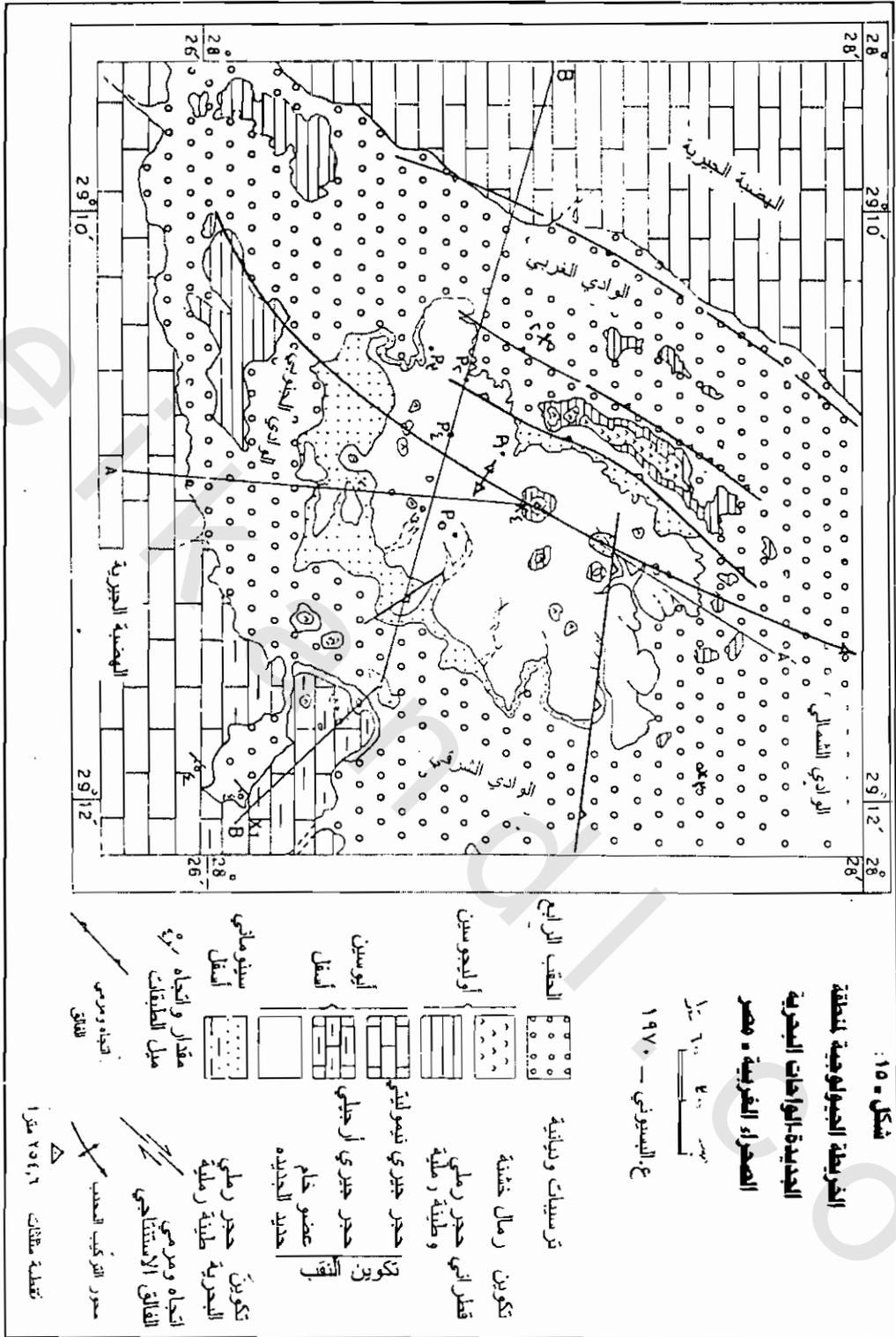
أول خريطة جيولوجية تركيبية للمنطقة تمت بمعرفة المؤلف فى ١٩٦١/١١/٣٠ بمقياس رسم ١: ١٠٠٠٠، تغطى مساحة حوالى ٢٠ كم مربع، حيث تم توقيع مكاشف خام الحديد والهضبة الجيرية المحيطة والتراكيب الجيولوجية السطحية على الخريطة الجيولوجية؛ كما تم توقيع مناسب البروفيلات المتعامدة للمنطقة (شكل - ١٦)، وقد استخدمت اللوحة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

القطاعات الجيولوجية تم قياسها باستخدام جهاز مسواة 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: (البيسونى - ١٩٦١، شكل - ١٥):

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



شكل - 10:

الخريطة الجيولوجية لمنطقة
الجديدة-الواحات البحرية
الصحراء الغربية - مصر

1:100000
م
ع. السورتي - 1970

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 والحره 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 ١ X).

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 حفریات 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 ممتلئة 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 يباثل 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 - بمكشفي سمك ١ مترًا في الجنوب إلى ١٦ مترًا في الشمال عند مرمى الفالق العلوي «upthrown side» للفالق شرق - غرب (صورة - ٤). كما أظهرت الحفَر والحفر الآلي وجود خام الحديد في المنطقة المنخفضة بالوديان المحيطة للهضبة الوسطى.

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

لقد أطلق المؤلف (١٩٦١) اسم «منطقة الجديدة» على اكتشافه خام الحديد بشمال شرق منطقة الحرة بحوالي 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 يحتمل وجود أخدود في الوادى الغربى بين فالقين شمال شرق - جنوب غرب هما امتدادًا (للفوالق) بالحائط الغربى لمنطقة الحرة، والذي نتج عنهما أخدود مقعر الحرة الذى ترسبت فيه رسوبيات تكوين الهفوف للعصر الكامبينيان. لقد نشطت هذه الفوالق في ما بعد الإيوسين - أوليجوسين.

الفوالق

تجدد نشاط حركة لاراميد في 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 الكامبينيان 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 لمكشفي 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 لل خام بالهضبة الوسطى محفوظاً تحت التلال المنتشرة فوقها حيث يصل السمك حوالي 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 حفرية، والتي يمكن أن ترتبط مع تكوين النقب بالهضبة المحيطة لمنخفض الجديدة:

السمك - متر

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

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

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

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

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

- توجد بللورات الباريت في جميع الحفر، ولكنه قد
ينعدم وجوده في بعضها (مثل الحفرة - P₅)، يتركز
الباريت في أسفل طبقة الحديد بالحفر عمومًا كما
ينتشر في كل سمك الخام خلال الشقوق، قد يتركز
في حزام بسمك واحد مترًا بوسط الخام، كما يتكثف
أحيانًا 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
أساسًا 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
عمومًا، ذو فجوات، كما يتميز بالتركيب المسامي
«cellular structure» خفيف الوزن، مع منجنيز

جنوب الهضبة الوسطى، وإلى الشمال يكون الفاصل
واضحًا بعدم تطابق. يلي خام حديد الهضبة الوسطى إلى
أسفل تكوين البحرية بفاصل واضح غير منتظم، ويتميز
بكونجلوميرات عدم تطابق وحزام من الباريت. كل من
الكلونجوميترات وبللورات الباريت قد توجد في الخام
لبضعة أمتار فوق الفاصل الحقيقي للخام وقد تظهر
إحلالًا جزئيًا بواسطة معادن الحديد. المتر أو المترين من
قمة صخور الرمل أسفل الكونجلوميرات تم إحلالها
عمومًا بشدة بواسطة خام الحديد من نوع جيوتيت،
هيماتيت، وليمونيت، نتيجة لذلك تكوّن خام بني غامق
ذو نسبة عالية قليلًا عن الخام الرئيسي الذي يعلوه، وهو
ما يسمى عضو حديد الحرة (البيوني - ١٩٧٠). وفي
أماكن أخرى - بدلا من الكونجلوميرات - توجد طبقة
رفيعة من كتل متحجرة من الهيماتيت المائي معها
حصوات كوارتزي 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 مترًا و١٤.٩ مترًا، ويزداد السمك شمالًا.

- تتراوح نسبة الحديد في الحفر الخمس بين ٥٦.٦%
و ٦١.٩١%، بمتوسط ٥٩.٢٥%.

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

الجديدة نفس الوضع الاستراتيجى للحجر الجيري القرمزى 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 التى عرفت من الطبقة العليا هى: *Nummulites atacicus, 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 القرمزى لتكوين النقب الامتداد الطبيعى لطبقة خام الحديد، مع نقصان نسبة الحديد كلما بعدنا عن كتلة الخام الرئيسى. وبذلك يأخذ حديد

الخضراء القابلة للانشطار التي تنتمي لتكوين البحرية
أيضاً 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 التفتيت ومسامي؛ حديدي عند القاع مع عقد
من المنجنيز وأملاح
١٩.٠٠ ٦- خام حديد: جيوتيت مع تداخلات مع الهيماتيت، بنى غامق إلى أسود، رمل مع مغرة مسامية: توجد
بللورات الكالسيت. الهيماتيت صلد وحفرى به *Nummulites sp.*، كوارتزى جزئيا في الجزء العلوى،
الجزء السفلى جيوتيت سهل التفتيت أسود مع جيوب رملية
١.١٠ ٥- صخر رمل: أصفر مع تداخلات طينة رملية
٣.٠٠ ٤- خام حديد: تبادلات من الهيماتيت والجوتيت به *Nummulites sp.*، صلد، أحمر غامق إلى أصفر، طفلى
في الوسط، رمل مع جبس، طفلى وكونجلوميرات قرب القاع
-٣٠ ٣- كونجلوميرات: تتكون من حصوات رمل في مادة السيلت
١.٩٠ ٢- خام حديد: تبادلات مع الهيماتيت والجوتيت، صلد، أصفر إلى أحمر غامق، رمل، جيسى وكونجلوميراتى
قرب القاع
١- القاع طين؛ تكوين البحرية؟

حديد الحره بتكوين المفهوف). في هذه الحالة فإن طين
القاع في الحفرة X₂ - الموضح عاليه - قد ينتمى إلى
تكوين المفهوف في جزئه الأعلى. بالإضافة إلى أن طبقة
الكونجلوميرات هنا تختلف تماماً 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. وبنظرة إقليمية، يمكن اعتبار خام
الحديد بالطبقة - ٢ أسفل الكونجلوميرات منتميا
لتكوين المفهوف مثل ماهو في منطقة الحره. لقد ثبت غمر
الأرض في هذا الجزء من الهضبة الشمالية الشرقية بمياه
بحر الكامبينيان من خلال دراسة منطقة الحره (عضو

السمك - متر

قمة القطاع

٢,٠	..... ١٢- رواسب وديانية: رمال سفياء، وكسر صخر وحصى
٧,٥٠	..... ١١- طينة رملية: جلوكونيتيك خضراء. بها جيوب هيماتيت تحتوى على مغرة خاصة إلى أسفل ذات اللون البنى المصفر والبنى الطبقة - ١١ تنتمي لتكوين رضوان
١٠,٣٠	..... ١٠- هيماتيت: 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 الهيماتيت البنية
٤,٦٥	..... ٧- هيماتيت: بنى غامق مع مغرة صفراء، يوجد غالبًا طبقات رقيقة من الطينة الرملية مع جبس
١,١٠	..... ٦- ليمونيت: أصفر سهل التفتيت
٠,٤٥	..... ٥- طينة: سهلة التفتيت، مرقشة اللون - بيضاء، صفراء، حمراء
٤,٧٥	..... ٤- هيماتيت: بنى غامق بها جيوب مغرة صفراء، جامدة الطبقات من ٤ - ١٠ تعتبر تكوين خام الحديد شاملاً: عضو حديد الجديدة: طبقات ٨ - ١٠ بسمك ١٣,٨٠ مترا عضو حديد الحرة: طبقات ٤ - ٧ بسمك ١٠,٩٥ مترا، كما في منطقة الحرة
١,٢٠	..... ٣- صخر رملى وطينة رملية: رمادى، أصفر، مع طبقات رقيقة من طينة كربونية سوداء
٢٠,٢٠	..... ٢- طينة رملية وصخر رملى: رمادى إلى رمادى غامق مع طبقات رقيقة من الصخر الرملى سهل التفتيت. بقع من الفحم الأسود توجد عند مستويات مختلفة
٩٥,٨٥	..... ١- صخر رملى: 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 بسمك ٨١,٢٥ مترا

وفيا يلي نتائج الدراسة الميكروسكوبية لأنواع خام الحديد بمنطقة الجديدة: (بسطا وعامر - ١٩٦٩)
أظهرت الدراسات الميكروسكوبية أن المعادن غير الشفافة «opaque» تتكون أساساً من هيماتيت، جويتيت، وليمونيت، بيزولوميلين، بيزولوزيت، ماجنيتيت وليبدو كروسيات موجودة في 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 الحرة.

التركيب المعدنى لخام حديد الجديدة

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

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

ألفيولينا وأنواع مختلفة من النيوليت؛ مع ندرة الجوفمعاوية والمحار.

١- الخام المصمت الصلب The Hard Massive Ore

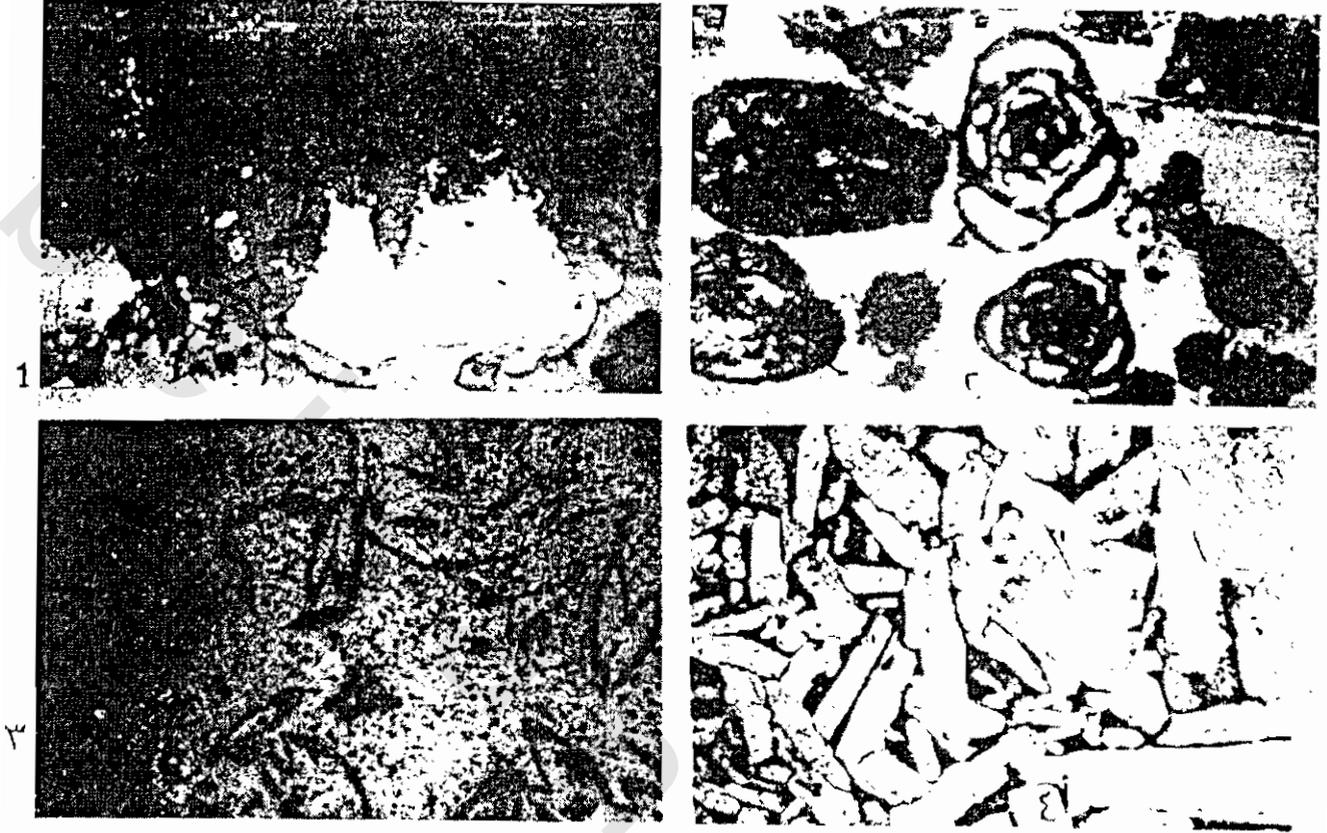
هذا النوع نسبيا صلد، متبلور ومصمت، ذو لون بني داكن محمر وذو لمعان معدني مطفى. يتكون هذا النوع من الخام أساسًا من الهيماتيت (حوالي ٨٠٪) مع كميات قليلة من الجوتيت والليمونيت وقليل من لبيدوكروسييت. يوجد الهيماتيت والجوتيت عمومًا في حالة بللورية جيدة؛ الهيماتيت يكوّن بللورات صفحية، منشورية، ميال للتقشر على شكل رقائق (قطر ٠.١ إلى ٠.٢٤ مم) بعضها يظهر بللورات توأمية. توجد عادة النطاقات الثانوية في الهيماتيت، كالنطاقات المتتابعة المضيئة 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 ٥-١). 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

معادن المنجنيز (أساسًا بزيلوميلين) نادرًا ما توجد في هذا النوع من الخام. بريت 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 الجوتيت، 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 أينا 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- بالسورات 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 ذو 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.

٣- خام سهل التفتيت The Friable Ore

هذا النوع من الخام عادة ما يكون أصفر لامعاً ولكنه قد يتدرج إلى البنى 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) ويبنى 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 كمانجانيت. 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 المانجانيت. 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 (الكوبيريت 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.

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

في المستوى الأعلى لكتلة الخام عند اتصاله مع تكوين قطرانى، يوجد البيزوليت أكثر تفلطحًا، ولحد ما مشوه أو مقوس. عروق الهيماتيت والجونيت تقطع خلال البيزوليت (صورة ٧-٢) أو تغزو بللورات الكوارتز مكونة كوبرى بين البتزوليت المتجاورة. بقع من الكالكوبيريت توجد غالبًا في حائط البيزوليت والأوليت.

التركيب الكيميائى لخام حديد الجديدة

الجدول التالى يوضح نتائج تحاليل العينات التكنولوجية التى 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 وفوزى عامر - ١٩٦٤) بالإضافة إلى تحاليل عيتي للخام البيزوليتى (بسطا وحمزة عامر - ١٩٦٩)، أمكن الوصول إلى النتائج التالية:

أكسيد الألومنيوم في هذا الخام. وهو أيضًا المكون الأساسى للغطاء الطينى 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».

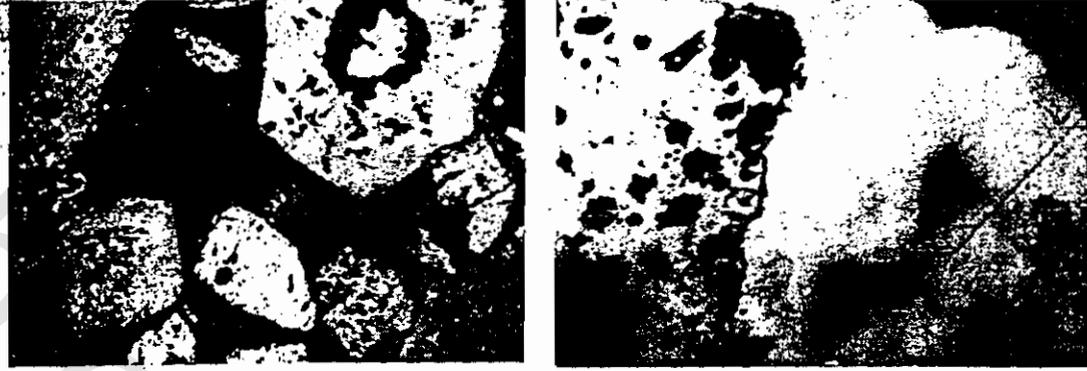
٤- خام بيذوليتى (بازلانى) The Pisolitic Ore

هذا الخام يحتوى على ٤٩ إلى ٥٠٪ حديد، ذو لون أصفر إلى بنى مصفر، وذو نسيج أوليتى إلى بيذوليتى. يتراوح قطر الأوليتى من ٠.٤ إلى ١.٥ مم بينما يتغير البيذوليت 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 بينا معادن المنجنيز غائبة تمامًا. الأوليت والبيذوليت يتكونان على هيئة كروية، بيضاوية، أو مفلطحة، وأيضًا يتغيران في تكوينهما. تم ملاحظة نوعين أساسيين:

النوع الأول يتكون من تبادلات طبقات متراكمة حول نواة من الجونيت 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: منكورات مستديرة (تقريباً) كاذبة من النمو المتداخل للجويت والهيمايت؛ تلاحظ وجود البلورات المعنى فى المسافات البيئية. ضوء منعكس، غمر فى الزيت. $50 \times$.
- ٢- ليبينو كروسيت (رمادى فاتح) يكسو نجويات 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 في جدران البيزوليت. بعض حبات الهيماتيت تظهر في نسيج الكوارتز. ضوء منعكس، غمر في الزيت. X ٥٠.



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

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

خام مصمت صلد عينة تكنولوجية من G11 (محبوب وعامر)	خام طبقات ذوفجوات عينة تكنولوجية من I13 (محبوب وعامر)	خام سهل التفتيت عينة تكنولوجية من E2 (محبوب وعامر)	خام بيروليتي عينة من بئر الحفر K6 (بسطا وحمزة عامر)	خام بيروليتي 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 الطبقة ذوفجوات ولكنها أقل قليلاً عما هي في الخام سهل التفتيت.

٢- الخام الطبقي ذوفجوات يمكن اعتباره خاماً عالياً 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 الاستثنائى 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 في 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 في 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 في النوع السابق، بينما محتويات الكلورين والكبريت أقل نسبياً. حقيقة أن هذا النوع من الخام ثرى بالجوتيت كثيراً عن الخام المصمت الصلد يفسر الانخفاض القليل في محتواه من الحديد والزيادة في محتواه من الماء. النسبة المرتفعة إلى حد ما في السيليكا والألومنيوم بالإضافة إلى المنجنيز يمكن أن ينسب ذلك لوجود فجوات صغيرة في هذا الخام، مملوءة بالطين المغريّ ومعادن المنجنيز.

٣- الخام سهل التفتيت ذو تركيب كيميائى يختلف بوضوح عن النوعين السابقين. نسبة الحديد في 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 في 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 في نسبة الحديد.

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

استراتيجية مكاشف وحدات الصخور

السك - مترا		
أوليوسين	٢٥ - صفر	٥ - تكوين قطراني
إيوسين أسفل	٢٦.٥	٤ - تكوين النقب (شاملا عضو حديد الجديدة)
طباشير أعلى	٣٧.٥	٣ - تكوين الهفوف (شاملا عضو حديد الحرة)
	٧.٥	٢ - تكوين الحيز
	٣٠٣.٨٧	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 الرملي الحديدي ذي اللون البني الداكن.

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

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

فيما يلي موجز وصف هذه التكاوين لتتبع استراتيجية المنطقة وعلاقتها بالوضع الاستراتيجى لخام الحديد:

١- تكوين البحرية:

صخور هذا التكويني تمثل أقدم الرسوبيات في الواحات البحرية. فهي 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 في الواحات البحرية كان بعد تعريف مجموعة الحفريات التى جمعها بيدل 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، وتبادل مع طفلة رملية وطين، تتنامى عبر كثير من التدرج. بعض صخور الحجر الرملي

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 بعيداً 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 والرمال الطينية 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 السينوماني لتكوين البحرية على أساس الحفريات، التى جمعت من طبقاته الرملية الحديدية وكذلك الفقاريات، والتي تم تعريفها بمعرفة بلانكنهورن (١٩٠٣، شترومر (١٩١٤) وعوض (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» والتي 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 امتدادًا 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 تخله 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 تقريبًا 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 شترورمر رقم «7L» فى قطاع الدست (انظر شترورمر شكل -١٨).

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

Lower Variegated Member

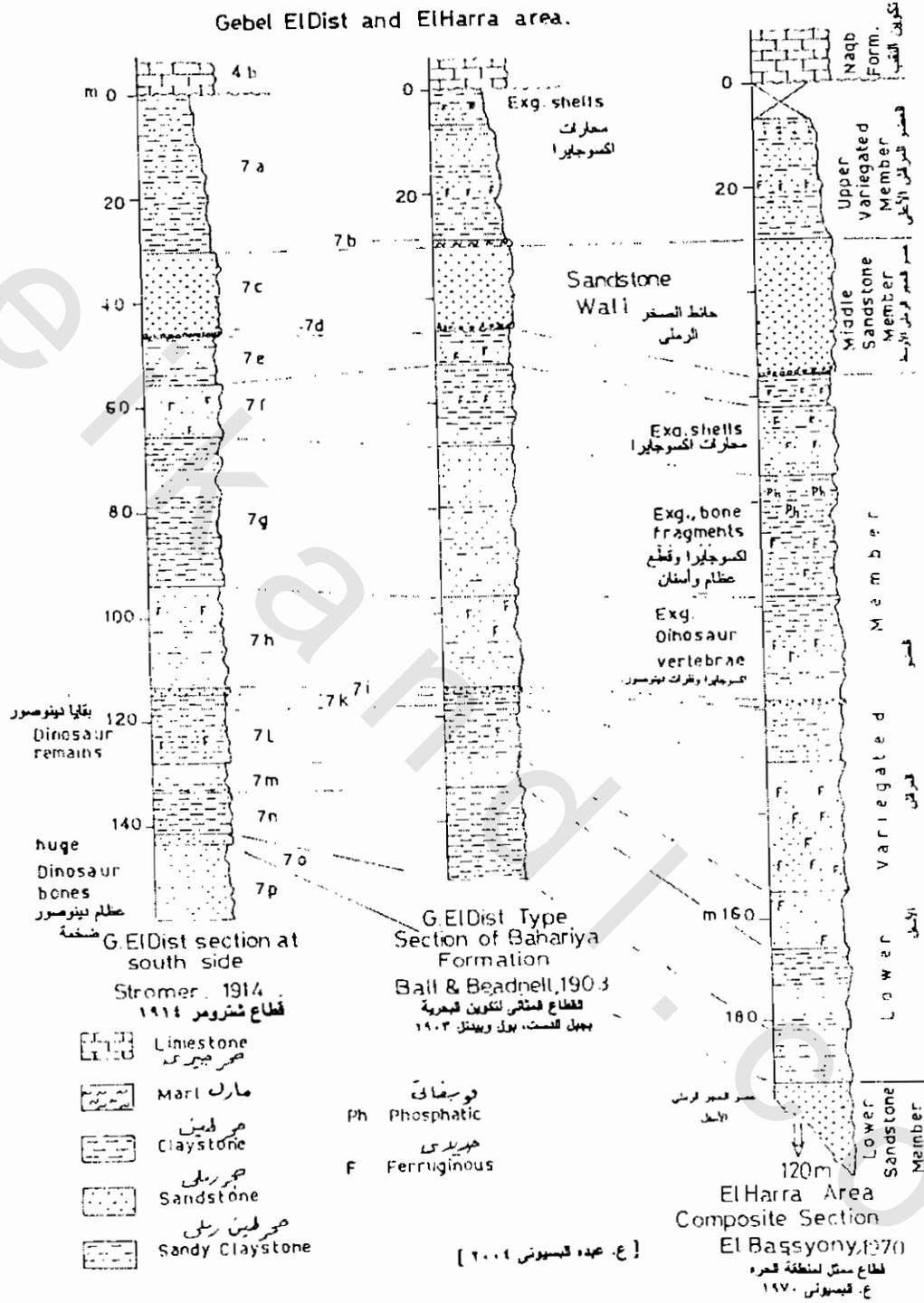
يعتبر هذا العضو أقدم طبقات حفريات الأوكسوجايرا «Exogyra» فى تكوين البحرى تظهر فى الواحات البحرى. حفريات الأوكسوجايرا تتجلى بكثرة فى طبقاتها الحد الفاصل بين هذا العضو وعضو الصخور الرملية أسفله استنتاجى على خريطة الحرة (شكل -١٧)، وذلك لتعرية الطبقات الفاصلة خلال الحور الشرقى وفى الجنوب، بينما على الجانب 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 شترورمر (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 جدًا بحفريات لا فقارية، وفى بعض الأجزاء تشتمل على بقايا فقارية. نحو قاع قطاع هذا العضو توجد الطينة كربونية أحيانًا 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 مترًا عبارة عن تبادلات من الطين الرملي والحجر الرملي، بعض النطاقات الرملية دقيقة الحبيبات والأخرى خشنة وسهلة التفتيت، والجزء العلوى من

شكل ١٨ : مقارنة تكوين البحرية علي امتداد جبل الدرست ومنطقة الحرة [ع. عبده البسيوني 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 - أحياناً - 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 الكوارتزى 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 محبباً 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 سطحاً ذا فجوات لعضو الصخر الرملي
هذا.

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



صورة ٨- : طبقة كوينجوميرات عدد قاع عضو الصخر الرملي، الاوسط لتكوين البحرية،
تقسم هنا الى طبقتين بينهما سيلت وطين رملي، حصوات خام الحديد تظهر
في الطبقة الاسفل الرقيقة. الاضبان الراسبية لصخر الحديد (الانيب حديد)
ذات التركيب متحد المركز تظهر في الطبقة الاعلى.

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

ويمقارنة هذا العضو في منطقة الحره مع قطاعه المثالى 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 الكونجولوميرات 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 الكونجولوميرات 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 الكونجولوميرات 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 حفرية هنا. كما أن العقد الكوارتزيتية 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 فالق 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 بسمك ٩, ١ مترا. في اتجاه الغرب من هذا الموقع الأخير تم تعرية العضو المرقش الأعلى تماما 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 تدريجيا 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 والبيئة التي 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* و *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 وبيدندل 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 وبيدندل وشترومر في جبل الدست، ورغم كون المنطقتين متباعدتين عن بعض وبالرغم من التغيير السريع المتوقع في سحنة الصخور والتغيير الجانبي للترسيب 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 وبيدندل (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 البحري»، هيوم ١٩١١ «وادي حواشية، وادي قنا»، لافيت ١٩٣٩ «باتنا، أريز - أوريث، الجزائر»). مصاحبًا لهاتين الحفريتين وجدنا دائمًا - أي عوض وفوزي - 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 وفوزي على اتفاق تام معه.

عوض وفوزي، 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
سنيوماني أعلى	سعيد وعيسوى (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	الوحدة العليا	العضو المرقش الأعلى	X ١٠ على الشكل II سعيد وعيسوى (١٩٦٤)، جنوب شرق جبل غرابي
	سينوماني	صخر رملي مع تداخلات من الطين وكتل حديدية متحجرة	١٥		العضو الحجري الرملي الأوسط	
سينوماني أسفل	أسفل	القاع، أحزمة رملية كثيرة الألوان تحتوي على: Ostrea conica, O. mermeti Nuculaea sp., & Pyrazus sp.		الوحدة السفلى	العضو المرقش الأسفل	

المصدر: البسيوني 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
من أعلى إلى أسفل	بلانكنهورن (١٩٠٣)، بول دييدنل (١٩٠٣)، شترور (١٩١٤) سينومانى أسفل	<i>Cucullaea sp., Arca sp., Exogyra flabellata, E. mermeti, Venus (Artemis?) Odostomopsis abeihensis, Natica sp., Baculites (Syriacus?) & Neolobites vibrayanus.</i>	٧.٤	العضو المرقدش الأعلى	الوحدة العليا بول وييدنل (١٩٠٣)، شترور (١٩١٤) القطاعات - الواحات البحرية شكل ١٨-
		طفلة وصخر رملى سهل التفتت، مع أحزمة حديدية جامدة	٢١		
		حائط صخر رملى ذو تطابق كاذب، ناعم الحبيبات، أصفر.	١٥	العضو المرقدش الأوسط	
		بريشيا جامدة صفراء - بنية، مع كسر عظام وأسنان سمك.	٠.٢٠		
سينومانى أسفل		<i>Exogyra silica, Exogyra sp., ostrea delgadoi, O. rouvillei</i>	٧٧ ±	العضو المرقدش 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: البيونى ١٩٧٠.

هذه المناطق من أعلى إلى أسفل:

Ostrea africana & Neolobites zone

Ostrea isidis zone

بليونتولوجيا، 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 الجداق -
جنوب شرق جبل غرابى. على هضبة الجرابى يوجد
فالقان بينهما مرتفع «Horst» حيث توجد طبقة الحديد
تمتد على السطح فوق طبقة حجر جيرى على كلا جانبي
المرتفع «Horst» تنتمى إلى تكوين الحيز (صورة - ٩).
وهى تمتد شمالاً حتى نقب غرابى حيث تمتد أسفل طبقة
الحديد. وكذلك فى منطقة الحره حيث تظهر طبقة الحجر
الجيرى، وفوقها الطفلة فى الجزء الشمالى من الحافة
الغربية (شكل - ١٧). لىثولوجياً يشتمل هذا التكوين
فى منطقة الحره على حجر جيرى بنى وطبقات طينية،
تقع متطابقة مع تكوين البحرية أسفلها. يتميز قاع هذا
التكوين هنا بطبقة من الحجر الجيرى ذات تبلور دقيق،
بنية اللون، بها فجوات مليئة بالكالسيت. هذا الحجر
الجيرى يكون 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 $± ١٥,٧$ 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.

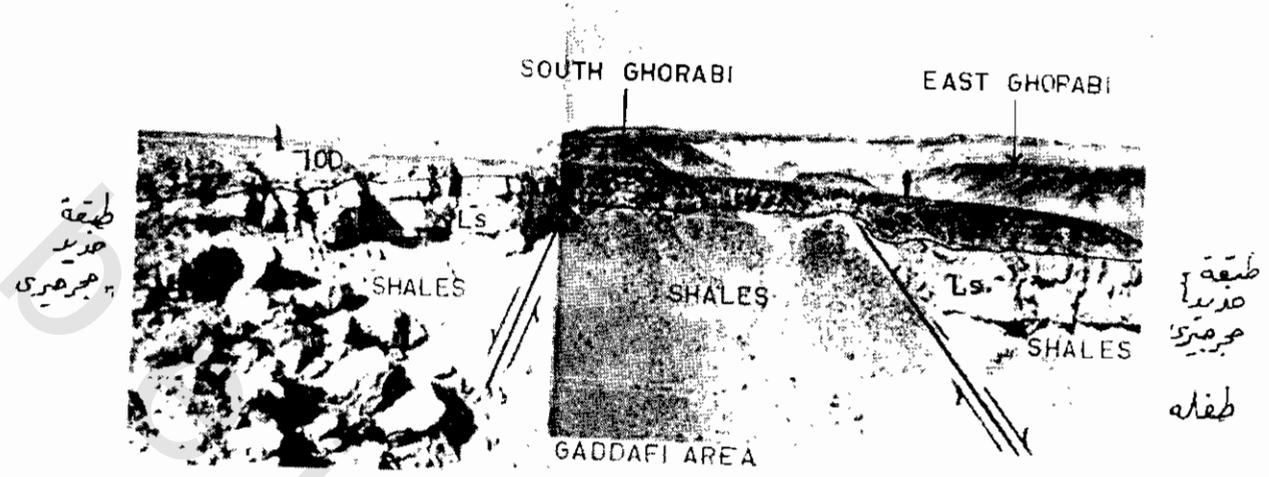
الشمالي الشرقى. سمك القطاع بمنطقة الحرة ٧.٣ مترًا في موقع القطاع X3 (شكل - ١٧). في هذا القطاع، هذا التكوين يعلو - بعدم تطابق - الصخر الرملى الكلسى لتكوين الهفوف.

طبقة الحجر الجيري البنية الصلدة تمثل العضو الأسفل لتكوين الحيز، وهى تقابل العضو الأسفل (حجر جبرى) لوحدة لبول ويبدل 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 الجيري الحديدى - قليل السمك - ذو الحطاميات الإحيائية، واكتملت هيمنة البحر هذه فى السينومانى الأعلى بترسيب الطبقات الجيرية 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 الجيري للحيز على جانبي المرتفع «Horst» يعلوه طبقة حديدية 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 الجيري 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 كسحت 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 إسم 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' أظهرنا فاصلاً زمنياً كبيراً من التعرية بين تكوين الحيز وتكوين الهفوف فوqe. 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 كسحتها 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 مثلما 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 الجيرى 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

قمة القطاع؛ خام حديد - عضو حديد الجديدة الإيوسيني

السمك - متر

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

القاع غير مكشوف

من القطاع المثالى عاليه، أمكن تقسيم تكوين

الهفوف في منطقة الحره إلى عضوين:

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

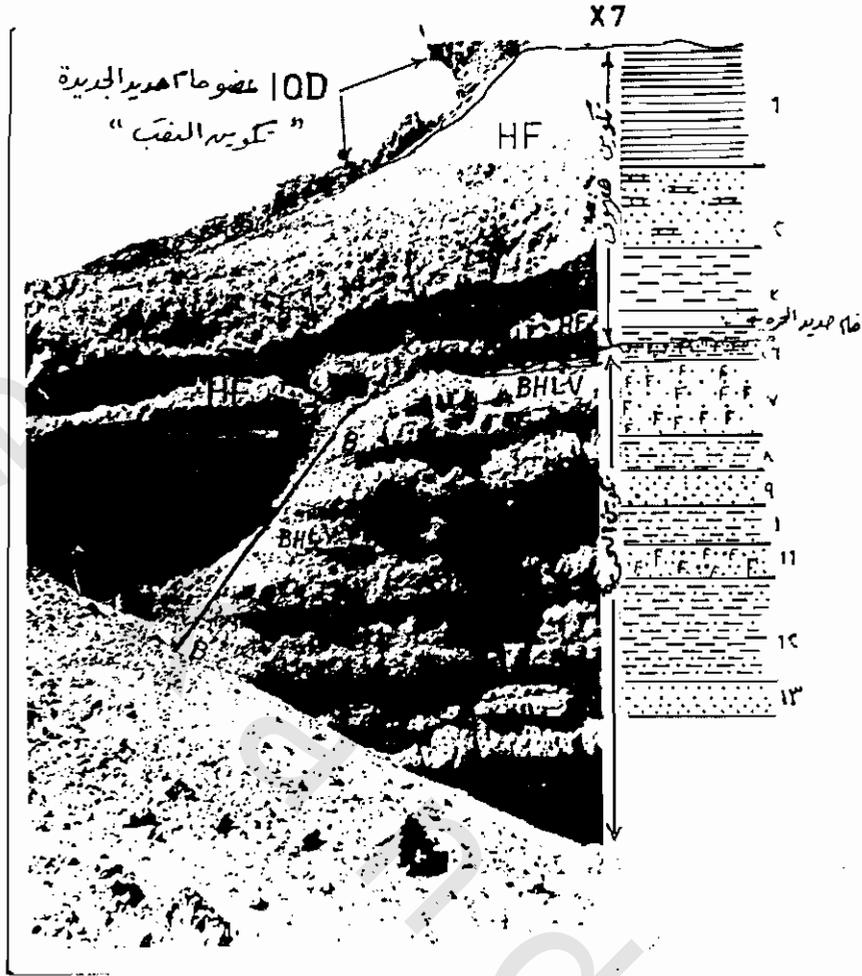
الهفوف بمنطقة الحره بوجود الصخر الرملى ذى اللون الأصفر البرتقالى الباهت، متقاطع الطبقات، يتخلله طبقات متعددة الألوان من الرمل والطينة الرملية. أكبر سمك له - ١٠,٥ مترا. الصخر الرملى المرقش والطينة الرملية يمكن تتبعها لمسافة ٥٠٠ مترا بين الفالقين BB' CC' - طبقة الطين الرملية العليا تعلقو تكوين البحرية جنوبا (الموقع X7). كما تعلقو تكوين الحيز في 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).

- العضو الأعلى: لتكوين الهفوف (طبقات ٣-

٨)؛ يتكون أساسًا من صخر رملى 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 الحديد^(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)^(٢) من خام الحديد، رملية باتجاه الشمال (سمك ٤٠ سم - ٢١٥ سم)؛ وطبقة عليا (أو حيد علوى) من صخر رملى جبرى (رقم ٥)، بتداخلات من الطين. سمك تداخلات الطين يتراوح من ٦٠ سم إلى ٩٥ سم:

(١) الحديد هو ما نتأ أو برز من الجبل.

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



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

تكوين الهفوف: ١- طفلة متعددة الألوان، ٢- صخر رملى جبرى مكونا حيد، ٣- طين مخضر اللون، ٤- جوتيت 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 متر 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 السينومانى، وبعض الباحثين وضعوها كسينومانى أعلى (بلانكنهورن ١٩٢١). وجود *Pachydiscus peramplus* في العضو السفلى لهذا التكوين، والوضع الاستراتيجرافى لهذه الرسوبيات جعل معظم الباحثين للاعتقاد على أنها تنتمى إلى تورونيان مع إمكانية

- الحديد الأعلى يتكون من صخر رملى جبرى أصفر برتقالى 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 يحتوى على جيوب أكسيد الحديد المنجيزى السوداء. يظهر مكشف هذا الحديد لمسافة ٨٠٠ مترًا من المنطقة جنوب الموقع X3 إلى المنطقة جنوب الموقع X7، حيث تتغير تدريجياً صخور الرمل الجبرى إلى رمل طينى، ثم طبقات طين رملى. سقوط الحفريات بهذا الحديد يضيف جزئياً إلى المظهر التجويفى لهذا الحديد، القالب الخارجى للحفريات لم يحفظ، ولكن القالب الداخلى محفوظ جيداً، والسدى أزيل تاركًا تجويفات. نوع واحد من الحفريات تم جمعه هو *Picnodonta vesicularis* Lamark والتي تنتمى لعصر الكامبنيان.

- الحديد الأسفل: عبارة عن طبقة من الصخر الرملى 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 وبيدتل 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 من *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 'AA' و 'BB' و 'CC'، غمرته مياه بحر الكامبينيان ورسبت فيه تكوين الهفوف، حيث امتدت ترسيبات هذا البحر على جانبى الأخدود شمالاً وجنوباً. هناك احتمال استمرار بحر الكامبينيان إلى المسترخيتان، 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 المسترخيتان لم يكن غمره للأرض بالقدر الكافى لترسيب تكوين الخومان شمالاً مثلها هو في الجنوب لاستمرار ارتفاع الأرض في الشمال الشرقى للبحرية. وهذا ينضح من وجود رسوبيات الهفوف وأحيز كبقايا على حوائب الفوالق كما في حائط الهضبة الغربى لمنطقة الحرة وكذلك وجود

الحجر الجيرى لتكوين الحيز في هضبة الجدافى شرق جبل غرابى. ونظراً لكون محذب الحرة ومحدب 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 الجديدة»، واحتمال وجود طبقات الحديد في 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 في 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 في شمال الواحات البحرية، كما يحيط بمنخفض البحرية. يظهر مكشفه مكونا الجزء العلوى من الحائط الشمالى لمنخفض البحرية، شديد الانحدار. وكذلك في قمم الجبال المعزولة في المنخفض مثل جبل الدست، جبل المغرفة، جبل الهفوف.

يعلو تكوين النقب - بعدم تطابق زاوى - تكوين البحرية السينوماني في شمال وشرق الواحة، بينما نجده يعلو - بعدم تطابق أيضاً - تكوينى الهفوف والحيز في 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 المنطقه الشرقيه بمنطقة الدرد



١ - العضو الأسفل
لتكوين البحرية بميل
٣٨ شمال شرق
نتيجة تأثير الفالق AA

تكوين البحرية
(العضو المرقتل الأسفل)



٢ - تكبير لنتوء الهضبة البارز في
الصورة العليا توضح عضو خام حديد
الحره وطبقة الطين العليا أسفل عضو
خام حديد الحديده وعدم 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 الجديدة ومنطقة الحره، وتمتد جنوبًا حتى درب الروبي، حيث توجد هذه التلال قريبة من بعضها البعض تعطى طبيعة جيومورفولوجية مميزة - «كالمناهة».

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 الجديدة 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 (أرجيلي)، 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 الكالسيت 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 ، ذو زوايا ، 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
		٠,١٥	٣
« كونجلوميرات » حصى حجر جيرى كما فى الطبقة ٣- بالقطاع فوق.			
حجر جيرى صلصالى به حلقات الوان مقطوع نصفها الأعلى بواسطة الطبقة ٣- .		٠,٣٠	٢c
حجر جيرى صلد مكونا حيد «ledge»		٠,٢٠	٢c
« كونجلوميرات » حصى الحجر الجيرى فى ملء حجر رملى ترابية اللون .		٠,١٦	٢c
تكوين البحرية.			١

*جنوب شرق ٩X بحوالى ٤٠ مترا. انظر الصورة - ١٣



صورة ١٢ - منطقة العرة - طبقة كرتون ميرات حديدية عند قاع
الحجر الجيري التكوين النقب، تظهر فيها الحصىات
الحديدية السوداء في مادة الطين، متموجة.

البحرية - كما في وادى النيل - اشتمل القطاع على هذه الحفريات المستطيلة من الألفيولينا 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 غرابى، ودرج على منوالهم المؤلف (١٩٧٠، ١٩٧٨) فأعطى العمر إيوسين أوسط لنفس التكوين بمنطقة الحرة وشمال شرق الواحات البحرية؛ رغم أن بول ويبدنل (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 بوادى 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 المعرفة من قطاع تكوين النقب، يمكن القول بأن هذا التكوين يتسمى للإيوسين الأسفل - بييزيان 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 المعرفة في هذا التكوين: فمعظم أنواع الحفريات المعرفة تنتمى 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 الجيرى الطينى، ثم سيليسى في الطبقات العليا مع كرات من الحجر الجيرى 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 لخام الجديدة مثل *Gisortia depressa*.

عملية ترسيب السيليكات 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 الجيرى (والتي تكون الكرات الكبيرة والصغيرة (Kernels) وكذلك وجود عدسات السيليكات في المواد الجيرية.

لقد تلاحظ أن الطبقات الحاملة *Operculina discoidea* تكون طفلية في اتجاه الشمال (جبل غرابى)، 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.

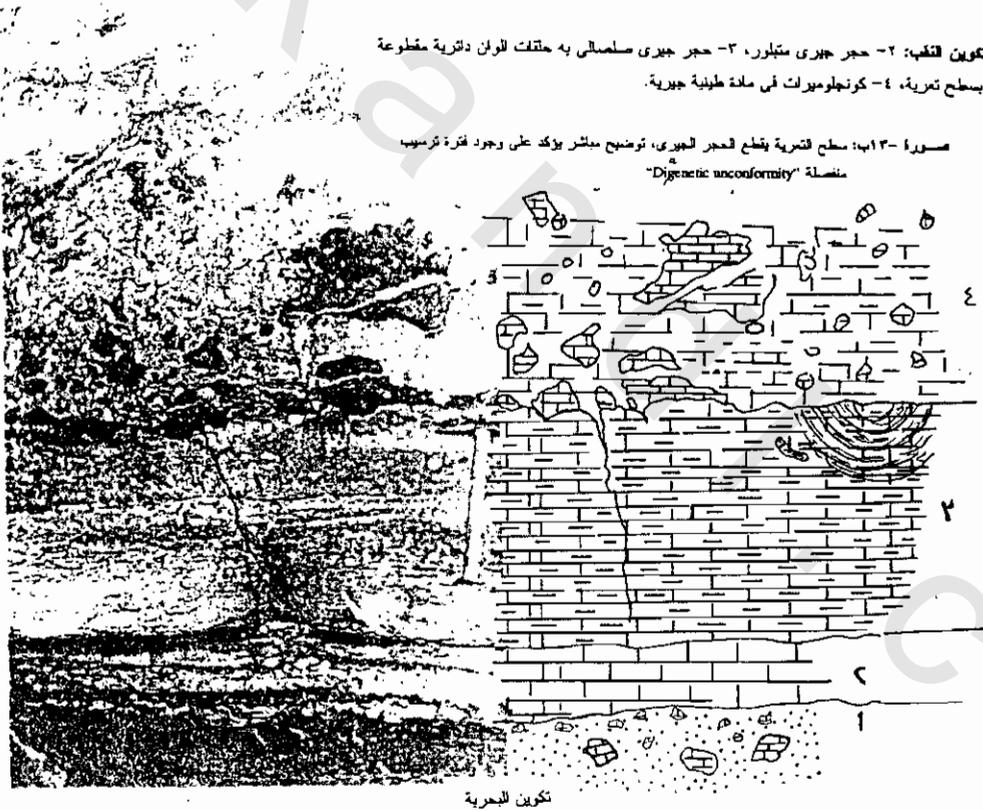


صورة-١٣: سطح قترية يقطع حافات الأكون في الحجر الصلصالي بالطبقات السفلى لتكوين النقب.

تكوين البحرية: ١- كونجولوميرات؛ حصوات حجر جيري في صخور الرمال البنية الترابية.

تكوين النقب: ٢- حجر جيري متبلور، ٣- حجر جيري صلصالي به حثقات لوان دائرية مقطوعة بسطح قترية، ٤- كونجولوميرات في ملاء طينية جيرية.

صورة-١٣: سطح قترية يقطع الحجر الجيري، توضيح مباشر يؤكد على وجود فترة ترسيب منفصلة "Digenetic unconformity".



تكوين البحرية

يعلو تكوين قطراني - بعدم تطابق - خام الحديد للإيوسين الأسفل في منطقتي الحرة 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 الجيرى.

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 المتشابهة 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 التى 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 وييدنل (١٩٠٣) والتي تقع إلى شمال - شمال شرق منطقة الجديدة بحوالى ٦ - ٨ كيلو متر. بول وييدنل (١٩٠٣ - ص ١٨) أشارا إلى وجود عدد من التلال المخروطية السوداء، والتي تقع على بعد ١ - ٢ كم إلى جنوب درب المسعودى. بول وييدنل 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 نجده 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 كونجلوميريتى محتوى 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 الترسيب 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 كونجلوميرات 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 الكونجلوميرات 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 قطرانى فى وسط منطقة الحره خلال الوادى شرق - غرب .



صورة - ١١ ب : تكبير لجزء من تكوين قطرانى يوضح اعاده ترسيب الحجر الجيرى وحصوات الحديد فى الطين . حصوات الحديد (السوداء) قد تشقت وامتلكت 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 22° ٢٨' وخط طول ٥5° ٢٩' 30". 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.

بيدلى (١٩٠٥) وضع على شكل - ٦، نهراً يبدأ من بحيرة احتلت موقع منخفض البحرية فى ما بعد الإيوسين (شكل - ١٩)، ممتدا نحو الشمال الشرقى إلى شمال الفيوم، حيث توجد دلالتا ترسبت فيها حفريات من العظام والأشجار. لقد ربط بيدلى 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، لبيدلى (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 فاضل 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 بيدلى (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 ليومنا هذا.



شكل ١٩: المجري المرجح للنهر الرئيسي في زمن الأيوسين الأعلى والأوليغوسين

"بيدزل - ١٩٠٥، شكل - ٦"

Probable Course of chief river of Upper Eocene and Oligocene times

تميل 2° نحو الشمال الغربي، مما نتج عنه محذب بسيط ولكنه غير متماثل «asymmetric fold» في صخور الإيوسين مكونا محور الطي التقريبي، الذي 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 الرملي الأوسط لتكوين البحرية بإزاحة 30 سم باتجاه شمال 60° غرب (صورة - ١٦). تأثير هذه الفوالق الصغيرة ينتهي خلال السمك الكبير لقطاع الصخور الرملية. لقد كان لاكتشاف المؤلف (١٩٧٠) للفوالق 'BB' و 'CC' أهمية علمية، فقد حفظت رسوبيات عصر الكامبنيان بينهما مما دَلَّ على غمر بحر الكامبنيان لشمال شرق البحرية.

الفالق 'AA' (صورة - ١٥، شكل - ١٧)

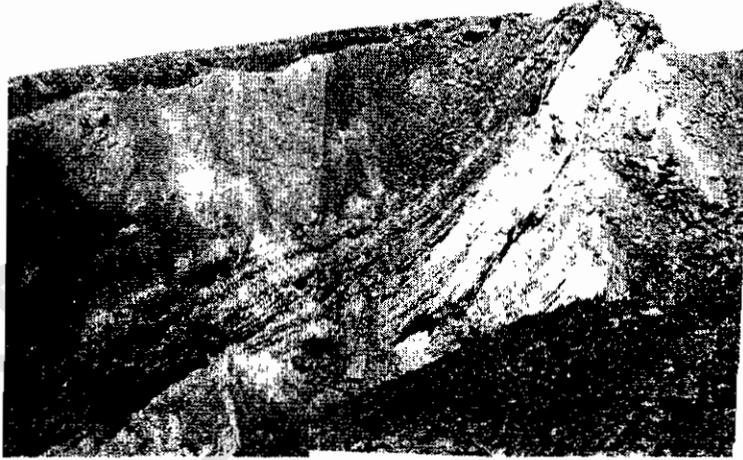
هذا الفالق يجرى في الخور الغربي ويقطع الخور الشرقي، فاصلاً عضو الحجر الرملي الأسفل لتكوين البحرية إلى الجنوب الشرقي من العضو المرقش الأسفل لتكوين البحرية إلى مرماه في الشمال الغربي. اتجاه هذا الفالق 'AA' شمال شرق - جنوب غرب. تأثير هذا الفالق في منطقة الحرة يظهر في الخورين الغربي والشرقي حيث تميل طبقات العضو المرقش الأسفل بحده بزوايا 30° إلى 70° شمال غرب، حوافها مشطوفة بطبقات الحديد للعصر الإيوسين الأفقية تقريباً ظاهرياً.

هذا المحذب يرجع تكوينه إلى حركة لاراميد التكتونية «Laramide high»، والتي بدأت في عصر الطباشير الأعلى وظهر تأثيرها على صخور السينومانى.

مقعر الحرة El Harra Syncline

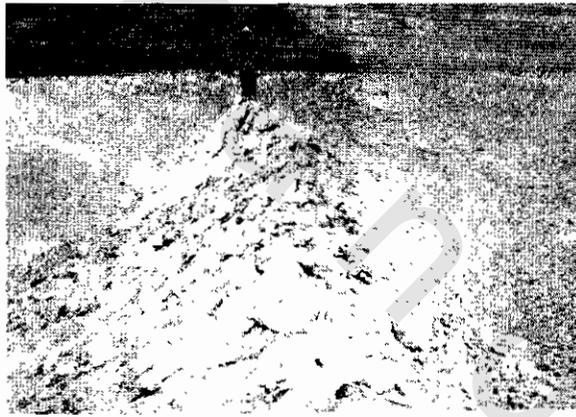
هذا المقعر يشغل المساحة المنخفضة طبوغرافيا في منطقة الحرة (شكل - ١٧)، محوره يأخذ الاتجاه شمال شرق - جنوب غرب، يتقاطع عند حافة الهضبة الغربية لمنطقة الحرة مع خط العرض 23° - 28° . لذلك يمكن اعتباره امتدادا - شمال شرق - لمحور بول وبيدندل (١٩٠٣) مارا بمقعر المهفوف عبر منخفض البحري. طول هذا المقعر 3 كيلو مترات وعرضه 1.5 كيلو مترًا وبغاطس نحو الجنوب الغربي. 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 5° تجاه محور هذا التركيب المقعر بينما طبقات تكوين البحرية أسفل خام الحديد تميل 30° تجاه شمال غرب موضحا عدم تطابق زاوى «angular unconformity» (صورة - ١٥).

لقد خضعت منطقة الحرة لفترتين من التشويه؛ الأولى - تسببت في تكوين الأخدود «graben» الذى تكون بين الفوالق وغمره بحر الكامبنيان حيث استقبل هذا الأخدود ترسيبات عصر الكامبنيان؛ 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 5° نحو المقعر، بينما



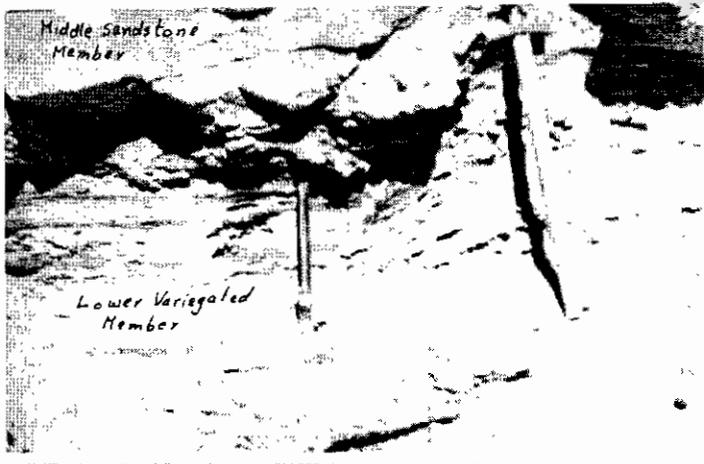
صورة 15

للحالق AA' توضع قوف
عضو الصخر الرمل الأسنل
في مقابلة العصب الرولى
الأسنل لتكوين البحرية
التي تبين بدرجة كبيرة
(30-70)



صورة - P15

استناد الحالق AA' جنوب غرب
جبل الحرة في سفوح البحرية بدرجة
ميل 60-70 نحو الشمال الغربى.



صورة - 15

قالق صفيير ذو مرمى 30 م
في قاع عضو الحجر الرىلى
الأوسط.

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 - تكوينى الحيز والبحرية. يمتد هذا الأخدود شمال شرق - جنوب غرب مثل ما هو عليه مقعر الهفوف، على امتداد محور الطى الذى وقعه أولا بول وييدنل (١٩٠٣) عبر منخفض البحرية.

لقد امتلأ هذا المنخفض الأخدودى بالطبقات السفلى من رسوبيات بحر الكامبينيان - والتى لم تمتد على أى من جانبي الأخدود - بينما الطبقات العليا من رسوبيات بحر الكامبينيان قد امتدت - بدون أن تعوقها الفوالق - على جانبي الأخدود الذى غمرته مياه بحر الكامبينيان، (صورة - ١٠).

لذلك تجدر الإشارة هنا إلى أن سمك طبقات الكامبينيان فى وسط المنخفض الأخدودى أكبر منها عما هو عليه سمكها على كلا الجانبين.

إنه بسبب وجود هذا المنخفض الأخدودى المملوء بصخور الكامبينيان، مما دعا المؤلف (١٩٧٠) للاعتقاد بأن بحر الكامبينيان قد غمر مرتفع البحرية فى منطقة الشمال الشرقى، بينما الجيولوجيون السابقون أشاروا إلى غيابه فى هذه المنطقة.

رسوبيات الإيوسين الأسفل تُظهر نفس المنخفض التركيبى ذات الاتجاه شمال شرق - جنوب غرب، والمثلة هنا بجزئه المكافئ عضو حديد الجديدة فى منطقة الحره. هذا الالتواء المقعر قد يعزى وجوده إلى تجديد الحركة التكتونية فى زمن ما بعد الإيوسين، أساساً على امتداد الخطوط القديمة للإلتواء. من وجهة النظر الأخرى، فإن تجديد النشاط التكتونى فى ما بعد الإيوسين لم يُظهر أية إزاحة لكل من: طبقات النقب ومكافؤه خام الحديد فى مقعر الحره، برغم توائها وكذلك طبقات النقب بالتراكيب الصغيرة على امتداد المحور التقريبى للطى شمال الحره؛ حيث نجد ميل طبقات النقب للإيوسين الأسفل على امتداد محور الطى

الجنوبى، وهو ما ليس كذلك حيث إن الحجر الجيرى الجنوبى لتكوين النقب يدور إلى الغرب والشرق، وينهى الوادى الجنوبى بدون أية إزاحة. ويبدو أن الحركة التكتونية التى حدثت فى ما بعد السينومانى نتج عنها طى وصدع محدب الجديدة قبل أن يغمر بحر الإيوسين الأسفل الأرض الجافة غير المستوية. ومعنى ذلك أن الوادى الجنوبى بالجديدة قد يكون على امتداد مستوى فالق قديم. نفس الظاهرة تم إدراك صورة لها تماماً فى شمال منطقة الحره (على امتداد محور الطى) حيث تتكشف صخور الرمل إلى حد ما بعمق ضحل ومساحة صغيرة رغم ذلك لا توجد إزاحة لطبقات النقب.

من المناقشة عالية يمكننا الاعتقاد بأن الفالقين 'CC و'BB كصدى للفالق 'AA، والذى يمكن أن يأخذ نفس العمر مثل هذين الفالقين. ومعنى ذلك أنه كانت هناك حركة تكتونية حدثت فى ما بعد السينومانى، والتى نتج عنها طى وصدع طبقات السينومانى بالهضبة الشمالية الشرقية للوحدات البحرية. هذه الحركة التكتونية لم تؤثر على طبقات الكامبينيان (تكوين الهفوف). وبناء عليه يمكن أن تنتمى هذه الفوالق إلى العمر ما بعد السينومانى إلى ما قبل الكامبينيان. نتيجة لذلك، تكونت تراكيب منخفضة ومرتفعة «block faulted» فوق هضبة صخور السينومانى الأعلى بمنطقتى الحره والجديدة.

أخدود ما قبل الكامبينيان « Pre-Companion Graben

إن وجود منخفض ما قبل الكامبينيان فوق صخور السينومانى بمنطقة الحره قد أشير إليه عليه. لقد غمر بحر الكامبينيان الهضبة الشمالية الشرقية للبحرية حيث رسب رسوبيات تكوين الهفوف فى منخفض أخدودى 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 أعطاهما 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 مكشفيها 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 الحرة تعتبر الامتداد الطبيعي للحديد الأسفل بالعضو الأعلى لتكوين الهفوف (انظر تحت تكوين الهفوف).

غير متماثلة، نجده أكثر ميلًا باتجاه مقعر الحرة 5° جنوب شرق، بينما تميل نفس طبقات النقب 2° 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 التابع 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 السجولوجى بالموقع X6 يصف العضو
الاعلى لتكوين المفهوف، وهو يعتبر القطاع المثالى لعضو
خام حديد الحره، كما يلى: (شكل - ٢٠).

قمة القطاع: كونجلوميرات 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- هيماتيت؛ صلد، أصفر على السطح الخارجى وخلال الشقوق، أسود على
٢.٩٠ السطوح 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 المفهوف 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 للفاصل 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 جبس عند جزئها الأعلى

السكك بالمتر

- ٢- جوتيت؛ صلد، بنى، رملى قليلاً، مكوناً جرفاً بارزاً أو حيداً ٠,٣٥
- ١- طين؛ خضراء إلى مخضرة، ليست رملية كالطين أسفلها وتستمر شمالاً مع الطين لتكوين الهفوف في جانب المرمى السفلى للفاثق BB' (شكل - ٢١) ٠,٥٥
- عدم تطابق زاوى anguler unconf.
- طينة رملية، مبيضة، العضو المرقش الأسفل لتكوين البحرية.

سمك طبقة الطفلة أسفل طبقة خام الحديد العليا في القطاع المثالى $X_6 = 9$ متراً على جانب المرمى السفلى للفاثق BB'، نجدها نحو الجنوب على جانب المرمى العلوى للفاثق نفسه في المواقع: $X_7 = 8$ أمتار، $X_{11} = 4, 40$ متراً، $X_{12} = 1, 60$ متراً، وذلك نتيجة لعوامل التعرية الشديدة، التى تعرضت لها المنطقة في ما قبل عصر الإيوسين.

جنوباً شمال جبل الحره - في أعالي الخور الغربى - خام حديد عضو الجديدة يعلو تكاوين الهفوف والبحرية بعدم تطابق زاوى . عند الموقع X_{14} ، تكوين الهفوف رفيع السمك ممثلاً بعضو خام حديد الحره، كما في القطاع X_{14} ، 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 متراً بالموقع X_6 إلى ١٠, ٥٥ متراً بالموقع X_7 على التوالى. ففى الشكل - ٢٢، نلاحظ اختفاء طبقة الكونجلوميرات جنوباً، والتى تفصل عضو خام حديد الحره من عضو خام حديد الجديدة، وكذلك اختفاء أو تعرية طبقة الطفلة وطبقة الحديد العليا لعضو جديد الحره، وجزء من الطفلة أسفلها جنوباً. فمن حيث كان

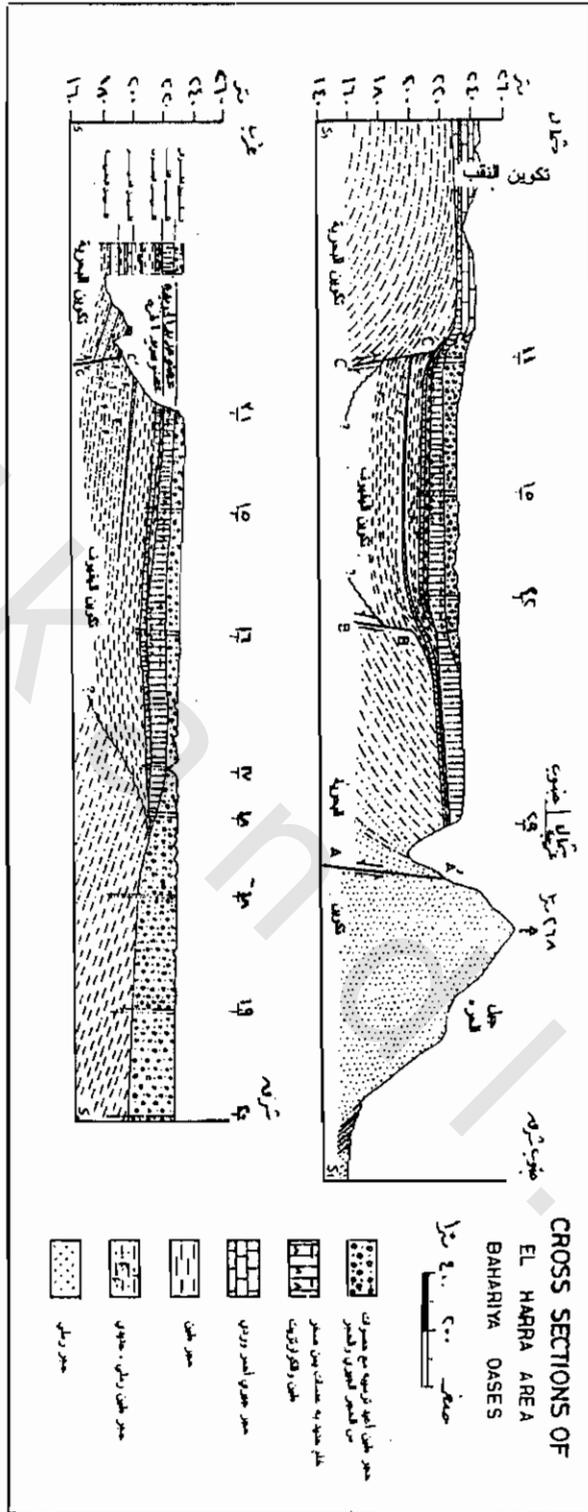
السكك بالمتر

- عضو خام حديد الحديد الإيوسينى.
- ٣- طين؛ رملى مبيض عند القاع، أصفر في جزئه الأعلى عند سطح التلامس مع خام حديد عضو الجديدة ٠,٢٥
- ٢- هيماتيت؛ أسود، أحمر غامق. يعتبر الامتداد الطبيعى لخام الجوتيت في القطاع السابق X_7 ٠,٨٥
- ١- طين؛ رملى، مع أحزمة ألوان المغرة الحمراء ٠,٥٥
- 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 الجديدة		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 بالإرناوز ، متورق ، حوز متعددة الألوان في الجزء الأسفل و السطح الفاصل مع الحديد اسفله حاد واضح.		١,٤	٤,٠٠			
خام الحديد ، جوتيت اساسا ، 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	تكا	
	G			حديد الحره	وين الح	ك
طفلة ، شبيهة بالإرناوز ، متورق ، جامدة عند السطوح الحديثة (الجديدة) ، نو احزمة الوان متعددة.		٩,٠٠			ديد	ان
حجر رملي كلسي ، اصفر ، خفيف وزنا ، يحتوي على حفريات <i>Picnodonta vesicularis lam</i> الجزء العلوي به فجوات ، اصفر. الجزء السفلي مصمت يحتوي على جيوب حديد اسود.		٢,٠٠	١٥,٩			
حجر طين ، مخضر ، مصفر .		٠,٦٢	١٧,٩			
خام حديد جوتيتي ، رملي ، بني ذو شظايا وكسر.	G	٠,٤٠	١٨,٥٢			
			١٨,٩٢			



شكل - ٢١ : تقاطعات جيولوجية في منطقة الحرة ، الواحات البحرية - السيموني ١٩٧٠

(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 الحره تقل في السمك، وتصير هيماتيتية عند الموقع X3، كما يلي:

السمك بالمتر

٠.٨٠	.....	التلامس العلوى لتكوين المفهوف
١.٨٠	.....	٢- خام حديد؛ أساساً هيماتيت، سهلة التفتيت، أسود، خام منجنيزى
		عدم تطابق
		١- طين؛ رملي، تكوين الحيز.

عند الموقع X12، قطاع عضو خام حديد الحره يتمثل فيما يلي:

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
		تكوين البحرية - العضو المرقش الأسفل.

هذا التابع المشار إليه عاليه أمكن ملاحظته في أعلى قمة الخور الشرقي (شكل - ١٧)، ولكن سطح التلامس مع تكوين البحرية غير مكشوف، حيث تغطيه ترسيبات وديانية، تابع هذا العضو في الخور الشرقي يتكون من خام الهيماتيت (سمك ٢.١٠ متراً) وطبقة طين (سمك ١.٣٥ متراً) ممثلاً عضو خام حديد الحره، صورة - ١١. طبقات المفهوف هنا تميل بحددة تجاه شمال غرب، شمال، شمال شرق مكوناً تركيباً على هيئة سرج

قمة القطاع

- عضو خام حديد الجديدة
٣- طين؛ أخضر مع أحزمة صفراء مع المغرة الرفيعة عند سطح التلامس العلوى لتكوين المفهوف
٢- خام حديد؛ أساساً هيماتيت، سهلة التفتيت، أسود، خام منجنيزى
عدم تطابق
١- طين؛ رملي، تكوين الحيز.
طبقة خام الجوتيت الرملية عند قاع القطاع المثالى (شكل - ٢٠) تستمر جنوباً على امتداد الحافة الغربية كخام جوتيت متغير السمك (٠.٢٥ - ٢.١٥ متراً).

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
(صورة - ١٧ أ، ب). سطح التلامس الأسفل واضح
٢- خام حديد؛ جوتيت أساساً، صلد، أسود إلى بني داكن
١- طين؛ أخضر مع ترسيبات حديدية حمراء خلال الشقوق تنحصر في الجزء الأسفل
عدم تطابق
تكوين البحرية - العضو المرقش الأسفل.

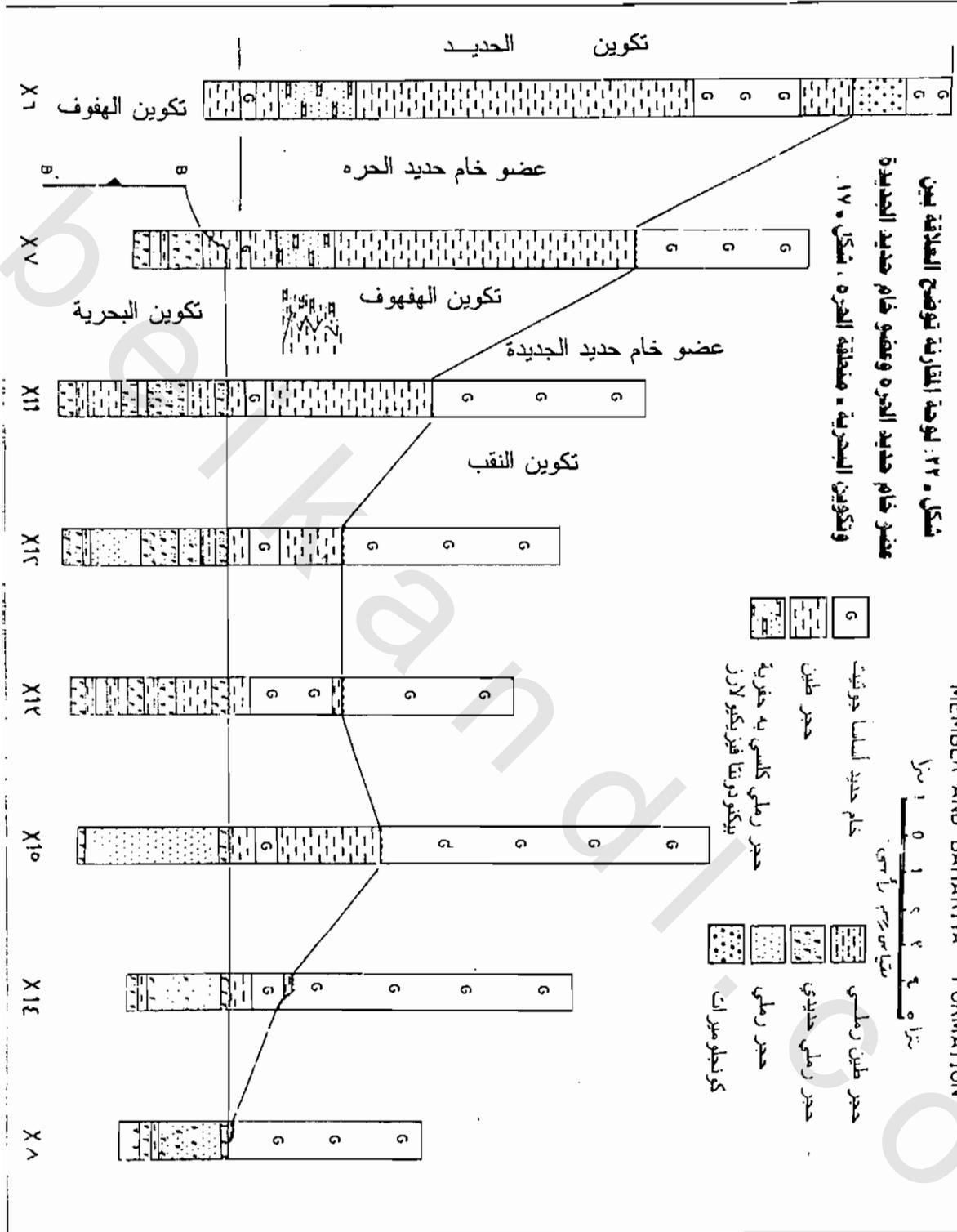


PLATE 22 - CORRELATION CHART SHOWING THE RELATION BETWEEN
ELHARRA IRON ORE MEMBER, ELGEDIDA IRON ORE
MEMBER AND BAHARIYA FORMATION

الجوتيتى يزداد سمكا بينما طبقة الطين فوقه كسحتت
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

٠.٢٥	.....	أحزمة المغرة فى الوسط كما فى X12
٢.١٥	.....	٢- خام حديد؛ جوتيتى أساسا، أسود، منجنيزى
٠.٦٠	.....	١- طين؛ أصفر، أصفر مخضر

عدم تطابق

تكوين البحرية - العضو المرقش الأسفل

طبقة الخام العليا تتكون من خام الهياتيت 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 المثلثى (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 المثلثى X5، تجاه
الفالقين 'AA' و 'BB' هذا الخام الجوتيتى الرملى الأسفل
يزداد سمكا (٠.٤٠ - ٢.١٥ مترا) وكذلك تزداد نسبة
الحديد (٤٢.٠٪).

كسحت 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 وبيدندل (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 حفرية، 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 - ييريزيان.

القطاع المثالى لعضو خام حديد الجديدة بمنطقة الحرة (شكل - ٢٣) تم قياسه في اتجاه شمال الحافة الغربية بالموقع X3 (شكل - ١٧)، كما يلي:

بدون كونجلميرات 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 فوّه؛ بمعنى أن مكشف خام الحديد بعضو الحرة يقع أسفل خام حديد عضو الجديدة الإيوسينى، مع طبقة الطين بينهما، وعدم وجود كونجلميرات 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 الهفوف، والتي زادت نسبة الحديد فيها نتيجة عملية الإحلال في فترة لاحقة «by hydrothermal replacement in Cater stage».

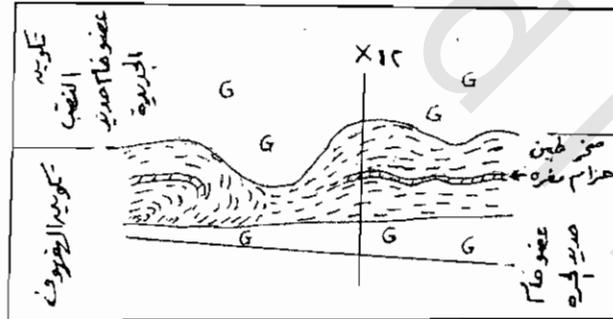
عضو خام حديد الجديدة

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
"إسفينى 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
Velates schmiedeli, Natica Longa Bellardi, Cerithium sp., Nummulites spp. ٢,٠٠
- 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 فى الجزء الأعلى، بني إلى بني محمر خام
مغرة مع قليل من جيوب صفراء فى الجزء الأوسط
فى الجزء الأسفل يصير الخام بني مسود إلى بني، منجنيزى، سهل التفتت ٩,٠٠
- عدم تطابق زاوى angular unconformity
٢- طين؛ خضراء فى 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 فى 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).

فى الشمال يوجد خام حديد هذا العضو متداخلا
بين صخور الحجر الجيرى بقاع تكوين النقب عند الموقع
X2 و X9 .

وفىها يلى تتابع الطبقات عند الموقع X2:

فى اتجاه الجنوب (شكل - ٢٠ و ٢١)، يمكن التمييز
بين عضو خام حديد الجديدة من عضو خام حديد الحرة
فى الطبيعة بكل وضوح، وتتبعًا جنوب الفائق BB'
حيث يصل سمك طبقة الطين ٨ أمتار (X7 - شكل -
١٧) بين عضوى الجديدة والحرة، نجدتها تقل فى
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

السكك بالمتر

قمة القطاع : سطح التعرية

- ٥- حجر جيرى كالسيتيك إلى حجر جيرى متبلور، أصفر باهت إلى مبيض
توجد جيوب كبيرة من الكالسيت كأسنان الكلب «dog-teeth calcite» ١.٦٠+
- ٤- خام حديد؛ النسبة الحديدية ليست مستقرة، ولكن عمومًا فهو خام ليمونيتي
أصفر مع عدسات جوتيت صلدة بنية اللون إلى سوداء،
سطح التعرية بنى اللون. كالسيتي ١.٦٠
- 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 الخمام 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 هى:

*Nummulites sp. Alviolina sp., Velates
schmiedeli, Natica longa Bellardi, Cerithium
sp., Nummulites atacicus (?)*

وهذه الحفريات هى 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 بسك
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 متراً، بينما سمك تكوين النقب المجاور وعلى نفس خط الطول ٩, ١٧ متراً. على الحواف تجد سمك هذا العضو يقل إلى المتوسط ٦, ٠ متراً، بالمقارنة مع سمك تكوين النقب على نفس خط العرض ٦, ٣٥ متراً.

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 جانبياً 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 الكامبينيان (تكوين الهفوف). إلى شمال الفالق 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 شمالاً 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 حانياً 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 تركيبياً، 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 المرمي السفلي للفالقين CC و BB، حيث تصل نسبة المنجنيز ٢ - ١٢٪، في حين عند المناطق

(١) الأوليت - بطروخي يتكون من حبيبات كروية (بيض السمك مثلاً).
البيزوليت - حبيبات كروية في حجم بذور البازلاء أو حبيبات الحمص

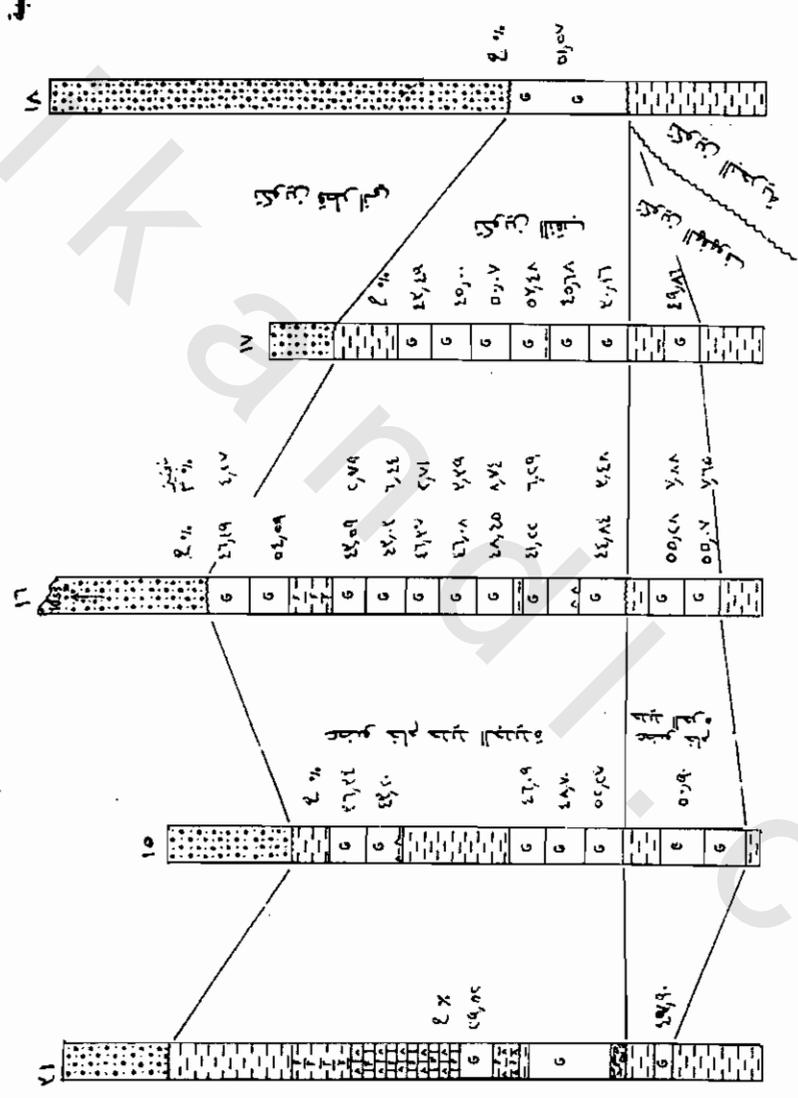
شكل - ٢٣ : القطاع المثالي لخام حديد عضو الجديدة
منطقة الحره - الموقع X ٣ ، الشكل - ١٧
البيسونى - ١٩٧٠

الوصف	القطاع	السمك الملى م	السمك الملى م	العضو	التكوين	العمر
كونجولوميرات حديدية، بها جيوب و عدسات من الكوارتزيت فى الجزء الأسفل. وهى عبارة عن رمال وحصوات من الحديد.		١,٣٥	١,٣٥		طرى	ريبيون
خام حديد، اساساً جوثيت، صلد، بني داكن إلى اسود.	G	١,٠٥	٢,٤٠	عضو خام حديد الجديدة	تكوين الحره	بيريزيان
حجر طين كلسى، يحتوى على كور من عقد حديدية	FI	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:		٢,٠٠				
<i>Velates schmiedeli</i> , <i>Natica longa</i> Bellardi , <i>Cerithium</i> sp., <i>Nummulites</i> sp.		٠,٩٠	٥,٨٥			
خام حديد، بني محمر، به طبقة رقيقة مفره صفراء سمك ١٠ سم عند القاع.	H	٠,٩٠	٦,٧٥			
حجر طينى مصفر ولكنه 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 احزمه رقيقة من المفره الصفراء عند التلامس الأعلى.		٠,٦٠	١٦,١٥	عضو خام حديد الحره	تكوين الحره	كامبيديان
خام حديد، سهل التفطت ، اسود ، خام عالى المنجنيز .	H	١,٨٠	١٦,٧٥			
حجر طين، أخضر .			١٨,٥٥			

شكل - ٢٤: لوحة مقارنة توضح التفصيل في نسبة الحديد علي امتداد القطاع شرق - غرب منطقة العره ، شكل - ١٧

٢٠ ١٩ ١٨ ١٧ ١٦ ١٥ ١٤
شاسالاسم الأساس

- حجر طلاء ، حجر جيري معاد ترسيبه
- حجر طين
- حجر طين حديدي
- حجر طين حديدي مع عسك كوارتز
- خام جويتيت به عسك كوارتز ورواسب كتلية
- حجر رملي ، كوارتزي عند القاع
- كونجولوميرات
- حجر جيري سيليسي حديدي (كوارتزي)
- رقم الحفر 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

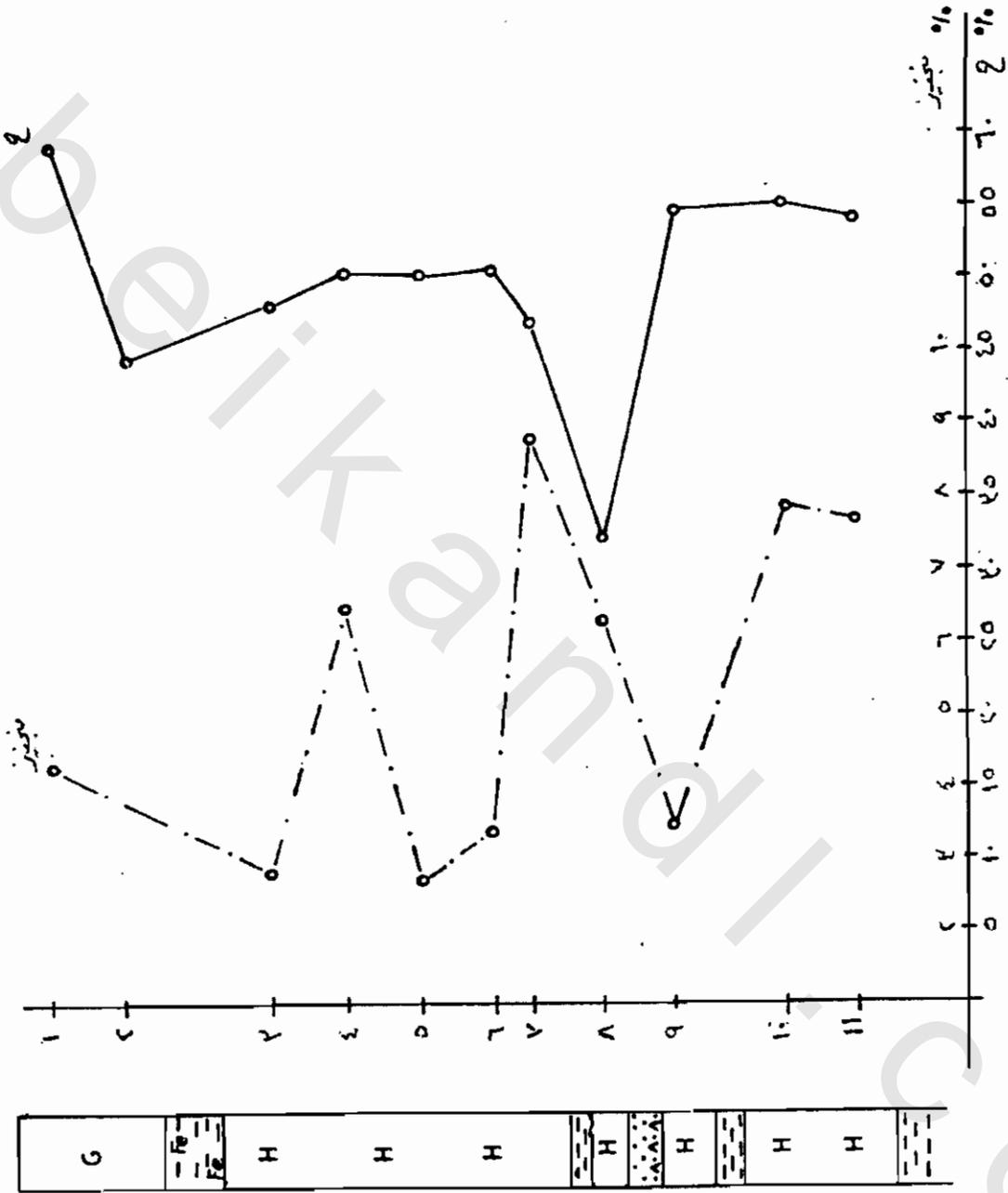
رقم الحفرة	H6	H16	H24	H27	H32	H37	H29
% ح	٣٠.١٦	٥١.٥٨	٥٣.٨٣	٤١.٣	٥٠.٢٧	٥٧.٥١	٤٠.٤٠
% م	٠.٨٩	٥.٦٢	٥.٦٢	٠.٧٣	٧.٦٦	٤.٤٥	-

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).

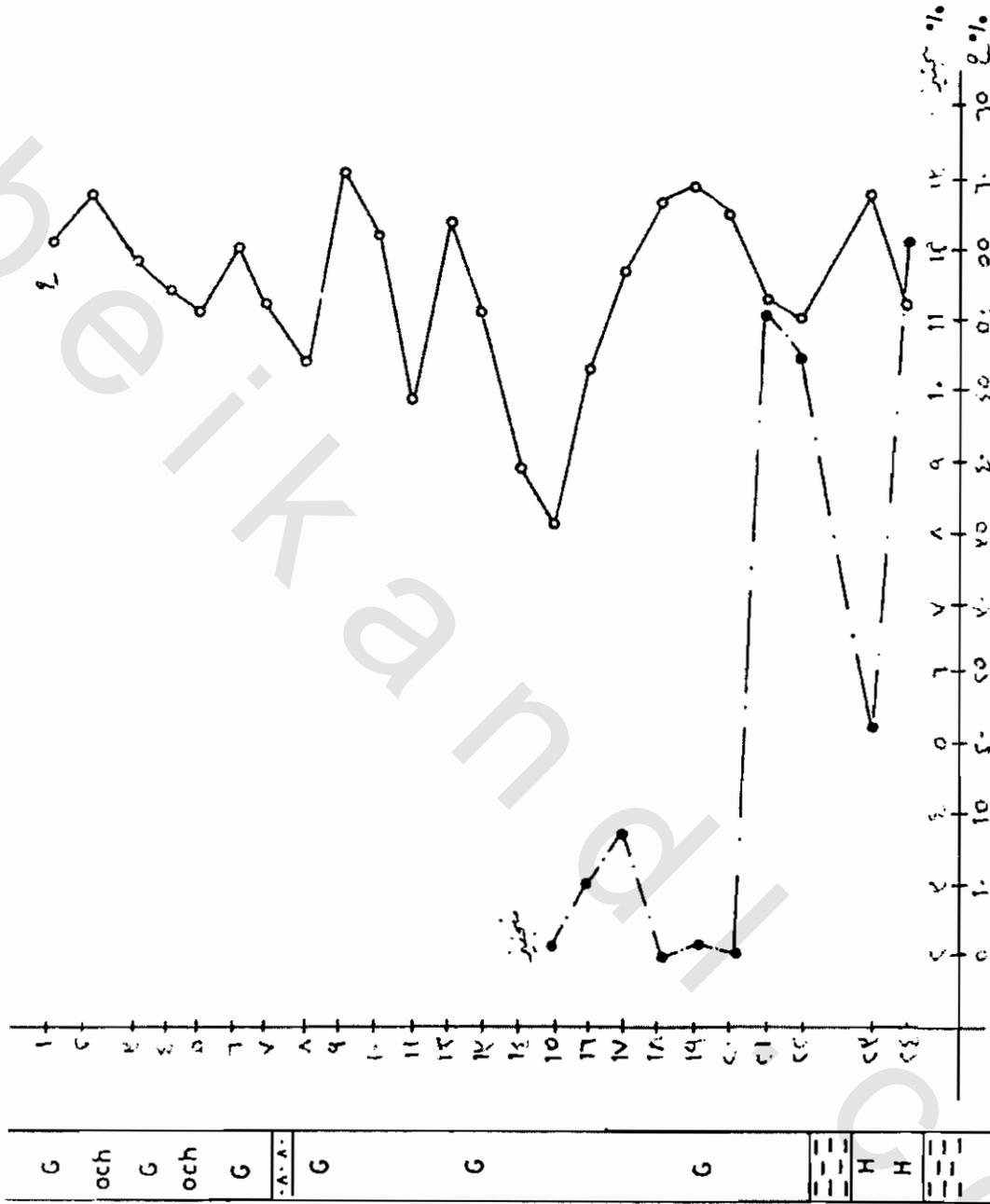
التغيير في نسبة الحديد على البروفيل شرق - غرب (شكل - ٢٤ و ٢٧) والذي يمتد في وسط منطقة الحره بين الفسالتين BB' و CC' بسيط، بحيث يقع بين ٥١.٥٨% ح و ٤٥.٣٢% ح (شكل - ٢٧). ومن ناحية أخرى، فإن التغيير في نسبة الحديد على البروفيل شمال - جنوب متغير جداً، حيث يتدرج إلى الحجر الجيري الحديدى ذى اللون القرنفل (أحمر وردى) على جانب المرمى الأعلى للفاق CC'.

الأشكال ٢٦-١ إلى ٤ - توضح الزيادة العامة في نسبة المنجنيز نحو قاع الحفر، ولكن التغيير في النسبة قد يكون متذبذباً جداً في جوار تداخلات الطين. من النظرة الأولى على الأشكال ٢٦-١ إلى ٤ -، قد نستنتج علاقة عكسية بين نسبة المنجنيز والحديد؛ أى إنه بينما تزداد نسبة المنجنيز فإن نسبة الحديد تقل، وهو ما قد لا يكون عدلاً. وهذا يبدو واضحاً في الشكل ٢٦-١ حيث تزداد نسبة المنجنيز والحديد على التوازي، وأيضاً 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 جلياً في الأشكال ٢٦-٢ و ٢٦-٤ (قاع الحفر H24 و H37 على التوالي).

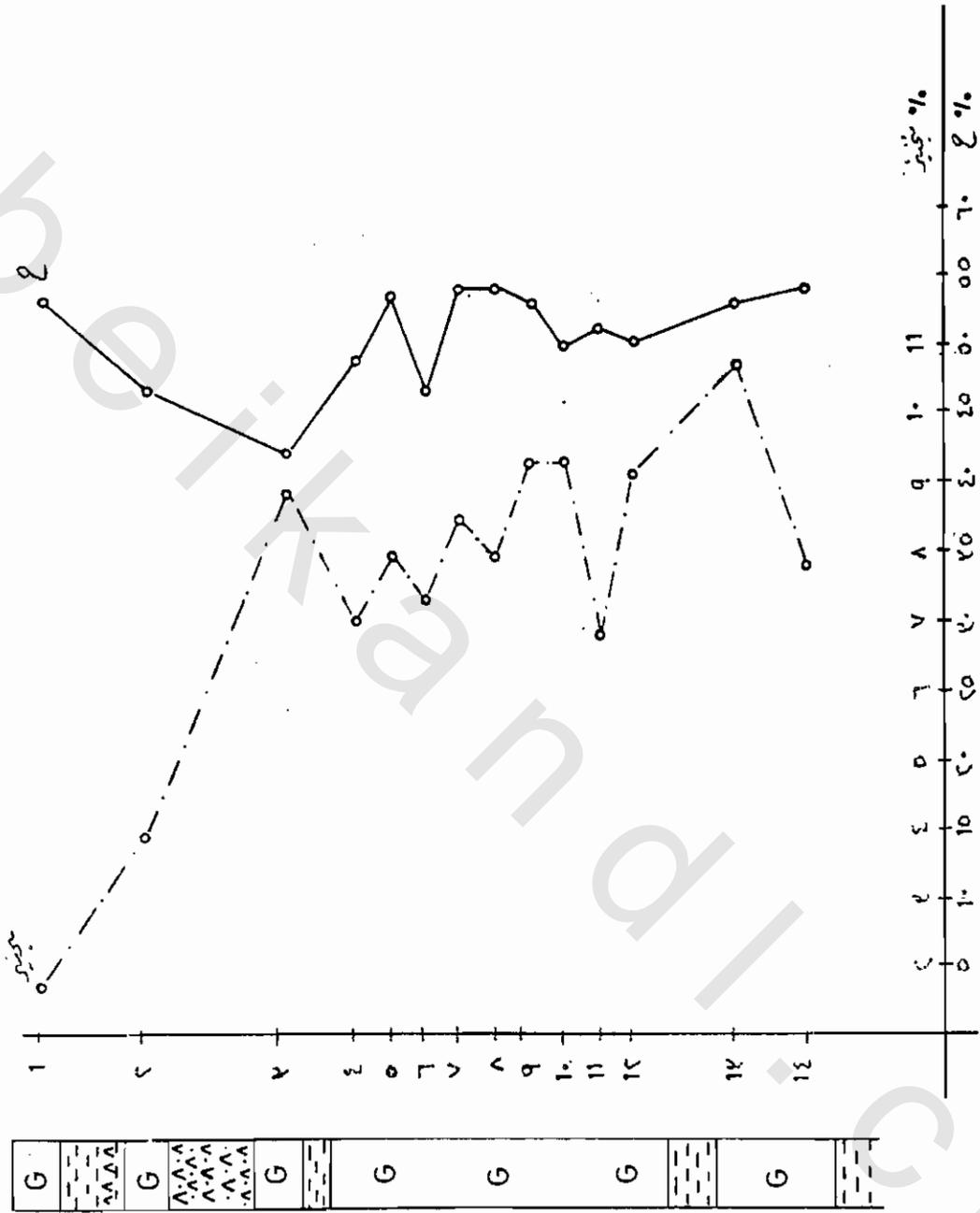
التغيير الجانبي والرأسى في نسبة الحديد قد يعزى لإثراء عناصر الحديد خلال عملية الإحلال. وعلى وجه العموم، فإن خامات الحديد من النوع الرسوبى كيميائياً توجد على هيئة صفائح وطبقات، وكل طبقة أو صفيحة لها نظامها الكيميائى المستقل. بمعنى أن الطبقات المختلفة أو الوحدات الاستراتيجية ستحتوى على معادن خام مختلفة، أى أن طبقة معينة سوف تحتوى 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



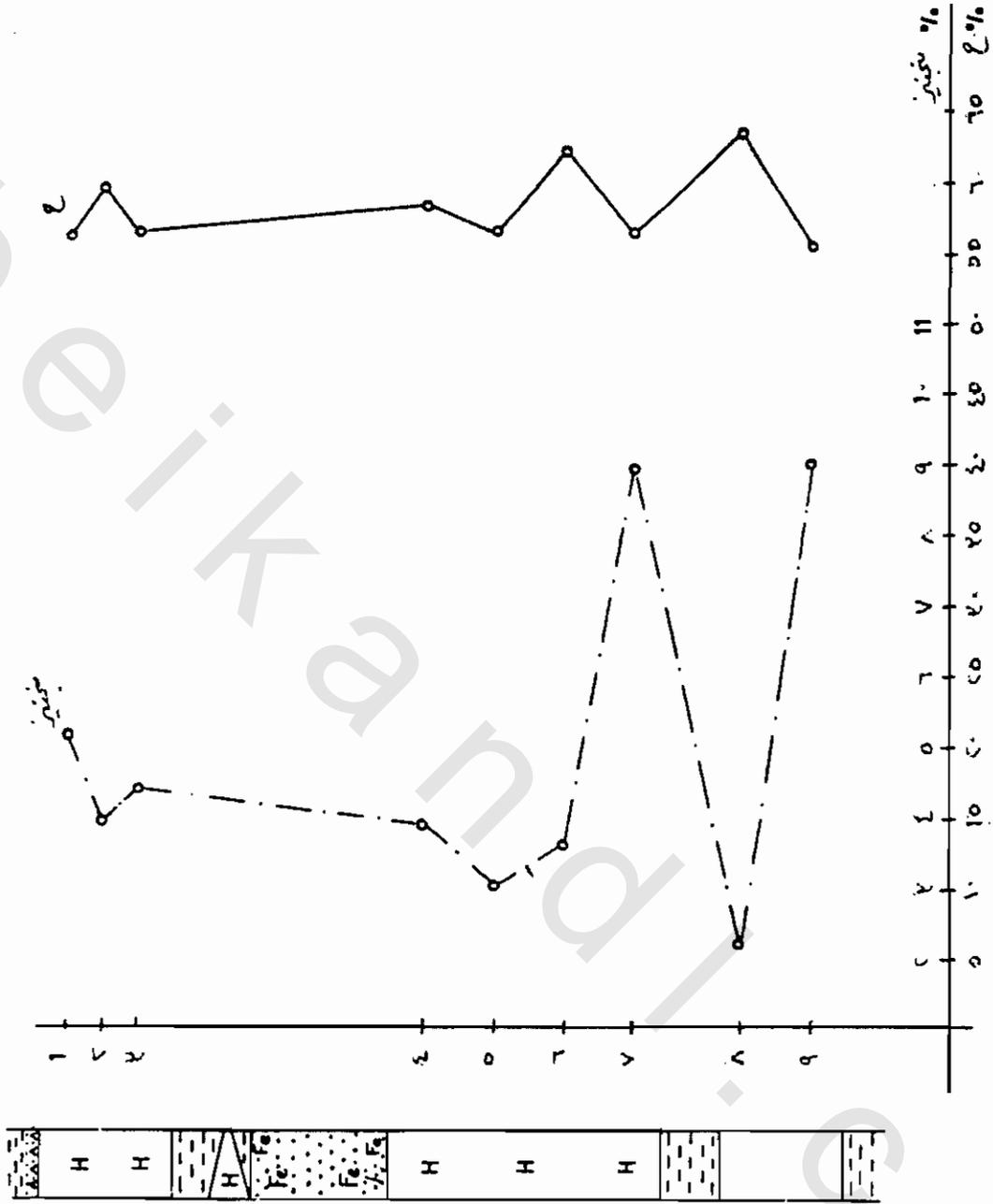
شكل ١٤٦: التقدير الجيوكيميائي الرأسي لنسبة الحديد والمنجنيز في الحفرة ١٦، منطقة الحفرة.



شكل ٢.٢٦: التغير الجيوكيميائي الرأسي لنسبة الحديد والمنجنيز في الحفرة ٢٤، منطقة الحرة.



شكل ٢: التغير الجيوكيميائي الرأسى لنسبة الحديد والمنجنيز في الحفرة - ٣٢ ، منطقة الحرم.



شكل ٢٧: التغير الجيوكيميائي الرأسي لنسبة الحديد والمنجنيز في الحفرة - ٢٧ ، منطقة الحمرة.

احتلاله صخور الطباشير الأعلى الأخرى، فوق وتحت مستوى عدم التطابق المشار إليه عليه.

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 لدرجة 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 بالحفرة، ولكن التغيير فى النسبة قد يتذبذب جداً فى جوار تداخلات الطين. لذلك فالأشكال توضح تأرجح نسبة المنجنيز مستقلاً عن التغيير فى نسبة الحديد لنفس الحفرة.

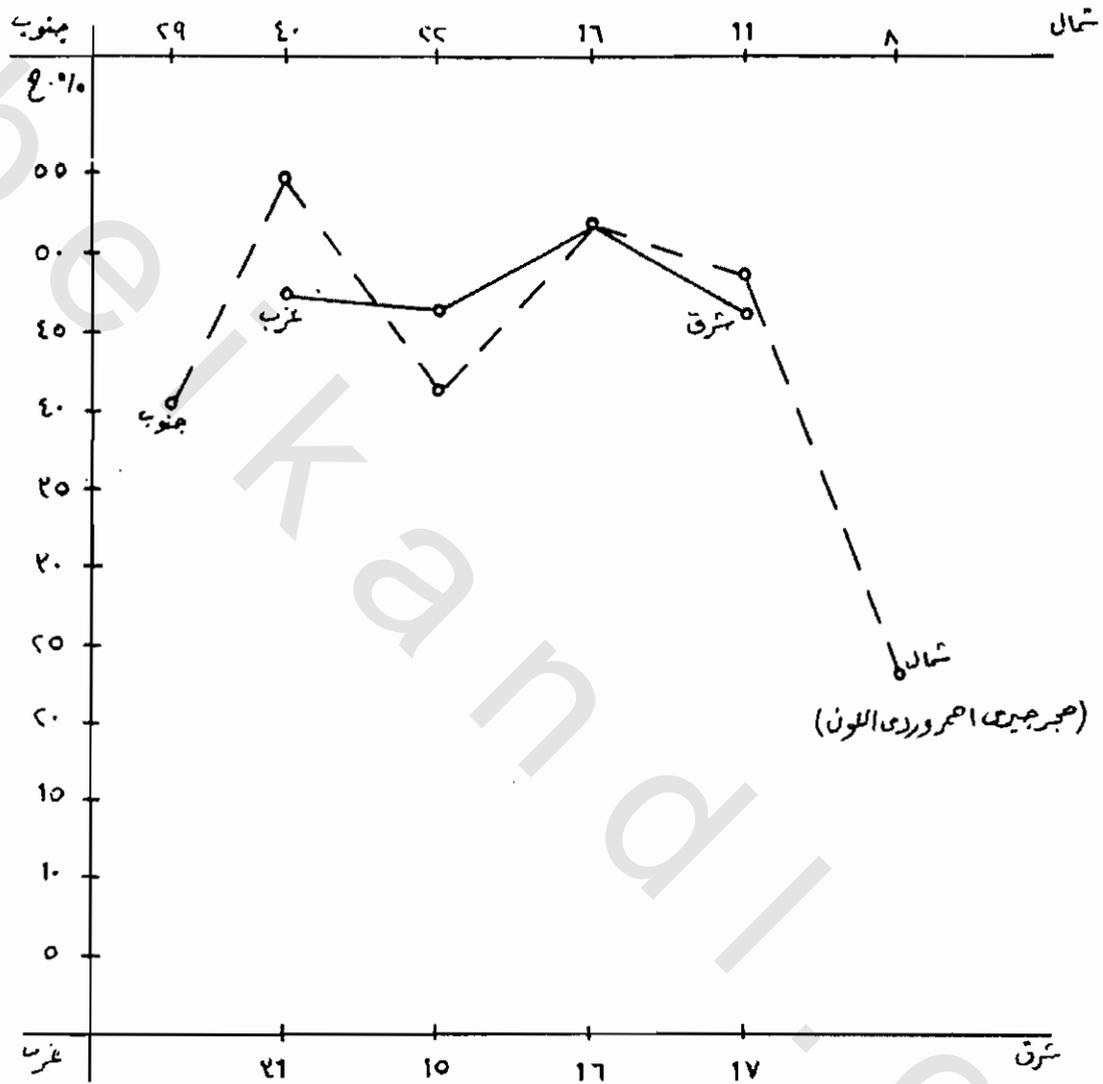
٢- خام حديد منطقة جبل غرابى (شكل - ٢٨)

موقع وطبوغرافية جبل غرابى

يقع جبل غرابى فى أقصى شمال منخفض البحرية. تمثل نقطة المثلثات ٣١٦ متراً - فوق منسوب سطح البحر - أعلى نقطة ارتفاعاً فى منخفض الواحات البحرية، وتحتل قمة جبل غرابى فى 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 فى الوادى المحيط بجبل غرابى، كما توجد التلال المبعثرة (تلال ناصر) فى الوادى شمال جبل غرابى.

جيولوجية منطقة جبل غرابى

فى جبل غرابى والمناطق المجاورة، تعلقو 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 فى 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
١.٣٠ خام الحديد تتخلل مستويات القمة والقاع
- هذه الطبقة من الطين تفصل خام الحديد إلى وحدة عليا وأخرى وحدة سفلى.
٦- خام حديد؛ يتكون من الهيايت 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 laevisissima & Nerita affinis.
- ٥- خام حديد؛ هيايت، 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
١.٩٠ جيوب هيايت 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؛ هيايت، منجنيزى بكثافة، محمر غامق، سهل التفتيت، حفرى به:
١.١٠ *Velates schmiedeli, Natica Longa, Natica sp., Cassis nilotica,*
Operculina discoidea and Alviolina frumentiformis, rare.
- ٢- طين؛ رمادى مخضر، به جيوب هيايت 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 الرملي، بينما في الغرب تتكون من الصخر الرملي.

يتغير خام الحديد بجبل غرابي إلى صخر رملي حديدي نحو الغرب. في الجنوب والشمال يختلط الخام بمعادن المنجنيز بنسبة عالية، بينما في قمة تركيب محدد غرابي في الغرب والوسط فإن نسبة المنجنيز في الخام يمكن إهمالها.

شمال جبل غرابي حيث يمتد خام الحديد في التلال المبعثرة (تلال ناصر) على هيئة شريط من الشرق إلى الغرب لمسافة حوالي ٥ كم. في شمال التلال المبعثرة يوجد وادي أخدودي - مثل الوادي الغربي الأخدودي بمنطقة الجديدة - ولكن هنا يوجد الخام في الوادي الأخدودي شمال التلال المبعثرة بسمك ٩, ٢ مترًا، بينما في الجديدة يصل إلى حوالي ٠, ٢٧ مترًا وأحيانًا إلى ٣٠ مترًا، يعلو الخام في كلتا الحالتين غطاء من الطين والرمل والصخر الرملي بسمك كبير نوعًا ما. في حائط الهضبة الشمالية للتلال المبعثرة، يمتد خام الحديد على هيئة تداخلات متبادلة مع الحجر الجيري لتكوين النقب.

في شرق التلال المبعثرة لا توجد الطبقات المتداخلة في الخام، بينما نجد الأملاح والجبس تشكل المعادن المصاحبة لكتلة الخام، بينما الكالسيت والكوارتز يوجدان بكميات ضئيلة.

يتكون الخام في منطقة التلال المبعثرة من خليط من الهيماتيت والجوتيت، حيث يكون الجوتيت عادة الغطاء الصلد للخام. أما الحفريات - إن وجدت - فإنها توجد في الجزء الأسفل للخام مصاحبة لخام الهيماتيت السهل التفتيت، ومتوسط سمك الخام في التلال المبعثر يصل إلى ٨ أمتار.

الوضع الجيولوجي لعضو خام حديد الجديدة بمنطقة جبل غرابي (شكل - ٢٩)

يكون خام الحديد الجزء العلوي من جبل غرابي بغطاء من الرمل والحصى سمكه حوالي ٤٠ سم، بينما في الجزء الشمالي ووسط غرابي يغطي الحديد طبقة سميكة نوعًا من الكوارتز والصخر الرملي. في موقع القطاع المثالي بشمال جبل غرابي، يعلو الخام طبقة طين تحتوى على جيوب من الهيماتيت تتداخل تدريجيًا في الطين، هذه الطبقة حفزية تحتوى على *Operculina discoidea* & *Nummulites atacicus* (?) تتسمى لعصر الإيوسين الأسفل. بينما في هضبة الجوافي ونقب غرابي يستقر عضو خام حديد الجديدة فوق طبقة الحجر الجيري 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 منجنيزي سهل التفتيت، ويحتوى على الأوليت والبيزوليت في جزئه الأسفل قرب القاع وبصفة خاصة في الأجزاء الشمالية والوسطى لجبل غرابي. توجد الحفريات في الوحدة السفلى موضحة أسماؤها في القطاع المثالي تنتمي إلى الإيوسين الأسفل. أى أن خام الحديد في جبل غرابي - مثل ما هو في منطقة الجديدة ومنطقة الحرة يكون الجزء الأسفل من قطاع تكوين النقب الذى ينتمى للعمر إيوسين أسفل.

طبقة الطين التى تفصل الخام إلى وحدتين في القطاع المثالي بشمال جبل غرابي، تتغير جانبيًا نحو وسط غرابي إلى عدد من الطبقات الرفيعة من الطين والصخر الرملي. هذه الطبقات تقل في 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 أ.م. الشاذلي (١٩٥٨). رسم الخريطة: جيولوجي م.ع. زعطوط (١٩٥٨)

بمقياس رسم ١ - ١٠٠٠٠



إحداثيات

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> □ ترسيبات وديانية ورمال رحيبة □ حجر جيرى أوسين أوسط وأسفل؟ □ رواسب خام الحديد □ طفلة وصخر رملي ، سينوماني □ حدود رواسب خام الحديد □ هوالق رئيسية □ هوالق صغيرة | <ul style="list-style-type: none"> ○ آبار الحفر المقترحة ● آبار الحفر التي تم حفرها □ نقطة مثلثات المساحة ○ الارتفاع بالمتر فوق منسوب البحر — طرق صحراوية |
|--|--|

البنى، البنى الداكن، وفيما يلي جدول يبين بيانات عن أحزمة خام الحديد في الآبار العشرة:

الشافلى (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 ضهرا أو نتقا « 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 لفاقل 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 يكُون جزءاً من الفترة الزمنية الطويلة لتركيب «لارميد» العظيم، حيث يوجد الامتداد الجنوبي الغربى لهذا التركيب فى سوريا.

تركيب المحور الغربى للتحذب تقطعه الفوالق وتتنظم 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» ممتدا 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 الجدافى 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.

الفوالق

- بهضبة الجدافي 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 أخدود 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 بالحرق % 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 للأبار ليس كبيرًا، حيث نجد أنها ٥٩,٥١% حديد و ٤٣,٤٠% حديد ممثلة النسبة الأعلى والصغرى على التوالي.

جدول رقم - ٣٠ : التحليل الكيميائي للبثر ١٣٣.

	SiO ₂	MnO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Fe	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 للبثر ١٣٥.

	Fe ₂ O ₃	Fe	MnO ₂	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	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 بشر 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 جانيبيًا يذكر فى جبل غرابى.

أكسيد الحديد Fe₂O₃ - الحديد الموجود فى الخام على هيئة أكسيد حديد، يكون فى هيئة جوتيت وهيماتيت. لم يكن ممكنًا اكتشاف أكسيد الحديدوز كيميائيًا، أو الحصول على معادن تحتوى على أكسيد حديدوز فى العينات.

أكسيد المنجنيز MnO₂ - 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 ٨٦، ٣٪.

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 ألومنيوم أكثر؛ حيث إنها على وجه العموم تمتزج مع الطين أكثر من الطبقات الأخرى. يوجد أكسيد الألومنيوم أساسًا في معادن الطين المصاحبة للحام. التغيرات الرأسية والأفقية في نسبة أكسيد الألومنيوم 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، وجانبيًا فإنه أكثر ارتباطًا بالآبار - ١٣١، ١١١، و١١٣ 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 في المناطق الثلاث:

التلال المبعثرة، جبل غرابى ومنطقة الحره

خام الحديد، في جبل غرابى والتلال المبعثرة شمال غرابى وكذلك الخام في منطقة الحره يكاد يكون أفقياً ذا حدود غير منتظمة. لذلك يمكن القول أن سمك الخام في الحفر يمثل السمك الحقيقى. الفرق الأساسى بين السمك في 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.

في جبل غرابى يتغير سمك خام الحديد من ١, ١٠ إلى ٢٠, ٣٠ متراً، بمتوسط سمك ٨, ٠٩٣ متراً؛ بينما في التلال يتغير سمك الخام من ١, ٥ لى ٢٨, ٧ متراً بمتوسط ٨, ٧٦ متراً. وفي منطقة الحره 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 في الخام والمناطق المحيطة - وكانت النتائج كما يلي:

منطقة الحره	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 في عينات الآبار تساوى ٠٩, ١٪ مع بعض التغيرات في الآبار. طبقات الخام البنية والبنية الداكنة تمتلك متوسطات عالية من الرطوبة عن مثيلاتها الصفراء. المنابع الرئيسية للرطوبة هي الطين وأكاسيد الحديد.

الفاقد بالحريق - المتوسط في عينات الآبار هو ٩, ٩٣٪ مع نسبة عظمى ٤٤, ١٣٪، ونسبة أدنى ٧, ١٥٪، أما في الطبقات فإن النسبة العظمى ٦, ١٤٪ تقل إلى ٥, ٧٤٪. الفاقد بالحريق تسببها المعادن المختلفة خاصة أكاسيد الحديد، وأكاسيد المنجنيز، الكربونات والطين.

المتوسط الأدنى (٥٧, ٥٪) يوجد في 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.

في التغيير الرأسى، قيم الفاقد بالحريق تكون أعلى عموماً في 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

نوع العينة	Fe	S	P	Mn	Si	Al	التركيب المعدنى
التلال المبعثرة	٥١.٥٤	٣.٧	٤.٥٤	٤.٤٢	٠.٤٩	١.٢٥	٠.٠٥٨
جبل غرابى	٥٠.٧٣	٨.٧٣	٤٢٧	٣.٣٤	٠.٥٠	١.٣٥	٠.١٢٠
منطقة الحرة	٤٩.٢٥	٩.١٢	٤.٠٣	٣.٩٠	٠.٣٥	٠.٦٥	٠.١١٩

(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 والماجنييت 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، طبقي 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 ترابى 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، بالنظر 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.

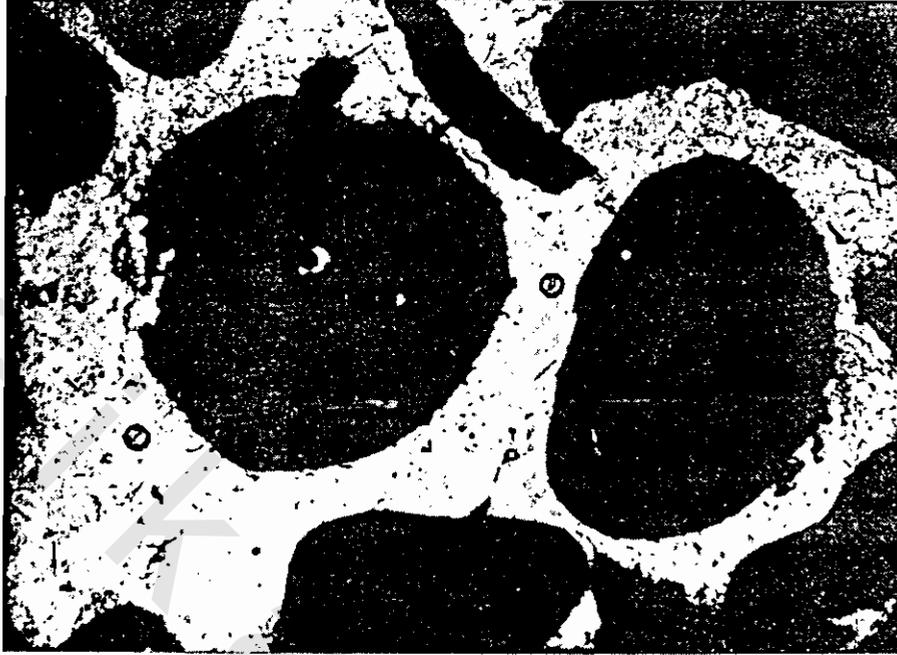
التركيب أو البنية السائدة تشير إلى ترسيب شبه غروى، ومع ذلك فإن البنية - نتيجة عملية الإحلال - تتضح جليا في الخام الضعيف النسبى، حيث نجد معادن الحديد تحمل محل المعادن الأصلية شاملاً الكوارتز، إلخ. توجد الفجوات بمقاييسها المختلفة في الخام. في الخام الأصفر يتراوح التركيب من بيزوليتى إلى ترابى، حبات البيزوليت 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.

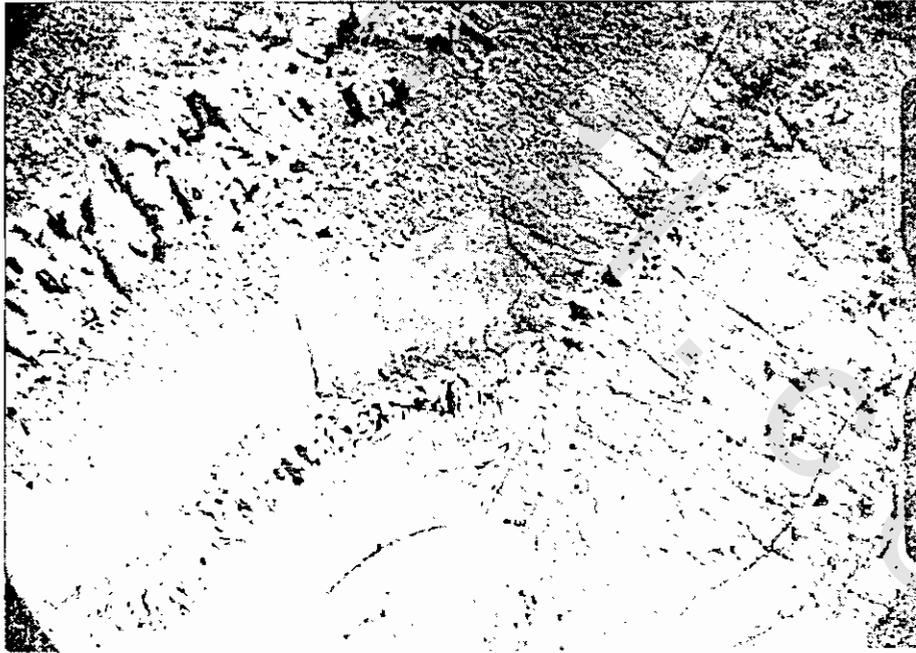
في الخام البنى، تركيب الجوتيت قد يكون تراسيًا ولكنه في الأساس يتركب من بللورات دقيقة مكونة طبقات أو حلقات من المعدن متحدة المركز «colloform». خام الجوتيت المصمت يرى في الصورة - ١٨ - شكل - ٢، حيث تتضح حلقات المعدن المتحدة المركز، وفيها توجد الخيوط الليفية للجوتيت ذات الأبعاد المختلفة، التى تنتظم عموديا 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 التسيج يتكون من كوارتز دقيق وبعض الكالسيت. ضوء عادى - تكبير $\times 24$.



٢- جوتيت يظهر التسيج الغروى، خام مصمت بنى. ضوء عادى $\times 67$.

الدولوميتى. هذا الحجر الجيري الدولوميتى يعتبر في هذه الظروف الموجودة كنتيجة للتغيير الجانبي في تركيب مستويات الحجر الجيري بجبل غرابى والجديدة. الدولوميت الموجود في هذه المناطق أعيد بلورته، ويُظهر نفس الصورة التركيبية مثل الكالسيت.

المتبخرات - وهى المعادن التى نشأت عن طريق تبخر مياه البحر، وتمثل الشوائب المعدنية للمبخرات في الجبس والأملاح، وهى قد توجد مائثة الشقوق في الخام، أو في طبقات موازية لخام الحديد أو منتشرة خلال الخام. الجبس يظهر ميله نحو التركيز في الأجزاء السفلى والأملاح في الأجزاء العليا للخام. والتفسير، أنه قد ترسب الأملاح في أزمنة لاحقة في فترات الأمطار الشديدة وحملها للأملاح من الصخور السطحية، فترسب في الطبقات العليا للصخور المكشوفة، أو قد تكون كما يرى الشاذلى (١٩٦٢) من التسلسل العادى لترسيب الأملاح في 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 في خام الحديد، ومع ذلك لم يتم تعريفها في تحاليل العينات. من المفروض أن معادن الفوسفات قد جلبت من الطبقات الفوسفاتية بالعصر الطباشيرى الأعلى (جبل المهفوف)، وهى تمثل التغييرات الجانبية في الصخور الجيرية والطينية. توجد المساحات الصغيرة الفوسفاتية غير منتظمة التوزيع في جبل غرابى بمنطقة A و C.

الباريت - بللورات الباريات الصغيرة والمتوسطة تنتشر عشوائياً في كل مكان من الخام بجبل غرابى،

الكوارتز - هذا المعدن هو الأكثر شيوعاً من بين الشوائب المعدنية في خام الحديد. لقد تلاحظ وجود تغييرات في توزيع الكوارتز، فهو يوجد عموماً أكثر نسبياً بالقرب من قمة وقاع الخام، ومع ذلك، فهو يوجد أحياناً بكميات أكثر في الأجزاء الوسطى للخام.

قد يوجد الكوارتز كبللورات صغيرة في تركيب حبيبي متحدا مع الخام، وبالتالي إما متبلوراً من مادة الجِل «gel» أو بالإحلال كما في الخام المنخفض النسبة حيث يوجد الكوارتز، وبه علامات الإحلال بمعادن خام الحديد.

طبقات الشيرت ذات الكوارتز المتبلور غالباً ما يلاحظ وجودها في خام الحديد، هذه الطبقات يوجد بها معادن الحديد والمنجنيز.

معادن الطين - يوجد عادة في الخام، النسبة الكبيرة من الطين الموجود في 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 في الأجزاء العليا من الخام، بينما لا يوجد في الأجزاء السفلى، إلا أنه قد يوجد في وسط الخام في أماكن قليلة بمنطقة الحره. برغم وجود نسبة كبيرة من الكالسيت في الخام، متأصلة من أو بقايا من الحجر الجيري والصخور الجيرية الموجودة سابقاً، ومع ذلك فقد خضعت لعملية إعادة البلورة بحجم كبير، وهذا يبدو جلياً في شمال الحافة الغربية لمنطقة الحره.

لقد تم تعريف معادن الدولوميت في بعض المناطق من الخام؛ حيث يرجع مصدرها للحجر الجيري

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 توجيهاً. 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:

ونادراً في منطقة الحره. 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 ١٢° ٢٨' 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^(١) (١٩٦٢) كخام حديد منخفض النسبة المثوية بالنسبة للخام الاقتصادي في المناطق الثلاث: الجديدة، الحره، غرابي. فهي تمثل صخوراً رملية حديدية. لقد كان الغرض من دراسة هذا الموقع هو دراسة المعادن المكونة لهذا الخام كمرحلة أولى لتركيز واستخدام الخام بهذه المنطقة مستقبلاً.

الدراسة الميكروسكوبية للخام

الخام شديد الصلادة وبني اللون، ينكسر إلى قطع ذات زوايا حادة. اللون لمسحوق العينات بني مصفر.

أكسيد سيليكون	أكسيد حديدك	أكسيد ألومينيوم	أكسيد كالسيوم	أكسيد ماغنسيوم	أكسيد منجنيز	خامس أكسيد الفوسفور
٥٩,٨٦ - ٦١,٩٣%	٣١,٧٨ - ٣٠,٦٨%	٢,٥٨ - ٢,٢٤%	٣,٤٣ - ٢,٨٦%	٠,٨٨ - ٠,٣٤%	١,٥٦ - ١,١٢%	آثار

(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 «EiHeiz 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.

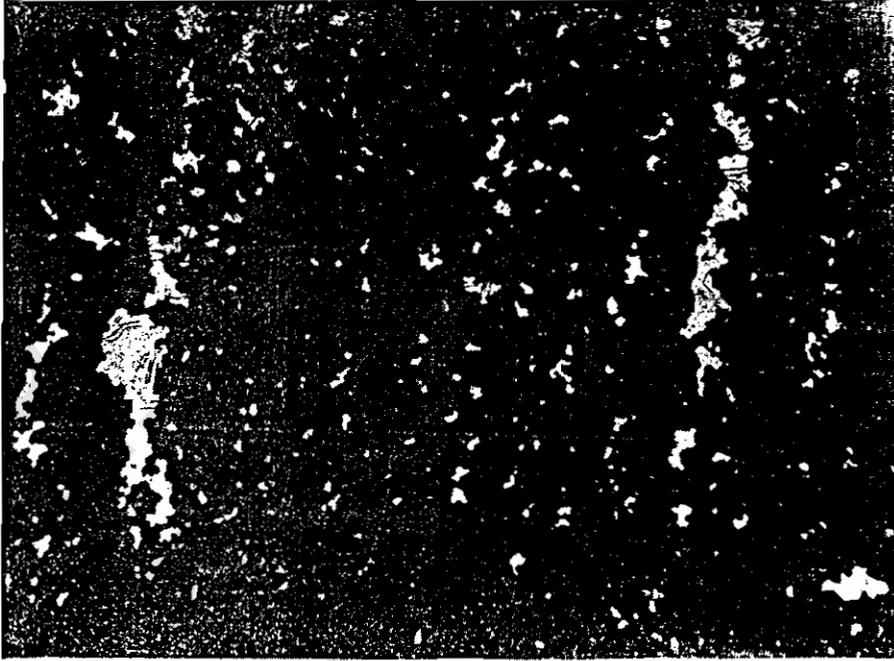
يجب أن نأخذ في الاعتبار أن القيم الممثلة للنسبة بالوزن في جميع الجداول هي فقط قيم تقريبية.

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 تحتوي كتلة الراسب الجوتيتي على جوتيت ونسبة كبيرة من المادة الدقيقة التبلور، والتي تحتوي 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 الداكن مع جيس متبلور أبيض وكالسيت. ضوء عادي ٢٤X.



٢- بزيلوميلين وكربتوميلين في نسيج غروي. ضوء عادي ٦٧X.

جدول رقم - ٣٤

عين رقم - ٢		عين رقم - ١		القطر الأمامي مم
النسبة التقرينية (وزن)	نسبة عدد الحبيبات	النسبة التقرينية (وزن)	نسبة عدد الحبيبات	
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	٢/٢	٠.٣٣
١١	٣	٥	٢/٢	٠.٣٦
٨	١	٥	٢/٢	٠.٤٢
٥	٢/٢	١١	٢/٢	٠.٤٨
٥	٢/٢	-	-	٠.٥١
٢٢	-	-	-	٠.٥٤
٧	٢/٢	-	-	٠.٥٧
-	-	٣٢	٢/٢	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
٠,٥	٢	منخل - ٢٠٠

للواحاح البحرية، تحت ظروف طبوغرافية ذات ميل بسيط، تسمح بتفعيل التعرية الكيميائية. المواد المنقولة إما أنها ترسبت مباشرة في البحيرة أو تحللت صخور الإيوسين - السينومانى بقاع البحيرة حيث تم إحلالها تفاضلياً. بعض الجيولوجيين سلكوا نهج نظرية الشاذلى مع بعض التغييرات.

- على عكس وجهات النظر عاليه؛ ذكر كل من غيث (١٩٥٥، ١٩٥٩)، نخلة (١٩٦١) والحناوى (١٩٦٥) إن خام حديد جبل غرابى ذو أصل إحلال حرْمائى «hydrothermal replacement». لقد أضاف نخلة إمكانية الترسيب من المحاليل الغروية وخلال الفجوات.

- أول من افترض العلاقة بين النشاط البركانى 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 (تبلور دقيق)	%٣١ (تبلور دقيق)	

لقد تم إجراء اختبار على العينتين المذكورتين عاليه بواسطة «x-ray powder method» بالمركز القومى 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 غرابى بالواحاح البحرية. منهم بول وبيدندل (١٩٠٣)، هيوم (١٩٠٩) وعطية (١٩٥٠) جميعهم اعتبروا الخام ترسيباً بحرياً ضحل المياه في عصر الأوليجوسين.

- بينما اعتقد الشاذلى (١٩٥٦، ١٩٦٢) أن رواسب خام الحديد قد تكونت خلال فترة البحيرات (أوآخر 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 حرْمائى 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 الحرْمائية التحوالى « Slow & Intense Metasomatic Hydrothermal Replacement».

- بسطا و عامر (١٩٦٩) اقترحا إن خام حديد منطقة الجديدة قد تكون بواسطة الإحلال الميتاسوماتى، البطىء 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 ولطفى (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 الذي 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 (١٩٠٣) 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 متبقٍ «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 (بسطة 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 حدا عمر صخور البازلت بالبحرية بين ١٦ مليون سنة و ٢٠ مليون سنة، وانتهيا إلى أن حدثين متعاقبين من النشاط الزلزالي حدثا في المنطقة خلال الأوليوسين 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 البركانى بالمنخفض لتكوين خام الحديد الاقتصادى (عالى 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 الجيرى القرمزى بعناصر الحديد، الذى أدى إلى تكوين الخام الاقتصادى بالمناطق الثلاث، هو الأوليوسين 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 الأوليوسين الأعلى، وهذا ما ينفى المقصود من مقولة الشراوى وسحيم (٢٠٠٢ ص ٨٥).

بالرفرة، كهف المحجر بدرب البهنساوى بين البحرية ووادى النيل أمثلة لكراست قديمة (إمبابى - ٢٠٠٠). كلها توجد في صخور الحجر الجيرى 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 الجيرى القرمزى؛ نتيجة للإحلال أثناء وبعد ترسيب كربونات تكوين النقب «diagenetic replacement». لذلك نجد الحجر الجيرى 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 الجيرى القرمزى المكون للمناطق المجاورة لها وامتدادها بالهضبة الشمالية. إن التوزيع الجغرافى لهذه المناطق الثلاث (الجديدة، الحرة، غرابى) وقربها من مواقع النشاط البركانى 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) نجد أنها 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 جيرى قرمزى. إذن علاقة هذه المناطق الثلاث والتركيبات الجيولوجية بها مع مواقع النشاط البركانى 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 تنتمي 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 البَلُورَة 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 في جانب الأصل الحرّمائى «hydrothermal origin». حتى طبقات الطين الخضراء بين الخام الأسود في 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 في الأجزاء العليا لتكوين الهفوف، عملت كعازل، قد تسببت في الإحلال التفاضلى لطبقات الصخر الرملى الحديدية (عضو حديد الحره). أقصى فرق بمكون الخام في كلا الاتجاهين الرأسى والجانبى، يمكن اعتباره نتيجة للاختلاف في 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 في جميع النشرات والدراسات العلمية السابقة وكذلك المؤتمرات والندوات العلمية على أنه خام به حفریات 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 الحفریات عن طبقة خام الحديد المحتوى على حفریات النيموليت والألثيولينا حيث تتبع المؤلف (١٩٧٠) سطح عدم التطابق بينهما خلال الحور الشرقى والحور الغربى، وعلى امتداد الحافة الغربية لمنطقة الحره.

(١٩٩٩) وغيرهم، والتي جاء ذكرها سابقاً - فإننا نعود لنفس السؤال: لماذا يوجد خام الحديد في هذه المناطق الثلاث بالذات دون غيرها؟! - علماً بأنه لا توجد كهوف في هضبة الصخور الجيرية القرمزية، بينما توجد كهوف جنوباً بين البحرية والفرافرة (الكهوف المنهارة)، كهف دجارا «Djara» بين الفرافرة ووادي النيل، كهف المحجر بدرب البهنساوى بين البحرية ووادي النيل، كهف الأبيض بالفرافرة، الكهوف المنهارة بسهل الكراوين شرق الفرافرة، ورغم ذلك لا يوجد بها أى أثر لعناصر الحديد بها (إمبابى ٢٠٠٤).

وإذا أخذنا في الاعتبار «لاتيريت»، فمصر في عصر الإيوسين وما بعده من عصور مطيرة - مهما كانت شدتها - لم تكن مهياًة لتكوين اللاتيريت أو البوكسيت مثلما تجرى عملية التعرية والإحلال في منطقة بحيرات النيل لعمق ٣٠ متراً تقريباً. فلماذا تكون خام الحديد في هذه المناطق الثلاث دون غيرها؟! إن انحسار تركيز خام الحديد في أماكن ذات تركيب حاد (التواءات وفوالق) دون استمرارها على امتداد الهضبة يبرهن على ارتباط تركيز عناصر الحديد في هذه المناطق من خلال الفوالق، وهو ما يؤيد نظرية الإحلال بواسطة المحاليل الحرمائية التحوالية^(١) «Metasomatic Hydrathermal Replacement».

اقتصاديات خام الحديد ومشاكل تصنيعه

يشير آخر تقدير للاحتياطيات الجيولوجية المؤكدة من خامات الحديد في 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.

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 في المنخفض بواسطة التعرية البطيئة واختزال الصخور الرملية الحديدية في 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 المائي في ترسيب عناصر الحديد بهضبة الحجر الجيري القرمزى. أما تركيز عناصر الحديد في أماكن محددة، دون غيرها من الهضبة، لها ميزات وصفات خاصة من الناحية التركيبية غير موجودة في باقى هضبة الحجر الجيري القرمزى والأحمر الوردى، يرجع أصلها حسب نظرية الإحلال بالمحاليل الحرمائية (الميتاسوماتيك)^(١)، والتي صاحبت طفح البازلت في النصف الشمالى من منطقة الواحات البحرية.

٤- يتركز خام الحديد الاقتصادى في مناطق الجديدة والحره وغرابى بين مستويات الفوالق والمناطق المحيطة لها بالمناطق الثلاث؛ أى إن وجود مجموعة الفوالق أسفل تكوين الههوف وتكوين النقب في الأماكن الثلاث دون غيرها بهضبة الحجر الجيري القرمزى «Pink limestone» يؤيد نظرية الإحلال بالمحاليل الحرمائية التحوالية^(١) تحت ضغط مرتفع ودرجة حرارة مرتفعة والمصاحبة لطفح البازلت بمنطقة البحرية، «Slow and Intense Metasomatic Hydrothermal Solution».

٥- إذا أخذنا في الاعتبار نظرية العارف والشرقاوى

(١) metasomatism = التحوال : تحول ينطوى على تغيرات في تكوين الصخور الكيميائى وفي 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 إجمالي

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 القلوويات (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 القلوويات عندما تتعدى حد ٧ كجم/ طن زهر. وهذا يعنى ألا تزيد نسبة القلوويات في خام الحديد عن ٦,٠٪ وفي شحنة اللييد عن ٤٥,٠٪.

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 القلوويات.

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 كلاً 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 عملي لتحسين جودة الخامات المنتجة اتبعت إدارة المناجم بالشركة طريقة التعدين الانتقائي 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٪ ووافق على أن وزن وحدة التعامل في الخامات المصدرة للمصانع هي الشحنة ٤٥ ألف طن (٢ - ١٣ قطارًا).

- أكسيد الزنك $Zn\ O$: 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 يختزل أكسيد الزنك بواسطة الكربون أو أول أكسيد الكربون، وللتشغيل الآمن، يجب ألا يزيد أكسيد الزنك في شحنة اللييد عن ٠.٠٥٪.

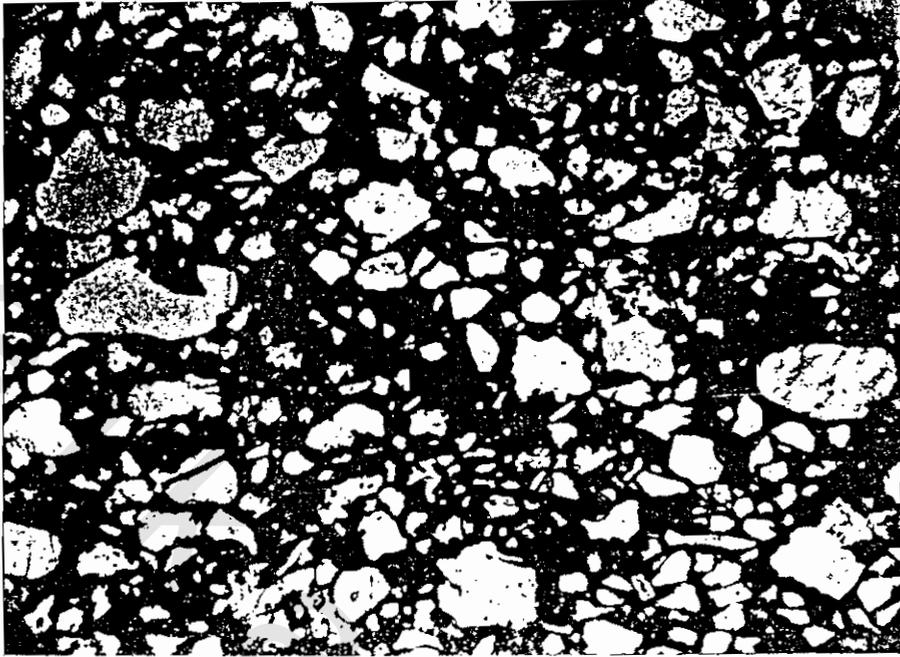
- السيليكا SiO_2 : نسبة السيليكا العالية تجعل شحنة الخام شديدة الحامضية مما يزيد من إضافة الحجر الجيري لمعادلة هذه الحامضية؛ الأمر الذي يترتب عليه زيادة كمية الخبث، علاوة على أن ذلك يتطلب درجة حرارة عالية يترتب عليها استهلاك كبير من فحم الكوك وانخفاض الإنتاجية وزيادة التكلفة، كما أن الانخفاض الكبير للسيليكا 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.

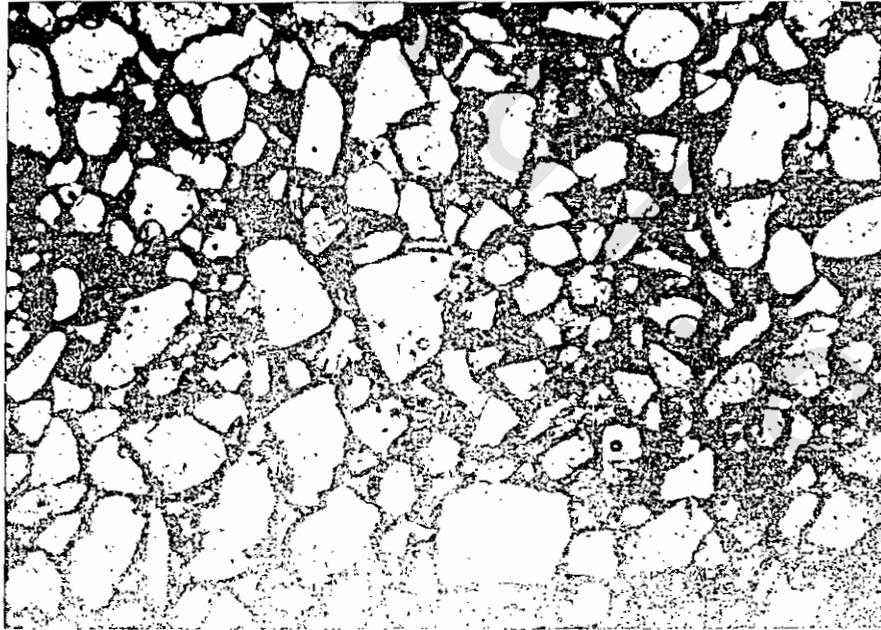
- أكسيد المنجنيز MnO : تؤدي زيادته إلى استهلاك عال في الفحم، يؤثر في بطانة المحولات، كما يتسبب المنجنيز في زيادة نسبة الكربون في المعدن لالتحاده مع الكربون مكونا كبريد المنجنيز الذي ينصهر في المعدن. يتوزع المنجنيز في الشمعة بين الخبث والحديد الزهر بنسب متقاربة تزيد قليلاً في الزهر، متسببًا في زيادة حجم 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 على 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 والحره (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.

لهذه 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
بتحاليل ٩, ٤١٪ حديد، ٨, ١٤٪ سيليك،
٤٣, ٠٪ كلور، ٧١, ١٪ أكسيد منجنيز.

* امتدادات ناصر: ٩, ٦ مليون طن بتحاليل
٦, ٤٤٪ حديد، ٥, ١١٪ سيليك، ٦٧, ٠٪
كلور، ٤٩, ٢٪ أكسيد منجنيز.

• بيان الأرصدة والتحاليل 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 التحاليل 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 بتحاليل
٦, ٤٧٪ حديد، ٨, ٨٧٪ سيليك، ٤, ٨٤٪ أ.
منجنيز، ١, ١٪ كلور.

• خام منخفض المنجنيز: ٢, ٦١ مليون طن بتحاليل
٥, ٤٥٪ حديد، ٢٨, ١٢٪ سيليك، 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 السيليك
بالخامات المنخفضة المنجنيز مع ارتفاع نسبة الكلور
في كلا النوعين.

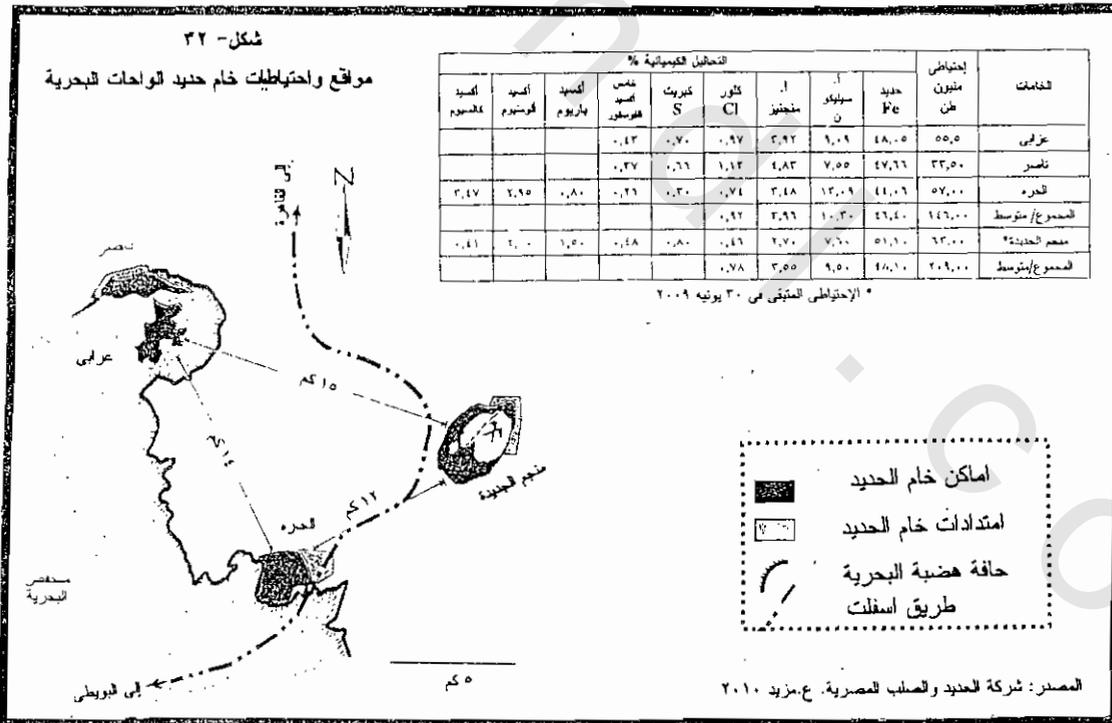
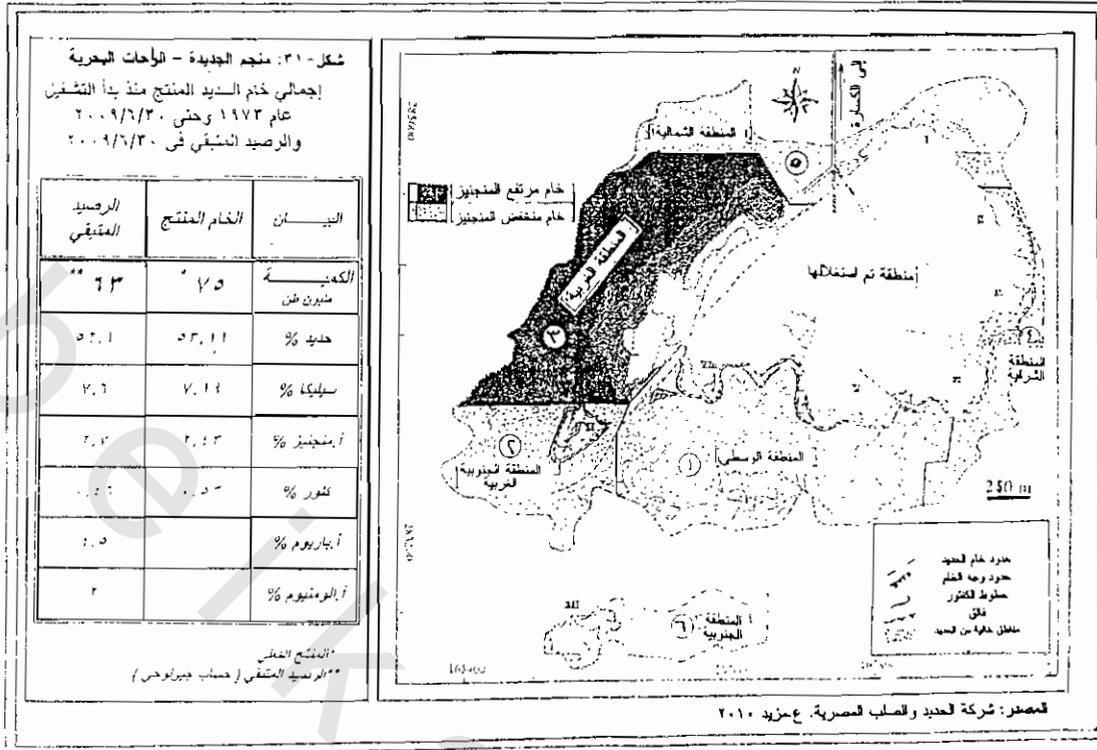
وإلى الخامات التي تتميز بمواصفات مقبولة تسمح
باستغلالها ودخولها في الإنتاج مع خامات منجم
الجديدة؛ مما يطيل من عمر تشغيل المنجم وسنوات
إمداد المصنع بخامات الحديد. هذا بالإضافة إلى أهمية
هذا التصنيف عند اختيار العينات المثلثة كما ونوعًا
لغرض دراسات وتجارب المعالجة في مجال تركيز
الخامات، وفي اختبارات التصنيع (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، وأيضًا بعد استكمال
التحاليل الكيميائية 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 التحاليل 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 المريح 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 إجمالى 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 و ١٧٪ 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 و ١٢ مليون طن، توجد تحت غطاء سميك 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 والعويرشة 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

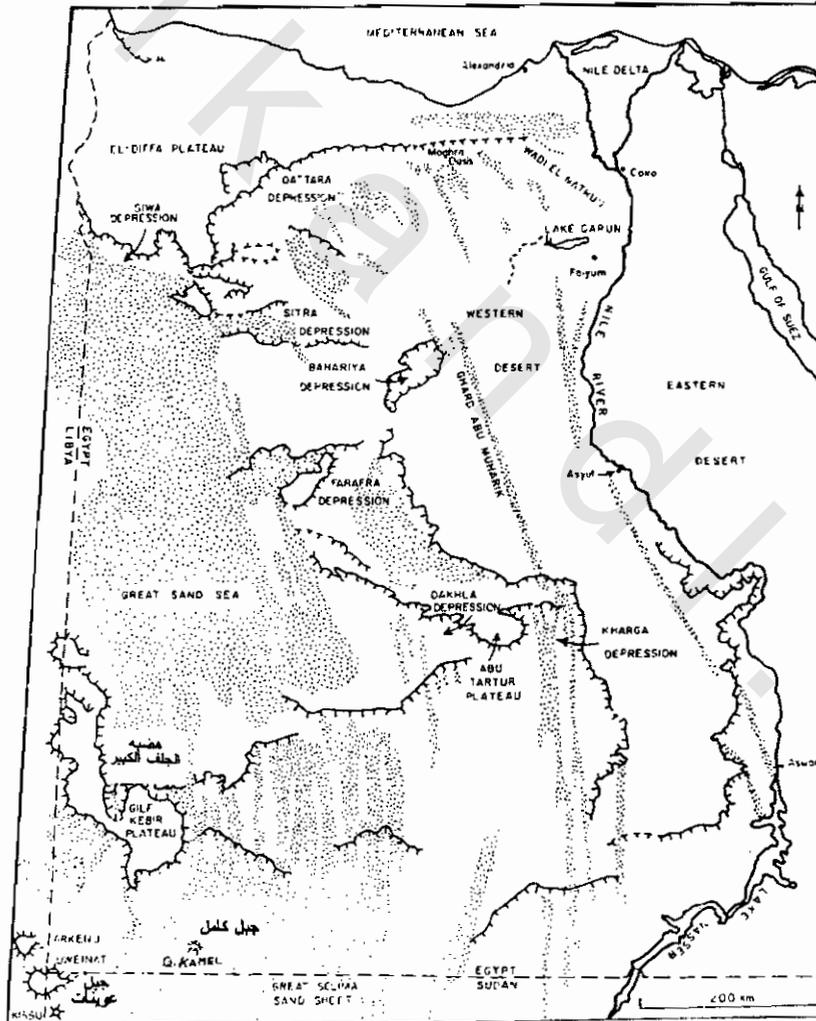
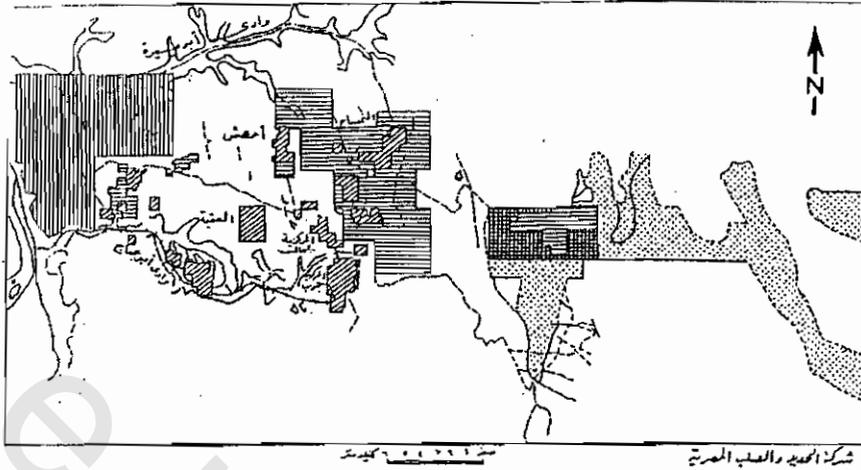
يرد ذكرها مع خامات حديد الواحات البحرية برغم أنها لا تعدو أن تكون صخوراً رملية ذات نسبة من الحديد تزيد أحياناً عن ٢٣٪، قدرت بعض المراجع احتياطياتها بحوالى ٣٩ مليون طن، وتحليل: ٢٣٪ حديد، ٥٥٪ سيليكات، ٢, ٠٪ كلور، ٤, ٠٪ أكسيد منجنيز، ٣٥, ٠٪ خامس أكسيد الفوسفور، ٢٣, ٠٪ كبريت، ٢٧, ٠٪ أكسيد باريوم، ٧, ٠٪ أكسيد الألومنيوم، ٥, ١٪ 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



شكل - ٣٤ : موقع هضبة الجلف الكبير، جبل عوينات، جبل كمل

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 ٢، ٤٧٪ حديد، ٤، ١١٪ سيليكًا ± ١٪، إلا أنه حدث جيود 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، وأيضاً في عمليات التخريم أثناء تعدين الخام.

٣- نظراً 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، الذى 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 $3.6 - 4.0$ جم/سم^٣ (بمتوسط 3.8) مما يجعله مناسباً لاستخدامه في قطاع البترول، الذى يقوم باستيراد كميات تزيد على 100 ألف طن سنوياً 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 0.1%) - 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 الجيولوجي والتحليل الكيميائي لرواسب خام الحديد بالصحراء الشرقية والوحدات البحرية.

قدرت الاحتياطيات في مجمل المناطق بحوالى 53.1 مليون طن. تراوحت نسبة الحديد بين $35-45\%$ ، ونسبة السيليكا بين $25-35\%$ ، وحسبت الأرصدة القابلة للتعدين منها بحوالى 33 مليون طن لأربع مناطق: 17.7 بوادى كريم، 6 بوادى الدباح، 5.6% بأم غمبس الزرقاء، 3.6 بجبل الحديد، بالإضافة إلى 13.7 بأم نار و 6.5 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 مؤخراً إقامة مصنع يقام على أساس طريقة كروب رين Kropp-Renn بتحويل الخام إلى كريات حديدية Pellets، تضاف جزئياً إلى شحنات الفرن العالى على اعتبار أنها نوع من خرده الحديد.

ونظراً لما تتميز به هذه الخامات - بالمقارنة بخامات الواحات البحرية - من انخفاض كبير في نسبة عدد من الشوائب مثل المنجنيز والكلور والكبريت والباريوم والصوديوم والبوتاسيوم (أقل من 0.1%) 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			الوحدات البحرية				حدود مواصفات الخام الحديدية	
		عملية	شركة الحديد والصلب	هيئة المساحة الجيولوجيا والتعدين المصرية	جبل غرابس	منطقة ناصر	منطقة الحرة	منجم الجديدة		
								متوسط عام		التبقي
السمك «م»	٠,٢-١,٠	٠,٤-٠,٢,٥	٠,٢-٠,٠,٩٠	٠,٢٥-١,٥٠	١١,١٠	١,٥٠	٨,٠٠	١,٥٠-٣,٥	١,٥-٢,٥	
الاحتياطي جنيه مليون	٥٢,١	١٢١,٦	٣,٠	٧٤,٧	٥٥,٥	٣٢,٥	٥٧	١٤٣	٦٣	
Fe%	٥٤,٥٢	٦٢,٢-٣١,٢	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 ± %٧
MnO%	٠,١٥-٠,٠٣	١,٧٧-٠,٠٠	٠,٧	٠,٣٢	٣,٩٢	٤,٨٢	٣,٤٨	٢,٥٥	٢,٧	٢,٠ ± 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	٨,١-٠,٠٩	١,٩	٢,١	٠,٤٣	٠,٣٧	٠,٢٦	٠,٤٦	٠,٤٨	٠,٥٤
S%	٠,٠١-٠,٠٥	٠,٢-Trace	٠,٢	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	٢,٥-٠,٧	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	٠,٢-٠,٠٧		٠,٣٥					٠,٣٦	٠,٣٦	٠,٦٠ ± عظمى
K ₂ O%	٠,٥٥-٠,٠١						٠,٢٥	٠,٢	٠,٢٢	
MgO%	١,٢-٠,٠٢٠	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	احتياطي تعديني ٣٣ مليون طن	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 والفوسفور 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 منتقاة من بعض المناطق تفصيلياً (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 لبيد 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 لخام 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 لخام الحديد في بعض مناطق الواحات البحرية وخاصة بالهضبة الوسطى بمنطقة الجديدة؛ حيث يظهر الباريت في تجمعات بالخام 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 بالخام المنتج بالمنجم، وركاز الباريت بنسبة ٩٧، ٥٪ 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 مميزاً 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 المأهولة 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 نسبياً 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 الحديد 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 التقليل، 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 لهذه 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).

تتكون صخور منطقة العوينات من صخور نارية في الركن الجنوبي الغربى، وهى صخور ذات اللون الفاتح felsic وأخسرى اللون السداكن mafic، جرانوليت، بارانيس والصخور المتحولة والأرثونيس. صخور الجرانيت تخللت الصخور المتحولة القديمة، بينما صخور الفانيروزويك تعلو هذه الصخور القديمة. الصخور البركانية للعصر الثلاثى تخللت 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 جداً وذات صدوع - تمتد في اتجاه شمال شمال شرق - جنوب جنوب غرب، شمال شرق - جنوب غرب. سمك هذا التكوين يتراوح من بعض الأمتار حتى ٥٠ متراً 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 السيليكا (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 بروور «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 للبتروول «AEO» (تقرير رقم ٦٤٥)، وصف جيولوجية المنطقة (مقياس ١: ١٠٠٠٠٠) حيث أطلق اسم «سحنة حديد» ضمن «تكوين رمل» للعمر ميوسين أسفل، والشكل - ٣٦ لفيلشر، 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.

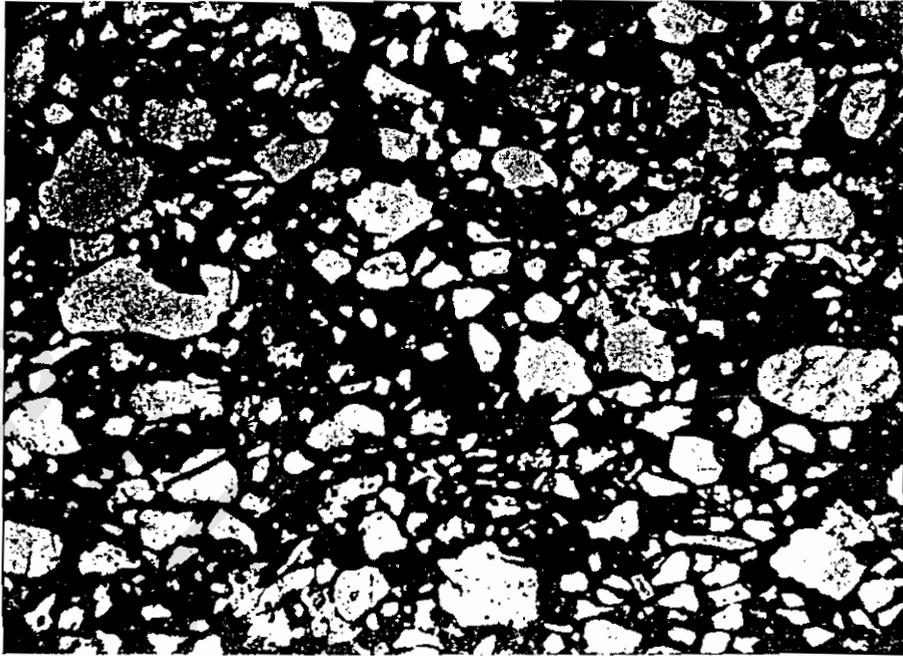
فإذا كانت هناك رغبة مستقبلاً لتركيز خام حديد الحيز، فالأولى البدء في دراسة خام الحديد بجبل حديد بوادي النظرون من الناحية الجيولوجية والمعدنية، وتقدير كمية هذا الخام على غرار دراسة خام الحيز. ونتيجة لنتائج هذه الدراسة، يتم التفضيل بين منطقتي الحيز ووادي النظرون، مع الأخذ في الاعتبار قرب جبل الحديد بوادي 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 الرملى هي، في الأصل، تتابع في الصخر المضيف «Host rock».

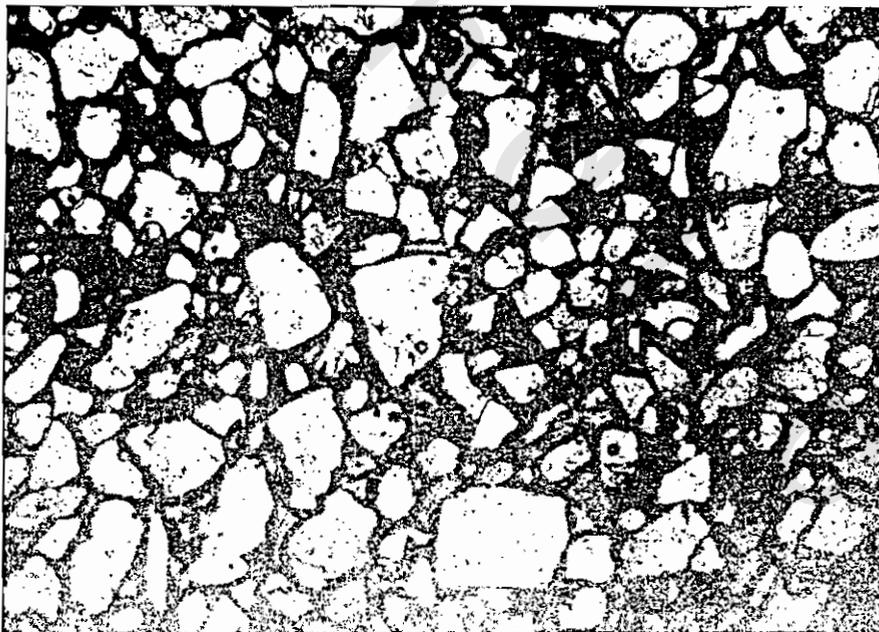
ج- خام حديد جبل الحديد بوادي النظرون

أثناء عمل المؤلف لتقييم خام الرمل الأبيض لصالح مصنع الزجاج بوادي النظرون - أوائل ١٩٦٢ - زار جبل الحديد الذى يقع غرب وادي الفارغ بمنطقة

صورة - ٢٠ : منطقة الحيز



١- عينة خام تظهر حبيبات الكوارتز (بيضاء) وجوتيت (أسود) ضوء عادى $\times 34$.



٢- عينة خام حديد بها جوتيت أقل مما هو فى الصورة العليا. ضوء عادى $\times 34$.

صورة ٢١- شرق العينات والمريخ



(a) الخطوط البيضاء والسوداء بشرق جبل العينات؛ (b) الخطوط البيضاء والسوداء في منطقة سيربيروس بالمريخ؛ (c) الظلال السوداء في الجانب المحجوب عن الريح لجبل العينات؛ (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 / ٢٠٠٣، ١١٣٩ X - ١٧ - ٩٧٧: I.S.B.N، 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 ouderen 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.